

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

Relatório Síntese

VOLUME I



DESCRIÇÃO DO PROJETO

PLANO DE LAVRA DA MINA DO BARROSO

FREGUESIA DE DORNELAS E FREGUESIA DE COVAS DO BARROSO /CONCELHO DE BOTICAS

SAVANNAH

SAVANNAH LITHIUM LDA
A SAVANNAH RESOURCES GROUP COMPANY

Novembro de 2020

FICHA TÉCNICA DO AUTOR

EQUIPA TÉCNICA

TÉCNICO	FORMAÇÃO	INTERVENÇÃO
Mário Bastos	Engenharia de Minas (IST-UTL) Mestrado Georrecursos-Geotecnia (IST-UTL)	Supervisão, Lavra Controlo de Qualidade
Dale Ferguson	Geologia Mestrado em Ciências com Especialização em Geologia (Latrobe University in Melbourne, Australia)	Controlo de Qualidade
David Price	Geologia Aplicada (Leicester University UK)	Coordenação Controlo de Qualidade Lavra
Cristina Lourenço	Geologia (FCUL) Mestrado Geologia Dinâmica (FCUL) Mestrado Engenharia de Minas (CSM, UK)	Controlo de Qualidade Revisão
Sónia Coelho	Geologia Aplicada e do Ambiente (FCUL)	Controlo de Qualidade Revisão
João Barros	Engenharia Civil (U. Minho) Mestrado em Geologia (FCUP)	Coordenação Controlo de Qualidade
Humberto Guerreiro	Engenharia de Minas (IST-UTL) Mestrado Georrecursos-Geotecnia (IST-UTL) Especialização em Higiene e Segurança no Trabalho (IST-UTL)	Segurança e Saúde Desativação
João Meira	Geologia (FCUL)	Geologia e Geomorfologia Caracterização do Jazigo Mineral, Plano de Aterro
Ângelo Carreto	Arquitectura Paisagista (ISA-UTL) Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental (UNL)	Paisagismo
	Knight Piezold	Engenharia, Hidráulica
	Primerio	Lavaria

CONTROLO DE QUALIDADE

TAREFA	NOME	DATA	RÚBRICA
VERIFICADO	Mário Bastos	13-11-2020	
APROVADO	Dale Ferguson	20-11-2020	

ÍNDICE GERAL DO VOLUME I

I. ENQUADRAMENTO

1. INTRODUÇÃO.....	I.1
1.1. Apresentação	I.1
1.2. Objetivos do trabalho	I.1
1.3. Entidade licenciadora	I.3
1.4. Autoridade de AIA	I.3
1.5. Identificação do proponente	I.3
1.6. Identificação do autor do estudo	I.3
1.7. Período de elaboração do EIA	I.4
2. ENQUADRAMENTO DO PROJETO	I.5
2.1. Localização	I.5
2.2. Características gerais da área de intervenção	I.6
2.3. Instrumentos de Gestão do Território.....	I.13
2.4. Áreas sensíveis.....	I.13
3. ÂMBITO E METODOLOGIA DO ESTUDO	I.21
3.1. Introdução	I.21
3.2. Domínios e profundidade de análise	I.21
3.3. Metodologia do EIA	I.23
3.4. Organização do trabalho	I.24

II. PLANO DE LAVRA

1. INTRODUÇÃO.....	II.1
1.1. Antecedentes do Projeto	II.1
1.2. Antecedentes do Processo.....	II.3
1.3. Objetivos e Justificação do Projeto	II.5
1.4. Alternativas de Projeto	II.11
1.4.1. As alternativas de projeto consideradas	II.11
1.4.2. Alternativas estudadas e não consideradas em Estudo Prévio.	II.14
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	II.16
3. CADASTRO	II.18
4. CARACTERIZAÇÃO DO DEPÓSITO MINERAL	II.20
4.1. Introdução	II.20
4.2. Enquadramento regional	II.21
4.3. Geologia regional	II.22
4.4. Geologia do projeto	II.25
4.4.1. Grandão	II.25
4.4.2. Reservatório.....	II.27
4.4.3. NOA	II.28
4.4.4. Pinheiro.....	II.29
4.5. Geologia estrutural	II.31
4.6. Mineralogia.....	II.34
4.7. Prospeção	II.40
4.8. Declaração de recursos.....	II.44
4.9. Declaração de recursos de subprodutos.....	II.47
5. INSTALAÇÃO E CONSTRUÇÃO	II.51
5.1. Enquadramento	II.51
5.2. Âmbito	II.51
5.3. Estratégia de execução do projeto	II.52

5.4. Segurança	II.54
5.5. Estratégia de contratação	II.55
5.6. Gestão de engenharia e construção	II.55
5.6.1. Gestão de engenharia	II.55
5.6.2. Obras temporárias de construção	II.56
5.6.3. Alojamento durante a construção	II.56
5.6.4. Fornecimento de água para a construção	II.56
5.6.5. Acessos	II.56
5.6.6. Principais obras de terraplenagem e infraestrutura de águas superficiais	II.60
5.6.7. Escritórios para a construção	II.60
5.6.8. Energia para a construção	II.60
5.6.9. Fornecimento de combustível para a construção	II.60
5.6.10. Comunicações durante a construção	II.60
5.6.11. Transporte e logística da construção	II.61
5.6.12. Segurança durante a construção	II.61
5.7. Cronograma da construção	II.61
5.7.1. Aprovações do projeto	II.62
5.7.2. Contratos iniciais, engenharia e obras	II.62
5.7.3. Dimensionamento detalhado de engenharia	II.63
5.7.4. Aquisição	II.64
5.7.5. Mobilização e Construção	II.64
5.7.6. Comissionamento	II.64
5.7.7. Período de entrega	II.65
6. INFRAESTRUTURAS DE BASE	II.66
6.1. Estrada de Acesso	II.66
6.1.1. Objetivos do desenho da Estrada de Acesso	II.66
6.1.2. Base de Projeto	II.66
6.1.3. Opções para a estrada de acesso	II.74
6.1.4. OPÇÃO 1 – Estrada de acesso Norte utilizando vias existentes	II.74
6.1.5. OPÇÃO 2 – Estrada de acesso Este	II.75
6.1.6. Comparação de custos de capital	II.75
6.1.7. Travessias de rios	II.76
6.1.8. Construção e gestão da estrada	II.81
6.1.9. Estradas internas de transporte de material	II.83
6.1.10. Avaliação das opções da estrada de acesso	II.85
6.2. Oficina de equipamentos móveis	II.87
6.3. Escritório de administração e apoio	II.89
7. EXPLORAÇÃO	II.92
7.1. Enquadramento	II.92
7.2. Zonamento da área da mina	II.96
7.3. Configuração das cortas	II.98
7.3.1. Avaliação da estabilidade dos taludes de escavação	II.99
7.3.1.1. Grandão	II.99
7.3.1.2. Pinheiro	II.100
7.3.1.3. Reservatório	II.100
7.3.1.4. NOA	II.101
7.3.2. Otimização	II.102
7.3.3. Desenho da corta do Grandão	II.106
7.3.4. Desenho da corta do Reservatório	II.109
7.3.5. Desenho da corta do NOA	II.111
7.3.6. Desenho da corta do Pinheiro	II.112
7.4. Inventário da Mineralização	II.114

7.5. Vida útil e faseamento da mina	II.116
7.5.1. Vida útil e opções de exploração	II.116
7.5.2. Horários das atividades	II.125
7.5.3. Planeamento da exploração na Alternativa 1	II.126
7.5.4. Planeamento da exploração na Alternativa 2	II.127
7.5.5. Planeamento da Exploração na Alternativa 3	II.129
7.6. Método de exploração	II.130
7.6.1. Ciclo de produção	II.130
7.6.2. Operações preparatórias	II.131
7.6.3. Desmonte.....	II.133
7.6.3.1. Perfuração	II.133
7.6.3.2. Carregamento	II.135
7.6.3.3. Detonação	II.137
7.6.4. Controlo de teores e extração de material	II.138
7.6.5. Remoção e transporte	II.141
7.6.6. Armazenamento e gestão da mineralização bruta	II.141
7.6.7. Tratamento e beneficiação.....	II.142
7.6.8. Parqueamento e expedição	II.142
7.7. Equipamentos	II.143
7.8. Recursos humanos	II.145
7.8.1. Sumário e estratégia	II.145
7.8.2. Pessoal da exploração.....	II.146
7.8.3. Pessoal de Processamento	II.149
7.8.4. Pessoal Administrativo.....	II.150
7.9. Instalações auxiliares	II.151
8. UNIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE ESPODUMENA	II.152
8.1. Avaliação da localização da unidade de concentração de espodumena	II.152
8.1.1. Opção 1 – Localização a cotas mais elevadas	II.155
8.1.2. Opção 2 – Localização a cotas mais reduzidas	II.155
8.1.3. Avaliação da localização	II.156
8.1.4. Comparação dos custos de capital	II.156
8.1.5. Conclusões	II.157
8.2. Descrição do processamento	II.158
8.2.1. Introdução	II.158
8.2.2. Critérios de desenho da unidade de processamento	II.164
8.2.3. Descrição do processamento	II.164
8.2.4. Britagem.....	II.165
8.2.5. Circuito de remoção da mica (Classificador de Refluxo)	II.166
8.2.6. Moagem	II.167
8.2.7. Circuito de preparação de alimentação da espodumena.....	II.167
8.2.8. Circuito de flutuação da espodumena.....	II.169
8.2.9. Remoção do excesso de água do concentrado de espodumena, manuseamento e armazenamento	II.169
8.2.10. Remoção do excesso de água dos subprodutos a granel, manuseamento e armazenamento	II.170
8.2.11. Filtragem/Remoção do excesso de água e sistema de deposição a seco de rejeitados II.170	
8.2.12. Água limpa	II.171
8.2.13. Água de processamento	II.171
8.3. Tratamento de água	II.172
8.3.1. Dimensionamento e pressupostos.....	II.172
8.3.2. Otimização do tratamento de água	II.174

8.3.3. Reagentes para tratamento de água.....	II.174
9. ABASTECIMENTO E DRENAGEM.....	II.176
9.1. Gestão da drenagem das águas superficiais.....	II.176
9.1.1. Objetivos do desenho conceptual.....	II.176
9.1.2. Base do dimensionamento.....	II.176
9.1.3. Sistema de gestão das águas superficiais.....	II.178
9.1.3.1. Geral.....	II.178
9.1.3.2. Dimensionamento.....	II.179
9.1.3.3. Construção.....	II.180
9.1.3.4. Operação.....	II.180
9.1.3.5. Pós-encerramento.....	II.181
9.1.4. Desvios das águas superficiais.....	II.181
9.1.5. Colheita de águas superficiais.....	II.183
9.1.6. Sistemas de drenagem.....	II.183
9.1.6.1. Escoamento superficial.....	II.183
9.1.6.2. Estruturas de engenharia.....	II.185
9.1.6.3. Abastecimento de água.....	II.186
9.1.7. Opções de gestão de águas superficiais.....	II.187
9.1.7.1. Opção 1 – Minimizar estruturas de controlo.....	II.187
9.1.7.2. Opção 2 – Controlo de sedimentos com T = 2 anos.....	II.190
9.1.7.3. Opção 3 – Baixo impacte na qualidade da água a jusante.....	II.195
9.1.7.4. Avaliação das opções de gestão de águas superficiais.....	II.198
9.1.7.5. Comparação de custos de capital de gestão de águas superficiais.....	II.199
9.1.8. Conclusões sobre a gestão de águas superficiais.....	II.202
9.1.9. Construção da drenagem.....	II.205
9.2. Gestão das águas subterrâneas.....	II.206
9.3. Abastecimento de água.....	II.206
9.3.1. Necessidade de água.....	II.207
9.3.2. Sistema de Abastecimento de Água.....	II.208
9.3.3. Bases do dimensionamento conceptual.....	II.209
9.3.4. Opções de abastecimento de água.....	II.209
9.3.5. Parâmetros de dimensionamento do abastecimento de água.....	II.211
9.3.6. Modelo da precipitação.....	II.212
9.3.7. Opções de abastecimento de água.....	II.218
9.3.8. Opção 1 – Extração de águas subterrâneas.....	II.218
9.3.9. Opção 2 – Captação de águas superficiais (dentro da área de exploração) e armazenamento.....	II.222
9.3.10. Opção 3 – Captação de águas (das áreas de exploração e do rio Covas).....	II.227
9.3.11. Requisitos de filtragem/tratamento de água.....	II.233
9.3.12. Avaliação das opções de abastecimento de água.....	II.233
9.3.13. Conclusões das opções de abastecimento de água.....	II.234
9.3.14. Recomendações.....	II.235
9.4. Energia elétrica.....	II.236
9.5. Combustíveis.....	II.239
9.6. Comunicações.....	II.240
9.7. Esgotos.....	II.241
10. GESTÃO DE RESÍDUOS.....	II.242
10.1. Resíduos mineiros.....	II.242
10.2. Resíduos não mineiros.....	II.242
10.3. Medidas de gestão específicas.....	II.244
11. PREVENÇÃO E CONTROLO INTEGRADOS DA POLUIÇÃO.....	II.245
11.1. Medidas gerais.....	II.245
11.2. Medidas específicas.....	II.259

III. PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS

1. CONCEÇÃO E JUSTIFICAÇÃO	III.1
2. ENQUADRAMENTO	III.2
3. CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO ENVOLVENTE	III.3
3.1. Enquadramento geológico.....	III.3
3.2. Hidrologia e hidrogeologia.....	III.4
4. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE ATERRO	III.6
4.1. Origem.....	III.6
4.2. Natureza	III.7
4.3. Estéril	III.8
4.3.1. Caracterização geoquímica	III.10
4.3.1.1. Enxofre e Carbono Total	III.13
4.3.1.2. Resultados da análise multi-elementar	III.13
4.3.1.3. Enriquecimento de elementos	III.14
4.3.1.4. Triagem preliminar da qualidade do solo	III.14
4.3.1.5. Fase 2 – Análise geoquímica das rochas estéreis.....	III.15
4.3.1.6. Balanço Ácido-Base	III.15
4.3.1.7. Geração de Ácido Efetiva.....	III.16
4.3.1.8. Potencial de geração de ácido	III.17
4.3.1.9. Análise do balanço Ácido-Base.....	III.18
4.3.1.10. Enriquecimento Multi-Elementos	III.19
4.3.1.11. Comportamento lixiviante.....	III.20
4.3.1.12. Implicações para a gestão da rocha estéril.....	III.22
4.3.1.13. Dimensionamento da gestão de rocha estéril	III.23
4.3.2. Caracterização geotécnica da rocha estéril	III.24
4.4. Rejeitados	III.25
4.4.1. Caracterização Geoquímica dos Rejeitados.....	III.25
4.4.2. Caracterização geoquímica da amostra de rejeitados	III.26
4.4.2.1. Balanço Ácido-Base	III.26
4.4.2.2. Geração de Ácido Efetiva.....	III.27
4.4.2.3. Potencial de geração de ácido	III.27
4.4.2.4. Resultados de multi-elementos	III.29
4.4.2.5. Enriquecimento de elementos.....	III.29
4.4.2.6. Triagem Preliminar da Qualidade do Solo	III.31
4.4.2.7. Dados de referência do solo	III.32
4.4.2.8. Base de dados das sondagens e dos resultados analíticos	III.33
4.4.2.9. Análise do extrato de água destilada	III.35
4.4.2.10. Diretrizes da UE para água potável	III.35
4.4.2.11. Medidas de controlo das escombrelas	III.37
4.4.2.12. Conclusões	III.37
4.4.3. Caracterização geotécnica de rejeitados	III.38
4.4.3.1. Teste de classificação	III.39
4.4.3.2. Relação Humidade - Densidade	III.40
4.4.3.3. Teste de dispersão.....	III.40
4.4.3.4. Avaliação da resistência.....	III.40
5. ESCOMBREIRAS	III.41
5.1. Introdução	III.41
5.2. Objetivos	III.42
5.3. Base do projeto	III.42
5.3.1. Geral	III.42
5.3.2. Categoria do projeto	III.43
5.3.3. Critérios do projeto.....	III.44
5.4. Parâmetros do projeto.....	III.44
5.4.1. Rocha estéril.....	III.44

5.4.2. Rejeitados	III.45
5.4.3. Parâmetros adotados	III.46
5.4.4. Avaliação de risco	III.50
5.5. Geotecnia	III.51
5.5.1. Introdução	III.51
5.5.2. Pressupostos gerais	III.52
5.5.3. Detalhes da modelação	III.52
5.5.4. Geometria modelada	III.53
5.5.5. Propriedades dos materiais	III.53
5.5.6. Resultados da modelação	III.54
5.6. Parâmetros do projeto sísmico	III.55
5.6.1. Enquadramento	III.55
5.6.2. Categorias do projeto sísmico	III.56
5.6.3. Sismo Base do Projeto (SBP)	III.57
5.6.4. Sismo Máximo do Projeto (SMP)	III.58
5.6.5. Sismo Máximo Credível (SMC)	III.58
5.6.6. Projeto estrutural	III.59
5.6.7. Resumo	III.61
5.7. Construção e funcionamento	III.62
5.7.1. Gestão de águas superficiais e controlo de sedimentos	III.62
5.7.2. Desenvolvimento de áreas de empréstimo	III.63
5.7.3. Remoção da vegetação	III.63
5.7.4. Gestão de solos vegetais	III.63
5.7.5. Preparação das bacias de decantação	III.63
5.7.6. Fundação	III.64
5.7.7. Operação	III.64
5.7.8. Operação em clima húmido	III.65
5.8. Acesso às escombrelas	III.65
5.9. Principais riscos e medidas preventivas	III.67
5.9.1. Sedimentos	III.67
5.9.2. Qualidade da água nas descargas	III.68
5.9.3. Poeiras	III.68
5.9.4. Segurança dos trabalhadores	III.69
5.10. Procedimento de controlo e monitorização	III.70
6. GESTÃO E FASEAMENTO DAS ESCOMBREIRAS	III.71
6.1. Opções para escombrelas e deposição de rejeitados a seco	III.71
6.1.1. Opção 1 – Maximizar o armazenamento nas cortas	III.71
6.1.2. Opção 2 – Combinação de armazenamento dentro e fora da corta	III.73
6.1.3. Opção 3 – Armazenamento fora das cortas e opção das escombrelas Sul e Oeste	III.75
7. CLASSIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS	III.82
7.1. Classificação	III.82
7.2. Características estruturais da instalação	III.82
8. ENCERRAMENTO E REABILITAÇÃO DA ÁREA	III.84
IV. PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE	
1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	IV.1
2. POLÍTICA DA EMPRESA	IV.2
3. OBJETIVOS	IV.3
4. REGULAMENTAÇÃO E NORMALIZAÇÃO	IV.5
5. ORGANIZAÇÃO E RESPONSABILIDADES	IV.10
6. COMUNICAÇÃO INTERNA E CONSULTA	IV.13

7. ANÁLISE DE RISCOS	IV.14
8. PLANOS DE PREVENÇÃO	IV.20
8.1. Plano de sinalização e circulação	IV.20
8.2. Plano de proteção coletiva	IV.23
8.3. Plano de proteção individual	IV.25
8.4. Plano de manutenção dos equipamentos	IV.26
8.5. Plano de saúde dos trabalhadores	IV.27
8.6. Serviços de segurança e higiene no trabalho	IV.27
9. GESTÃO DE INCIDENTES E ACIDENTES	IV.29
10. PLANO DE INFORMAÇÃO E FORMAÇÃO DOS TRABALHADORES	IV.31
11. PLANO DE VISITANTES	IV.32
12. PLANO DE EMERGÊNCIA.....	IV.33
12.1. Meios de combate a incêndios	IV.33
12.2. Primeiros socorros	IV.33
12.3. Socorristas e equipas de emergência	IV.34
12.4. Assistência médica.....	IV.34
12.5. Resposta à emergência.....	IV.35
13. INSTALAÇÕES SOCIAIS E DE HIGIENE	IV.36
14. TRABALHADORES SUBCONTRATADOS.....	IV.37
15. MONITORIZAÇÃO DO DESEMPENHO	IV.38
V. PLANO DE RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA	
1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	V.1
2. CARATERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE PROJETO.....	V.3
3. SOLUÇÃO DE RECUPERAÇÃO	V.6
3.1. Enquadramento.....	V.6
3.2. Tipologias de intervenção.....	V.8
3.3. Faseamento da recuperação.....	V.11
4. MODELAÇÃO DO TERRENO E DRENAGEM	V.15
5. TERRA VEGETAL	V.16
6. REVESTIMENTO VEGETAL	V.18
6.1. Preparação do terreno.....	V.18
6.2. Estrutura verde.....	V.18
7. MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	V.24
8. CALENDARIZAÇÃO DA RECUPERAÇÃO	V.26
9. ORÇAMENTOS DA RECUPERAÇÃO	V.27
VI. PLANO DE DESATIVAÇÃO	
1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	VI.1
2. EQUIPAMENTOS MÓVEIS	VI.2
3. DESATIVAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	VI.3
3.1. Técnicas e procedimentos.....	VI.3
3.1.1. Unidade de Processamento e Infraestrutura	VI.3
3.1.2. Instalações elétrica, estrutural, mecânica e de tubagem	VI.3
3.1.3. Estruturas de betão.....	VI.4
3.1.4. Cortas	VI.4
3.1.5. Instalações de resíduos	VI.5
3.1.6. Estruturas de desvio de águas e de decantação	VI.5
3.2. Destino das instalações, equipamentos e materiais.....	VI.6
3.3. Recursos humanos e equipamentos	VI.7

3.4. Acessos	VI.7
3.5. Faseamento das operações	VI.7
4. AMBIENTE	VI.8
4.1. Resíduos.....	VI.8
4.2. Ruídos e poeiras.....	VI.9
5. SISTEMAS DE SEGURANÇA.....	VI.10
5.1. Considerações gerais	VI.10
5.2. Principais riscos e medidas de prevenção.....	VI.10
5.3. Sinalização	VI.12
5.4. Equipamentos de proteção individual	VI.13
5.5. Meios de emergência e primeiros socorros	VI.14
5.6. Instalações de higiene	VI.14
5.7. Medidas cautelares.....	VI.15
6. MONITORIZAÇÃO	VI.16
7. RECURSOS HUMANOS.....	VI.17
8. ORÇAMENTO DA DESATIVAÇÃO.....	VI.18
VII. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA	
1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	VII.1
2. CONCEITO DO ESTUDO ECONÓMICO.....	VII.3
2.1. Estimativa de Recursos e Alvo de Prospecção	VII.3
2.2. Inventário mineiro	VII.4
2.3. Custos da exploração	VII.5
2.4. Beneficiação (Concentração).....	VII.8
2.5. Deposição a seco dos rejeitados	VII.10
2.6. Transporte e logística	VII.10
2.7. Infraestrutura	VII.11
2.8. CAPEX.....	VII.11
2.8.1. Exploração Mineira.....	VII.11
2.8.2. Lavaria.....	VII.12
2.9. OPEX.....	VII.13
2.10. Fixação de preços do produto	VII.14
2.11. Análise financeira	VII.15
2.12. Imposto e Royalties	VII.17
2.13. Custos de reabilitação e sociais	VII.18
2.14. Análise de sensibilidade	VII.19
VIII. CALENDARIZAÇÃO DAS ATIVIDADES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	
1. CALENDARIZAÇÃO DAS ATIVIDADES	VIII.1
2. CONSIDERAÇÕES FINAIS	VIII.5
IX. BIBLIOGRAFIA	
X. ANEXOS	
XI. DOCUMENTOS	
XII. PEÇAS DESENHADAS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 – Vista parcial da área de concessão da Mina do Barroso.	I.6
Figura I.2 – Vista parcial da área de concessão da Mina do Barroso (em primeiro plano trabalhos mineiros e de prospeção; em segundo planos as povoações de Muro e Romainho).....	I.6
Figura I.3 – Localização da concessão de exploração da Mina do Barroso a nível nacional e regional.	I.8
Figura I.4 – Localização administrativa da área de concessão de exploração e opção de acessos da Mina do Barroso.	I.9
Figura I.5 – Localização da área e proposta de ampliação da concessão de exploração da Mina do Barroso.	I.11
Figura I.6 – Distância às povoações envolventes à da área de concessão de exploração da Mina do Barroso.	I.12
Figura I.7 – Áreas sensíveis em âmbito de conservação da natureza.	I.14
Figura II.1 – Cronologia do projeto da Mina do Barroso.	II.6
Figura II.2 – Área de concessão C-100 e localização dos depósitos e dos afloramentos de pegmatito.	II.6
Figura II.3 – Evolução da concessão e dos trabalhos de prospeção realizados.	II.7
Figura II.4 – Mina do Barroso.	II.10
Figura II.5 – Esquema da Mina na Alternativa 1.	II.12
Figura II.6 – Esquema da Mina na Alternativa 2.	II.13
Figura II.7 – Esquema da Mina na Alternativa 3.	II.14
Figura II.8 – Mapa de localização da Mina do Barroso.	II.16
Figura II.9 - Propriedade dos terrenos da Mina do Barroso.	II.19
Figura II.10 - Geologia Regional e Principais Áreas Prospetivas para Lítio.	II.21
Figura II.11 - Enquadramento da Geologia Regional Geológico (corte transversal).	II.23
Figura II.12 - Mapa geológico regional da região da Mina do Barroso mostrando o traçado do limite da concessão C-100.	II.24
Figura II.13 - Afloramentos do Pegmatito do Grandão.	II.25
Figura II.14 - Secção Transversal Geológica Simplificada do Grandão.	II.26
Figura II.15 - Mapa estrutural dos pegmatitos de lítio do Grandão com base nas observações estruturais do bandado aplitopegmatítico, dobras e falhas.	II.26
Figura II.16 - Afloramento do pegmatito do Reservatório mostrando bandado aplitopegmatítico.	II.27
Figura II.17 - Secção Geológica Simplificada do Reservatório.	II.28
Figura II.18 - Secção Geológica Simplificada no NOA.	II.28
Figura II.19 - Pegmatito exposto na corta do NOA.	II.29
Figura II.20 - Secção Geológica Simplificada no Pinheiro.	II.30
Figura II.21 - Mapa Estrutural do Pinheiro com os Pegmatitos de Lítio e de Estanho.	II.30
Figura II.22 - Afloramento de Aplitopegmatito no Pinheiro.	II.31
Figura II.23 - Mapa com a localização dos afloramentos de pegmatitos e das medições estruturais realizadas no Grandão.	II.32
Figura II.24 - Diagrama estereográfico (projeção de área igual) do Bandado Aplitopegmatítico (BA) no Grandão.	II.33
Figura II.25 - Modelo idealizado para explicar as diferentes estruturas formadas em relação à “Zona de cisalhamento NOA-Grandão” e ao “Cisalhamento Pinheiro-Carvalha da Bâcora-Alto dos Cortiços”.	II.34
Figura II.26 - Lâmina Delgada da Amostra GR4 do Grandão.	II.35
Figura II.27 - Lâmina Delgada da Amostra GR1 no Pegmatito.	II.36

Figura II.28 - Lâmina Delgada da Amostra GR3 no Aplitopegmatito.	II.36
Figura II.29 - Lâmina Delgada de uma Amostra de Superfície do Pegmatito do NOA.	II.37
Figura II.30 - Comparação dos Resultados da Mineralogia do QEMSCAN, da Difração de Raios X e Normativa.	II.39
Figura II.31 - Mineralização do pegmatito com Composição Mineral Média.	II.40
Figura II.32 - Sonda de circulação inversa e amostras recolhidas para registo geológico.	II.42
Figura II.33 - Equipamento de sondagens carotadas e amostras recolhidas para registo geológico.	II.42
Figura II.34 - Localização das Sondagens.	II.43
Figura II.35 - Centro de Informação da Mina do Barroso.	II.44
Figura II.36 - Evolução do Recurso de Mina do Barroso.	II.46
Figura II.37 - fluxograma básico para a produção dos produtos de quartzo e feldspato de alta qualidade.	II.48
Figura II.38 – Acessos da Mina do Barroso na Alternativa 1.	II.57
Figura II.39 – Acessos da Mina do Barroso na Alternativa 2.	II.58
Figura II.40 – Acessos da Mina do Barroso na Alternativa 3.	II.58
Figura II.41 - Pontos de Localização de Construção Inicial de Equipamentos.	II.63
Figura II.42 - Secção transversal da estrada – escavação tipo 1.	II.69
Figura II.43 - Secção transversal da estrada – escavação tipo 2.	II.69
Figura II.44 - Secção transversal da valeta.	II.70
Figura II.45 - Secção transversal da superfície da estrada.	II.70
Figura II.46 - Secção transversal da guarda de segurança da estrada.	II.71
Figura II.47 - Secção transversal da estrada – escavação tipo 3.	II.72
Figura II.48 - Secção transversal da estrada – enchimento.	II.72
Figura II.49 - Secção transversal da estrada – escavação e enchimento.	II.73
Figura II.50 - Secção transversal da estrada – escavação e enchimento (altura de enchimento >4m).	II.73
Figura II.51 - Localização das opções para a estrada de acesso ao projeto.	II.74
Figura II.52 - Localização das Travessias Existentes e Propostas.	II.77
Figura II.53 - Desenho do traçado da estrada e da ponte para atravessar o Rio Beça.	II.78
Figura II.54 - Ponto de travessia proposto para o Rio Beça.	II.78
Figura II.55 - Ponto de travessia proposto para o rio Covas.	II.79
Figura II.56 - Secção longitudinal da construção da ponte.	II.79
Figura II.57 - Detalhe da secção longitudinal da construção da ponte.	II.80
Figura II.58 - Secção transversal da construção da ponte.	II.80
Figura II.59 - Localização da opção 1 da estrada interna de transporte de material do projeto.	II.84
Figura II.60 - Localização da opção 2 da estrada interna de transporte de material do projeto.	II.84
Figura II.61 - Disposição e planta da Oficina de Equipamentos Móveis.	II.88
Figura II.62 - Vistas Frontal e Lateral da Oficina de Equipamentos Móveis.	II.88
Figura II.63 - Localização da Oficina de Equipamentos Móveis.	II.89
Figura II.64 - Disposição do Edifício de Administração.	II.90
Figura II.65 - Localização do Edifício de Administração.	II.91
Figura II.66 – Esquema da mina na Alternativa 1.	II.93
Figura II.67 – Esquema da mina na Alternativa 2.	II.94
Figura II.68 – Esquema da mina na Alternativa 3.	II.95
Figura II.69 - Sectores do Domínio Geotécnico do Grandão.	II.100
Figura II.70 - Sectores do Domínio Geotécnico do Reservatório.	II.101
Figura II.71 - Sectores do Domínio Geotécnico do NOA.	II.102

Figura II.72 - Corta Ótima do Grandão.....	II.104
Figura II.73 - Corta Ótima do Pinheiro.....	II.105
Figura II.74 - Corta Ótima do Reservatório.....	II.105
Figura II.75 - Corta Ótima do NOA.....	II.106
Figura II.76 - Desenho da fase 1 da corta do Grandão.....	II.107
Figura II.77 - Desenho final da corta do Grandão.....	II.107
Figura II.78 - Secção transversal do Grandão mostrando as fases da corta.....	II.109
Figura II.79 - Desenho da fase 1 da corta do Reservatório.....	II.110
Figura II.80 - Desenho da fase 2 (final) da corta do Reservatório.....	II.110
Figura II.81 - Mineralização do Reservatório.....	II.111
Figura II.82 - Desenho da corta do NOA.....	II.111
Figura II.83 - Mineralização do NOA.....	II.112
Figura II.84 - Desenho final da corta do Pinheiro.....	II.112
Figura II.85 - Zonas mineralizadas do Pinheiro.....	II.113
Figura II.86 - Inventário da Mineralização e configuração conceptual das cortas.....	II.115
Figura II.87 - Planeamento da Exploração da Mina do Barroso – Alternativa 1.....	II.127
Figura II.88 - Planeamento da Exploração da Mina do Barroso – Alternativa 2.....	II.128
Figura II.89 - Planeamento da Exploração da Mina do Barroso – Opção 3.....	II.130
Figura II.90 – Ilustração das atividades do ciclo de produção da mina.....	II.131
Figura II.91 - Imagens de perfuradoras.....	II.134
Figura II.92 - Esquema da configuração de furo e da malha de detonação.....	II.134
Figura II.93 - Exemplo da entrega de explosivos a granel © Copyright 2017 Orica Limited.....	II.136
Figura II.94 - Exemplo de explosivos para a fragmentação de rocha.....	II.136
Figura II.95 - Detonadores típicos utilizados na iniciação dos explosivos.....	II.137
Figura II.96 - Técnicos a preparar a detonação de um desmonte © Copyright 2017 Orica Limited.....	II.137
Figura II.97 - Equipamento de perfuração de desmonte e controlo de teores.....	II.138
Figura II.98 - Plano de Exploração de Bancadas mostrando a classificação do material extraído.....	II.139
Figura II.99 - Marcação da mineralização na base da corta.....	II.139
Figura II.100 - Secção transversal esquemática da perda de mineralização e diluição planeadas.....	II.140
Figura II.101 - Vista aérea da disposição do stock de mineralização bruta.....	II.141
Figura II.102 - Exemplos de equipamentos que se espera utilizar na Mina do Barroso.....	II.144
Figura II.103 - Sumário de mão-de-obra requerida para o projeto.....	II.146
Figura II.104 - Organização da Estrutura do Departamento de Exploração da Empresa.....	II.147
Figura II.105 - Estrutura Organizacional dos Empreiteiros.....	II.149
Figura II.106 - Estrutura organizacional da Unidade de Processamento.....	II.150
Figura II.107 - Quadro organizacional do Departamento Administrativo.....	II.150
Figura II.108 - Opções de localização da unidade de concentração espodumena.....	II.153
Figura II.109 - Imagem 3D da Disposição da Lavaria com os Pontos de Acesso.....	II.158
Figura II.110 - Planta esquemática da Lavaria com os Pontos de Acesso.....	II.159
Figura II.111 - Imagem das áreas cobertas da lavaria.....	II.159
Figura II.112 – Imagem 3D da unidade de processamento vista para Sul (no local da Opção 2) com alturas de construção.....	II.160
Figura II.113 - Imagem 3D da unidade de processamento vista para Norte (no local da opção 2).....	II.160
Figura II.114 – Layout de Engenharia da Lavaria.....	II.161
Figura II.115 - Fluxograma do processamento da lavaria.....	II.165

Figura II.116 - Exemplo de uma célula de flutuação a ar forçado.....	II.168
Figura II.117 - Bacias Hidrográficas Perturbadas da Mina do Barroso.....	II.184
Figura II.118 - Opção 1 do modelo de blocos anual de gestão de água.....	II.189
Figura II.119 - Disposição da Opção 1 de gestão de águas superficiais.....	II.190
Figura II.120 - Opção 2 do modelo de blocos anual de gestão de água.....	II.194
Figura II.121 - Disposição da Opção 2 de gestão de águas superficiais.....	II.195
Figura II.122 - Opção 3 do modelo de blocos anual de gestão de água.....	II.197
Figura II.123 - Disposição da Opção 3 de gestão de águas superficiais.....	II.198
Figura II.124 - Infraestrutura de Gestão de Águas Superficiais da Área da Corta do Grandão.....	II.203
Figura II.125 - Infraestrutura de Gestão de Águas Superficiais da Área da Lavaria.....	II.204
Figura II.126 - Infraestrutura de Gestão de Águas Superficiais da Área Oeste.....	II.204
Figura II.127 - Secção transversal tipo de um canal de desvio.....	II.205
Figura II.128 - Secção transversal tipo da construção de um canal de desvio.....	II.205
Figura II.129 - Secção transversal de uma estrutura de controlo de sedimentos.....	II.206
Figura II.130 - Diagrama de bloco simplificado do fluxo de água do projeto.....	II.208
Figura II.131 - Necessidade e abastecimento da água no Ano 1.....	II.210
Figura II.132 - Necessidade e abastecimento da água para a estabilidade operacional.....	II.210
Figura II.133 - Couto De Dornelas – Análise da Precipitação Diária.....	II.215
Figura II.134 - Couto De Dornelas – Análise da Precipitação de 48 horas.....	II.216
Figura II.135 - Couto De Dornelas – Análise da Precipitação de 72 horas.....	II.216
Figura II.136 - Couto De Dornelas – Gráficos de Altura/Duração/Frequência.....	II.217
Figura II.137 - Estatísticas Mensais de Precipitação.....	II.217
Figura II.138 - Diagrama de Blocos de Fluxos para a Opção 1 de abastecimento de água.....	II.220
Figura II.139 - Abastecimento de água e carência mensal para a Opção 1 em condições climáticas médias.....	II.221
Figura II.140 - Abastecimento de água e carência mensais para a Opção 1 em condições secas com T = 10 anos.....	II.221
Figura II.141 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições climáticas médias (Ano 1-7).....	II.223
Figura II.142 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições secas com T = 10 anos (Ano 1-7).....	II.223
Figura II.143 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições climáticas médias (Ano 8+).....	II.224
Figura II.144 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições secas com T = 10 anos (Ano 8+).....	II.225
Figura II.145 - Diagrama de blocos de fluxos para a Opção 2 de abastecimento de água.....	II.226
Figura II.146 - Modelo de blocos de fluxos para a Opção 3 de abastecimento de água.....	II.228
Figura II.147 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 para condições médias (ano 1-7).....	II.230
Figura II.148 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 condições secas com T = 10 anos (ano 1-7).....	II.231
Figura II.149 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 para condições médias (ano 8+).....	II.231
Figura II.150 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 em condições secas com T = 10 anos (ano 8+).....	II.232
Figura II.151 - Ligação de energia e localização da infraestrutura de energia.....	II.236
Figura II.152 – Desvio da linha elétrica na Alternativa 1.....	II.238

Figura II.153 – Desvio da linha elétrica nas Alternativas 2 e 3.....	II.238
Figura II.154 - Exemplo de um tanque de betão para armazenamento de diesel.....	II.240
Figura II.155 - Exemplo de uma área de abastecimento de combustível.....	II.240
Figura II.156 - Exemplo da estação de tratamento de esgotos proposta.....	II.241
Figura III.1 - Diagrama Triangular da Composição do Xisto.....	III.9
Figura III.2 - Imagem da litologia típica do xisto mostrando silicificação.....	III.9
Figura III.3 - Imagem do Pegmatito típico.....	III.10
Figura III.4 - Localização das amostras de avaliação.....	III.11
Figura III.5 - Secção transversal do Grandão com a localização das amostras AMD, AMD023 e AMD024.....	III.12
Figura III.6 - Potencial de geração de ácido.....	III.18
Figura III.7 - Potencial de geração de ácido.....	III.28
Figura III.8 - Detalhes da evolução/construção da Escombreira Sul.....	III.48
Figura III.9 - Detalhes da evolução/construção da Escombreira Sul.....	III.49
Figura III.10 - Modelo Europeu de Risco Sísmico 2013.....	III.56
Figura III.11 - Espectro de resposta de 1 000/10 000 anos para avaliação de perigos.....	III.58
Figura III.12 - Espectro de resposta de 2 500 anos - Avaliação de risco sísmico.....	III.61
Figura III.13 - Opção 1 da estrada de acesso interno.....	III.66
Figura III.14 - Opção 2 da estrada de acesso interno.....	III.67
Figura III.15 - Fluxos de material na Opção 1.....	III.72
Figura III.16 - Localização e extensão das escombreiras da Opção 1.....	III.72
Figura III.17 – Fluxos de material na Opção 2.....	III.73
Figura III.18 - Localização e extensão das escombreiras da Opção 2.....	III.74
Figura III.19 – Fluxos de material na Opção 3.....	III.75
Figura III.20 – Localização e extensão das escombreiras da Opção 3.....	III.76
Figura III.21 - Perfil de desenvolvimento da Escombreira Sul.....	III.77
Figura III.22 - Perfil de desenvolvimento da Escombreira Oeste.....	III.78
Figura III.23 - Disposição do desenvolvimento da Escombreira Sul nos anos 1 e 2 (zona assinalada a verde representa a extensão da reabilitação; estruturas a salmão representam pargas).....	III.79
Figura III.24 - Disposição do desenvolvimento da Escombreira Sul nos anos 7 e 8 (zona assinalada a verde representa a extensão da reabilitação; estruturas a salmão representam pargas).....	III.79
Figura III.25 - Disposição do desenvolvimento da Escombreira Sul nos anos 13 e 14 (zona assinalada a verde representa a extensão da reabilitação; estruturas a salmão representam pargas).....	III.80
Figura III.26 - Disposição do desenvolvimento da Escombreira Oeste para os anos 7 e 8 (zona assinalada a verde representa a extensão da reabilitação; estruturas a salmão representam pargas).....	III.80
Figura III.27 - Disposição do desenvolvimento da Escombreira Oeste para o ano 13 (zona assinalada a verde representa a extensão da reabilitação).....	III.81
Figura V.1 – Panorâmica da área de concessão mineira e envolvente Norte a partir de imagem aérea de drone.....	V.4
Figura V.2 – Panorâmica da atual área de exploração mineira obtida a partir de imagem aérea de drone.....	V.5
Figura V.3 – Perfil esquemático da recuperação paisagística nas cortas com solução de aterro e revegetação dos patamares e lagoa na base da corta.....	V.9
Figura V.4 – Perfil esquemático da recuperação paisagística nas cortas com solução de enchimento e com instalação de resíduos.....	V.10

Figura V.5 - Perfil esquemático da recuperação paisagística nas cortas com solução de aterro nos patamares de escavação.....	V.10
Figura V.6 – Perfil esquemático da recuperação paisagística nas áreas infraestruturadas.....	V.11
Figura V.7 - Perfil esquemático no estágio de crescimento inicial de uma cortina arbórea (1- 2 anos).....	V.22
Figura V.8 - Perfil esquemático no estágio de crescimento intermédio de uma cortina arbórea.....	V.22
Figura V.9 - Módulo da plantação de árvores com vista a criar uma cortina vegetal ao longo dos acessos mineiros internos.....	V.23
Figura VI.1 – Combro e bancada superficial no perímetro das cortas, no encerramento.....	VI.4
Figura VII.1 - Alimentação anual de mineralização da Mina do Barroso.....	VII.6
Figura VII.2 - Fluxo de caixa da vida útil da mina com desconto pré-impostos.....	VII.17

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I.1 – Enquadramento do Projeto.....	I.17
Quadro II.1 – Áreas envolvidas no projeto sujeito a AIA em 2003.	II.2
Quadro II.2 – Áreas envolvidas no projeto de ampliação da mina em 2020.	II.2
Quadro II.3 – Distâncias em metros entre as cortas e as localidades.....	II.17
Quadro II.4 - Mineralogia das Amostras – QEMSCAN, Difração de Raios X e Normativa.....	II.38
Quadro II.5 - Cálculo de Mineralogia Normativa.....	II.38
Quadro II.6 - Resumo das sondagens da Mina do Barroso julho 2017 a maio 2019.	II.41
Quadro II.7 - Sumário da Estimativa de Recursos Minerais da Mina do Barroso.....	II.45
Quadro II.8 - Resumo dos Recursos Minerais em maio 2019 (com um teor de corte de 0,5% Li ₂ O).....	II.45
Quadro II.9 - Sumário do Alvo de Prospeção da Mina do Barroso.....	II.46
Quadro II.10 - Sumário dos Recursos Minerais de Subprodutos.	II.47
Quadro II.11 - Mineralogia Normativa para o Grandão.	II.50
Quadro II.12 - Pacotes preliminares do contrato de construção.	II.55
Quadro II.13 – Comprimento dos acessos.	II.59
Quadro II.14 - Parâmetros gerais do projeto.	II.66
Quadro II.15 - Parâmetros de projeto da estrada de acesso à lavaria.	II.67
Quadro II.16 - Principais quantidades da construção.....	II.76
Quadro II.17 - Comparação preliminar de custos das opções.	II.76
Quadro II.18 - Resumo dos valores das estradas de transporte interno.	II.85
Quadro II.19 - Matriz de avaliação das opções da estrada de acesso.....	II.86
Quadro II.20 – Áreas das diversas zonas que constituem cada alternativa de projeto.	II.96
Quadro II.21 – Principais áreas envolvidas no projeto de ampliação da Mina do Barroso.....	II.97
Quadro II.22 - Critérios de dimensionamento dos taludes de escavação recomendados para o Grandão.....	II.99
Quadro II.23 - Critérios de dimensionamento do talude de escavação recomendados para o Reservatório.	II.100
Quadro II.24 - Critérios de dimensionamento do talude de escavação recomendados para o NOA.	II.102
Quadro II.25 - Parâmetros da Otimização.....	II.103
Quadro II.26 - Critérios de Desenho das Rampas.....	II.106
Quadro II.27 - Inventário da Mineralização.....	II.115
Quadro II.28 - Extração da Mineralização.	II.117
Quadro II.29 – Quantidades de Estéril.	II.118
Quadro II.30 - Cronograma de atividades na Alternativa 1.	II.120
Quadro II.31 - Cronograma de atividades na Alternativa 2.	II.121
Quadro II.32 - Cronograma de atividades na Alternativa 3.	II.122
Quadro II.33 – Escavação anual na mina (anos de funcionamento da mina).	II.124
Quadro II.34 – Períodos de trabalho das diversas atividades na mina.	II.125
Quadro II.35 – Planeamento da Exploração na Alternativa 1 - Resumo Anual da Produção.....	II.126
Quadro II.36 – Planeamento da Exploração na Alternativa 2 - Resumo Anual da Produção.....	II.128
Quadro II.37 – Planeamento da Exploração na Alternativa 3 - Resumo Anual da Produção.....	II.129
Quadro II.38 – Ciclo de produção da mina.....	II.130
Quadro II.39 - Sumário dos parâmetros de desmonte por tipo de rocha.....	II.135
Quadro II.40 - Estimativa de quantidades médias anuais de explosivo em t/ano.	II.136

Quadro II.41 – Equipamentos na Mina do Barroso durante a exploração.....	II.143
Quadro II.42 - Sumário de mão-de-obra requerida para o projeto.....	II.145
Quadro II.43 - Parâmetros de desenho dos trabalhos de terraplenagem da lavaria.....	II.154
Quadro II.44 - Avaliação de classificação ponderada para as opções de localização da lavaria.....	II.156
Quadro II.45 - Resumo da quantidade de obras de terraplenagem.....	II.157
Quadro II.46 - Comparação preliminar de custos.....	II.157
Quadro II.47 - Critérios-chave do dimensionamento do processamento.....	II.161
Quadro II.48 - Análise química de água não potável no Grandão.....	II.173
Quadro II.49 – Unidade de tratamento de água, consumo estimado anual de reagentes.....	II.174
Quadro II.50 – Armazenamento de Reagentes no local.....	II.175
Quadro II.51 - Sumário de Reagentes para a Mina do Barroso.....	II.175
Quadro II.52 - Coeficientes de Escoamento Superficial.....	II.177
Quadro II.53 - Parâmetros de Desenho da Gestão das Águas Superficiais.....	II.177
Quadro II.54 - Parâmetros de Desenho da Gestão das Águas Superficiais.....	II.181
Quadro II.55 - Matriz de avaliação das opções de gestão de águas superficiais.....	II.199
Quadro II.56 - Dimensões das estruturas de controlo de sedimentos.....	II.199
Quadro II.57 - Volumes dos principais trabalhos de terraplanagem (Ano -1).....	II.200
Quadro II.58 - Volumes dos principais trabalhos de terraplanagem (Ano 6).....	II.201
Quadro II.59 - Comparação preliminar de custos das opções (CAPEX Ano -1).....	II.202
Quadro II.60 - Necessidades médias de água do projeto.....	II.207
Quadro II.61 - Resumo de perdas de água.....	II.208
Quadro II.62 - Parâmetros principais de dimensionamento.....	II.211
Quadro II.63 - Dados anuais de precipitação a longo prazo - resumo estatístico.....	II.212
Quadro II.64 - Dados mensais da precipitação a longo prazo - resumo estatístico.....	II.212
Quadro II.65 - Padrões mensais de precipitação a longo prazo.....	II.213
Quadro II.66 - Eventos de tempestade projetados (a curto prazo): intensidade da precipitação.....	II.214
Quadro II.67 - Eventos de tempestade projetados (a curto prazo): altura da precipitação.....	II.214
Quadro II.68 - Escoamento superficial estimado na área do projeto (Anos 1 a 7).....	II.222
Quadro II.69 - Escoamento superficial estimado na área do projeto (Anos 8+).....	II.224
Quadro II.70 - Condições climáticas médias - estimativa do caudal do rio Covas.....	II.229
Quadro II.71 - Condições climáticas secas com T = 10 anos - estimativa do caudal do rio Covas.....	II.229
Quadro II.72 - Matriz de Avaliação das Opções de Abastecimento de Água.....	II.234
Quadro II.73 - Principais diplomas legais considerados no projeto conceptual do fornecimento de energia.....	II.239
Quadro II.74 – Resíduos mineiros gerados pela atividade da mina.....	II.242
Quadro II.75 – Resíduos não mineiros gerados pela atividade da mina.....	II.243
Quadro II.76 – Resíduos não mineiros gerados pela atividade da mina.....	II.245
Quadro III.1 – Quantidades de resíduos mineiros a produzir na mina.....	III.1
Quadro III.2 - Características dos principais cursos de água existentes na envolvente da mina.....	III.4
Quadro III.3 – Resumo de estéril para cada depósito.....	III.8
Quadro III.4 - Composição mineral média de pegmatito de baixo teor.....	III.10
Quadro III.5 - Sumário das amostras de avaliação de rochas estéreis.....	III.11
Quadro III.6 - Resultados do Balanço Ácido-Base.....	III.16
Quadro III.7 - Sumário do mineral Pirite em relatórios técnicos de sondagens.....	III.19
Quadro III.8 - Resumo dos pH naturais dos extratos, comparados com as diretrizes IFC para as descargas mineiras e com as diretrizes da UE para água potável.....	III.21

Quadro III.9 - Parâmetros Preliminares do Dimensionamento Geotécnico.....	III.24
Quadro III.10 - Terminologia Balanço Ácido-Base.....	III.26
Quadro III.11 - Resultados do balanço Ácido-Base da amostra de rejeitados.....	III.27
Quadro III.12 - Cálculos do balanço Ácido-Base e resultados dos ensaios de geração de ácido efetiva (NAG) das amostras de rejeitados da flutuação.....	III.27
Quadro III.13 - Resultados de ensaios, abundância média da crosta e índices de abundância geoquímica.....	III.29
Quadro III.14 - Tabela de resumo mostrando os resultados da sondagem C100 para elementos enriquecidos.....	III.31
Quadro III.15 - Resultados analíticos dos rejeitados e valores de referência da APA para solos.....	III.32
Quadro III.16 - Resultados dos ensaios e diretrizes de triagem da qualidade do solo.....	III.32
Quadro III.17 - Resultados analíticos dos rejeitados e valores médios dos resultados analíticos das sondagens.....	III.34
Quadro III.18 - Resultados analíticos dos rejeitados e valores médios dos resultados analíticos das sondagens (amostras de superfície).....	III.34
Quadro III.19 - Comparação entre os resultados das análises e as diretrizes da água potável.....	III.35
Quadro III.20 - Testes de classificação – resultados e normas relevantes.....	III.39
Quadro III.21 - Distribuição do tamanho da partícula.....	III.39
Quadro III.22 - Percentagens de alteração registadas na base de dados de sondagens.....	III.45
Quadro III.23 - Parâmetros de dimensionamento das escombreyras.....	III.46
Quadro III.24 - Sumário da Avaliação de Perigo da Escombreyra.....	III.51
Quadro III.25 - Fatores de segurança mínimos admissíveis (ANCOLD, 2019).....	III.53
Quadro III.26 - Parâmetros de resistência ao corte drenados e não drenados adotados.....	III.54
Quadro III.27 - Parâmetros de resistência ao corte pós-sísmico assumidos.....	III.54
Quadro III.28 - Resumo da Avaliação de Estabilidade da escombreyra.....	III.55
Quadro III.29 - Resumo da Avaliação de Estabilidade para a estrutura de controlo de sedimentos.....	III.55
Quadro III.30 - Períodos de retorno recomendados para sismos (probabilidade de excedência).....	III.57
Quadro III.31 – Fatores de amplificação do local Fa (Adaptado de ASCE / SEI 7-10, Tabela 11.4-1).....	III.60
Quadro III.32 – Fatores de amplificação do local Fv (Adaptado de ASCE/SEI 7-10, Tabela 11.4-2).....	III.60
Quadro III.33 – Principais riscos nas operações de aterro na mina, e respetivas medidas de prevenção.....	III.69
Quadro III.34 - Sumário da Opção 1 para áreas de escombreyra.....	III.73
Quadro III.35 - Sumário da Opção 2 para as áreas de escombreyras.....	III.74
Quadro III.36 – Sumário da Opção 3 para as áreas das escombreyras.....	III.76
Quadro IV.1 - Legislação e normalização de segurança e saúde no trabalho aplicável à mina.....	IV.5
Quadro IV.2 – Principais riscos presentes nos trabalhos de exploração da mina e respetivas medidas de prevenção.....	IV.15
Quadro IV.3 – Apresentação esquemática da sinalização a afixar na mina.....	IV.20
Quadro IV.4 – Principais medidas de proteção coletiva a aplicar na mina.....	IV.24
Quadro IV.5 – Distribuição de equipamentos de proteção individual pelos vários postos de trabalho.....	IV.26
Quadro V.1 – Sementeira herbácea (à razão de 10 g/m ²).....	V.18
Quadro V.2 - Sementeira arbustiva (à razão de 3 g/m ²).....	V.19
Quadro V.3 – Elenco vegetal proposto para as cortinas arbóreas.....	V.21
Quadro V.4 – Plano de operações para as ações de instalação e manutenção.....	V.25
Quadro V.5 - Sequência das operações de revestimento vegetal.....	V.26
Quadro V.6 – Orçamento da recuperação paisagística para a Alternativa 1.....	V.27

Quadro V.7 – Orçamento da recuperação paisagística para a Alternativa 2.	V.28
Quadro V.8 – Orçamento da recuperação paisagística para a Alternativa 3.	V.28
Quadro VI.1 – Equipamentos na Mina do Barroso durante o encerramento.	VI.2
Quadro VI.2 - Desmantelamento das instalações de apoio e anexos.	VI.6
Quadro VI.3 – Principais resíduos gerados pela atividade de desativação da mina.	VI.8
Quadro VI.4 – Principais riscos presentes na mina durante a fase de desativação.	VI.11
Quadro VI.5 – Principais riscos presentes na mina após o encerramento.	VI.12
Quadro VI.6 – Apresentação esquemática da sinalização a deixar na mina na fase de desativação.	VI.12
Quadro VI.7 - Apresentação esquemática da sinalização a afixar na mina, na fase de pós-desativação. ..	VI.13
Quadro VI.8 – Lista de equipamentos de proteção a distribuir.	VI.14
Quadro VI.9 – Custos previstos para as intervenções de desativação da Mina do Barroso.	VI.18
Quadro VII.1 - Resumo Financeiro do Projeto.	VII.2
Quadro VII.2 - Inventário das cortas conceptuais otimizadas e das fases.	VII.4
Quadro VII.3 - Inventário da Alimentação da Lavaria por Corta e Tipo de Material.	VII.5
Quadro VII.4 - Plano de produção mineira de Mina do Barroso (incl. decapagem no ano 1).	VII.6
Quadro VII.5 - Taxas unitárias do plano de produção da mina e estimativa de custo operacional anual.	VII.8
Quadro VII.6 - Produção do Concentrador.	VII.10
Quadro VII.7 - Custos de transporte do concentrado (CIF China).	VII.11
Quadro VII.8 - Sumário do CAPEX estimado para a Mina.	VII.12
Quadro VII.9 - Sumário do CAPEX da Lavaria.	VII.12
Quadro VII.10 - Sumário do CAPEX Total.	VII.13
Quadro VII.11 - Sumário dos Custos de Operação (OPEX).	VII.14
Quadro VII.12 - Pressupostos materiais e métricas principais (100% Base do Projeto).	VII.15
Quadro VII.13 - Resumo dos resultados financeiros.	VII.16
Quadro VII.14 - Sumário dos impostos.	VII.17
Quadro VII.15 - Sumário dos royalties.	VII.18
Quadro VII.16 - Sumário da provisão para reabilitação.	VII.18
Quadro VII.17 - Análise de sensibilidade da VAL pré-impostos.	VII.19
Quadro VII.18 - Análise de sensibilidade da TIR pré-impostos.	VII.19
Quadro VIII.1 – Cronograma geral conceptual das atividades da Mina do Barroso.	VIII.3

ÍNDICE REMISSIVO DO VOLUME I

Este índice visa localizar as respostas às questões levantadas no pedido de aditamento, usando-se a mesma numeração que consta do pedido de elementos. No índice seguinte estão assinalados os locais das respostas às questões de projeto que constam neste Volume I.

Questão	Páginas
1.1.....	II.1
1.2.....	II.3
2.1.....	II.98
2.2.....	II.98
2.3.....	II.98
2.4.....	II.98
2.5.....	II.69, II.78
2.6.....	III.46, III.47
2.7.....	II.127, II.128, II.130, III.1
2.8.....	II.48
2.9.....	II.48
2.10.....	III.73, III.74, III.76
2.11.....	III.71, III.74, III.76
2.12.....	III.51, III.55
2.13.....	II.239
2.14.....	II.88
2.15.....	II.88
2.16.....	II.136
2.17.....	II.164, II.175
5.9.....	II.187, II.207
6.3.....	II.133
6.4.....	II.201, II.202, II.203
6.7.....	II.69, II.155, III.47, V.16
7.1.....	II.133
7.2.....	III.8, III.25
7.3.....	II.244
15.1.....	II.247, II.261
15.2.....	II.261
15.3.....	II.261
5.12.....	II.220



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o Estudo Impacte Ambiental (EIA) do projeto (Plano de Lavra) da ampliação da Mina do Barroso, em fase de projeto de Estudo Prévio, de que é proponente a **SAVANNAH LITHIUM, LDA.**, doravante denominada SAVANNAH. A Mina do Barroso localiza-se na freguesia de Covas do Barroso e na freguesia de Dornelas, no concelho de Boticas¹.

Este trabalho está dividido em dois volumes, correspondendo genericamente o primeiro volume à descrição do projeto (e respetivos anexos) e o segundo volume dedicado à avaliação de impactes (contendo os respetivos anexos).

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

A área de concessão de exploração² de mineralização³ de quartzo, feldspato e lítio concessionada pelo Estado Português (C – 100) à Savannah possui atualmente cerca 542 ha, aqui encontra-se em atividade a Mina do Barroso (para o aproveitamento do aplitopegmatito). A Mina do Barroso contempla atualmente nove cortas de exploração com um total de cerca de 27,5 ha, com um total de área a intervencionar de cerca de 88,36 ha.

Nos termos da Lei n.º 54/2015, de 22 de junho, e do Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de março⁴, e para melhor aproveitamento dos depósitos minerais identificados no decurso dos trabalhos de prospeção e pesquisa, que têm sido continuados no âmbito da concessão de exploração C – 100, pretende a SAVANNAH proceder à:

- ampliação da área de concessão de exploração de depósitos minerais de quartzo, feldspato e lítio para cerca de 593 ha.
- ampliação da área de exploração para cerca de 70,5 h, embora reduzindo o número de cortas, passando estas a ser quatro, e ampliação da área a intervencionar⁵ pela Mina que pode ser no mínimo de cerca de 384 ha e no máximo de 476 ha.

¹ A expedição da Mina realizar-se-á pelo concelho de Ribeira de Pena.

² Em anexo I (DR) que também se pretende ampliar em 51 ha.

³ Depósitos minerais de aplitopegmatíticos (com quartzo e feldspato) e mineralizações associados em Lítio (hospedadas em espodumena) (anexo II-1).

⁴ Até à entrada em vigor da legislação complementar, mantém-se em vigor a regulamentação aprovada ao abrigo do Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de março, em tudo o que não seja incompatível com o disposto na Lei n.º 54/2015, de 22 de junho.

⁵ Uma vez que o EIA é realizado em fase de estudo prévio a área a intervencionar depende da alternativa de projeto que possa vir a ser aceite.

- instalação de Estabelecimento Industrial⁶ de tratamento da mineralização, para concentrado de espodumena.
- realização de acessos à Mina do Barroso, especificamente, ao Estabelecimento Industrial (lavaria).
- realização de acesso entre a área Este o Oeste da Mina.
- armazenamento dos resíduos produzidos, onde serão acomodados os estéreis (resultantes de uma pré-seleção do material escavado) e os rejeitados⁷ (resultantes do processo de beneficiação e tratamento na lavaria). Essas zonas de armazenamento são classificadas como Instalações de Resíduos.
- realização de instalações de apoio: os escritórios, as instalações sociais e armazéns, e as oficinas.

Em suma, a mineralização a explorar nesta Mina destina-se à produção de concentrado de espodumena, e serão ainda valorizados, como subprodutos, o feldspato e o quartzo. De acordo com os trabalhos de prospeção e pesquisa realizados pela Savannah verifica-se que esta área possui importantes reservas de mineralização, principalmente de espodumena e feldspato.

Os trabalhos de exploração a realizar na Mina do Barroso, no futuro, terão como foco principal a exploração de pegmatito litífero para produção de um concentrado de espodumena para posterior alimentação de estabelecimentos mineralúrgicos de processamento de lítio, tendo como subprodutos o feldspato e quartzo para alimentar a indústria cerâmica e outras.

Nos termos do ponto 2 do artigo 1º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, os projetos que pela sua natureza, dimensão ou localização, sejam considerados suscetíveis de provocar incidências significativas no Ambiente, têm que ser sujeitos a procedimento prévio de AIA, como formalidade essencial para a sua aprovação e, ou licenciamento, por parte dos ministérios da tutela e do ambiente.

De acordo com os diplomas acima mencionados, a tipologia de projeto que o proponente pretende implementar enquadra-se no âmbito do número 18 do anexo I, o que determina a obrigatoriedade de sujeitar a procedimento de AIA as minas a céu aberto com área superior a 25 ha, no caso, a sua ampliação.

Ainda de acordo com os diplomas supramencionados, encontram-se igualmente sujeitos a procedimento de AIA a instalação da lavaria, já que no âmbito da alínea e) do número 2 do anexo II se especifica que estão sujeitos a procedimento de AIA as instalações industriais de superfície para tratamento de mineralização, com capacidade superior a 200 000 t/ano. Pretende-se que a lavaria da Mina do Barroso tenha uma capacidade de processamento de mineralização para concentrado de espodumena de 1,5 milhões por ano.

Por fim, destaca-se que a elaboração do Plano de Lavra e do EIA decorreu de forma concomitante, pelo que os dados, resultados e recomendações de ambos os documentos foram sendo sucessivamente integrados e conciliados. Assim, o objetivo da elaboração destes dois documentos é identificar antecipadamente os principais impactes ambientais positivos e negativos associados ao projeto da Mina

⁶ Existem duas alternativas de localização da lavaria, a que está associado o respetivo acesso à Mina.

⁷ Os rejeitados produzidos foram classificados como não perigosos (anexo II 37 e 38).

do Barroso, em fase de Estudo Prévio, e dotar a SAVANNAH de informação que lhe permita dar continuidade à adequada Gestão Ambiental de todo o projeto, de forma a garantir o maior equilíbrio possível entre a área mineira e o meio biofísico, cultural e social que a enquadra.

1.3. ENTIDADE LICENCIADORA

A obtenção de concessão de exploração de depósito mineral do projeto sujeito a procedimento de AIA alcança-se, nos termos do Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de março, por contrato administrativo com Estado, mediante requerimento dirigido à Direção Geral de Energia e Geologia.

1.4. AUTORIDADE DE AIA

A autoridade de AIA é a Agência Portuguesa do Ambiente, nos termos do item i) da alínea a) e do número 1 do Artigo 8º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro.

1.5. IDENTIFICAÇÃO DO PROPONENTE

A SAVANNAH LITHIUM, LDA. é uma subsidiária detida a 100% pela Savannah Resources Plc. (Savannah). A Savannah Resources Plc é uma empresa cotada na bolsa de valores de Londres AIM (London Stock Exchange), focada na prospeção e desenvolvimento de ativos minerais, operando projetos em várias jurisdições do mundo, estando focada na construção de operações mineiras viáveis. Atualmente, a Savannah tem três projetos em desenvolvimento: um projeto de areias pesadas em parceria com a empresa Rio Tinto em Moçambique, onde um contrato de exploração foi recentemente concedido; um projeto de cobre em Omã, que está na fase final de licenciamento da mina; e o projeto da Mina do Barroso em Portugal.

A Savannah assinou um acordo de parceria com a Slipstream Resources da Austrália e outros parceiros em maio de 2017 para desenvolver trabalhos de prospeção e pesquisa em pegmatitos com lítio na exploração da concessão C-100 Mina do Barroso. Era sabido que a área continha aplopegmatitos com espodumena e que tinha sido anteriormente explorada pelas empresas Saibrais Areias e Caulinos S.A e Imeyrs, S.A., para produção de matéria-prima para a indústria da cerâmica. Em junho de 2019, a Savannah adquiriu 25% da participação no projeto detidos pela Slipstream Resources da Austrália e por outros detentores, passando, desta forma, a deter 100% da participação no projeto.

SAVANNAH LITHIUM, LDA. está sediada na Rua José Eigenmann, n.º 90., 4715-199 Braga e número de telefone +351 253 614 878.

1.6. IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR DO ESTUDO

Os estudos técnicos de suporte ao Projeto e o EIA foram elaborados pela SAVANNAH LITHIUM e pela VISA - Consultores de Geologia Aplicada e Engenharia do Ambiente, S.A., com sede na Rua A Gazeta de Oeiras n.º 18-A, 2780-171 Oeiras. O número de telefone é o 214 461 420 e o endereço de *email* é geral@visaconsultores.com.

1.7. PERÍODO DE ELABORAÇÃO DO EIA

A elaboração do presente Estudo de Impacte Ambiental decorreu entre janeiro de 2018 e janeiro de 2020 pelo que todos os levantamentos bibliográficos e de informação complementar efetuados neste âmbito foram realizados neste período. Os trabalhos de campo realizaram-se, essencialmente, entre maio de 2018 e outubro de 2019.

Importa ainda referir o conhecimento da área por parte da equipa técnica, resultante da elaboração de diversos trabalhos anteriores para o local, desde 2003, e ainda o vasto conhecimento e experiência de diversos trabalhos na mesma tipologia de projeto.

2. ENQUADRAMENTO DO PROJETO

2.1. LOCALIZAÇÃO

A área de concessão de exploração (Mina do Barroso) localiza-se na freguesia de Dornelas e na freguesia de Covas do Barroso no concelho Boticas. (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), e (as duas alternativas de) os acessos propostos à Mina na freguesia de Canedo e na freguesia de Santa Marinha, no concelho de Ribeira de Pena (Figura I.5).

Na Figura I.5 é possível identificar a área de concessão de exploração de depósitos minerais de quartzo, feldspato e lítio, que se pretende ampliar, na qual serão continuados os trabalhos de prospeção e pesquisa e onde se procederá à exploração da mineralização.

As povoações que se encontram na envolvente próxima da Mina são:

- a Oeste: Vila Grande a 1200 m e Dornelas a 720 m.
- a Noroeste: Vila Pequena a 1800 m, Espertina a 1200 m e Antigo a 650 m.
- a Norte: Covas do Barroso a 750 m, Romainho a 200 m e Muro a 400 m.
- a Nordeste: Alijó a 1300 m.
- a Sudoeste: Lousas a 800 m

São propostas 3 soluções alternativa para instalação das infraestruturas da Mina e respetivos acessos à mesma (alternativa 1, 2 e 3).

São propostos também 2 traçados para acesso à Mina do Barroso, agregados às diferentes alternativas de instalação das infraestruturas da Mina (acesso Norte – alternativa 1, e acesso Sul – alternativas 2 e 3) e ainda um acesso entre a área Este e Oeste da mesma e que determina a realização de uma ponte sobre o rio Covas.

O acesso Norte faz a ligação entre a entrada da Mina e a ER 311, sendo o seu piso parcialmente asfaltado e, em parte, coincidente com a EM 519.

O acesso Sul implica a execução de uma ponte sobre o rio Beça e, adicionalmente, a construção, de raiz, de parte do seu traçado (na ligação entre a EN 312 e a entrada da mina), numa extensão de, aproximadamente, 8 km.

O acesso que liga a área Este e Oeste da Mina do Barroso irá levar também à execução de uma ponte, neste caso, sobre o rio Covas, e à construção de todo o seu traçado. Adicionalmente, utilizar-se-ão os caminhos municipais e os caminhos florestais existentes no interior da Mina e, sempre que necessário, proceder-se-á à abertura de novos caminhos.

2.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE INTERVENÇÃO

A área de intervenção do Projeto localiza-se na bacia hidrográfica do rio Covas, afluente da bacia hidrográfica do rio Tâmega. Em termos fisiográficos, esta zona apresenta, de uma forma geral, declives acentuados alternando com pequenos planaltos em altitude, característicos da paisagem transmontana da Serra do Barroso. A rede de drenagem apresenta elevada densidade, sendo os cursos de água principais de regime permanente. As principais linhas de água que ocorrem na área de intervenção e envolvente próxima são o rio Covas, o ribeiro do Couto, o Corgo do Fojo, e o Corgo dos Lamais.

Em termos de ocupação atual do solo refere-se que existem três tipologias gerais: áreas florestais de produção de pinheiro bravo parcialmente ardidadas em 2011; áreas semi-naturais, tais como as galerias ripícolas que se desenvolvem descontinuamente ao longo das linhas de água de carácter permanente e os matos do tipo arbustivo; e áreas agrícolas nomeadamente de sequeiro (cereais e forrageiras), de regadio por gravidade (lameiros), que surgem associadas às linhas de água e aos aglomerados urbanos do tipo rural.



Fonte: SAVANNAH Portugal

Figura I.1 – Vista parcial da área de concessão da Mina do Barroso.



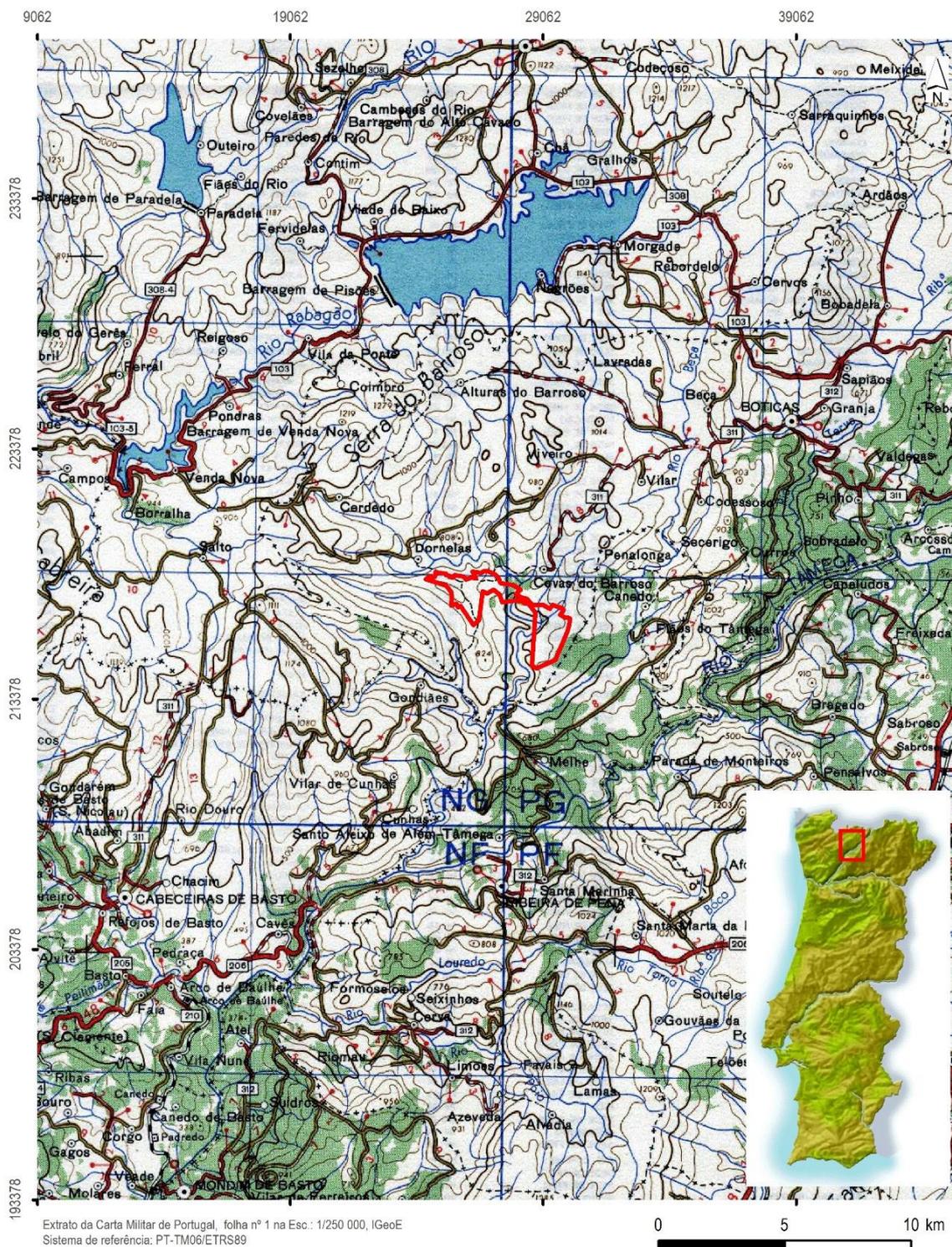
Figura I.2 – Vista parcial da área de concessão da Mina do Barroso (em primeiro plano trabalhos mineiros e de prospeção; em segundo planos as povoações de Muro e Romainho)

Na área de concessão do Barroso, concessionada em 2006, encontra-se em atividade a Mina do Barroso, em pequena corta e apenas para o aproveitamento do apilitopegmatito. Contudo, e muito antes de 2006, encontra-se identificado no local de concessão e envolvente próxima a existência de diversas⁸ minas, algumas de estanho.

Na área de concessão encontra-se ainda em fase avançada a identificação do corpo mineralizado e as áreas (quatro cortas) onde se procederá à exploração da mineralização (a céu aberto).

No interior da área mineira utilizar-se-ão os caminhos municipais e os caminhos florestais existentes e, sempre que necessário, proceder-se-á à abertura de novos caminhos.

⁸ De acordo com o extrato da carta geológica, folha 6 C, podem ser identificadas mais de duas dezenas de minas.



Área de concessão de exploração da Mina do Barroso

Figura I.3– Localização da concessão de exploração da Mina do Barroso a nível nacional e regional.

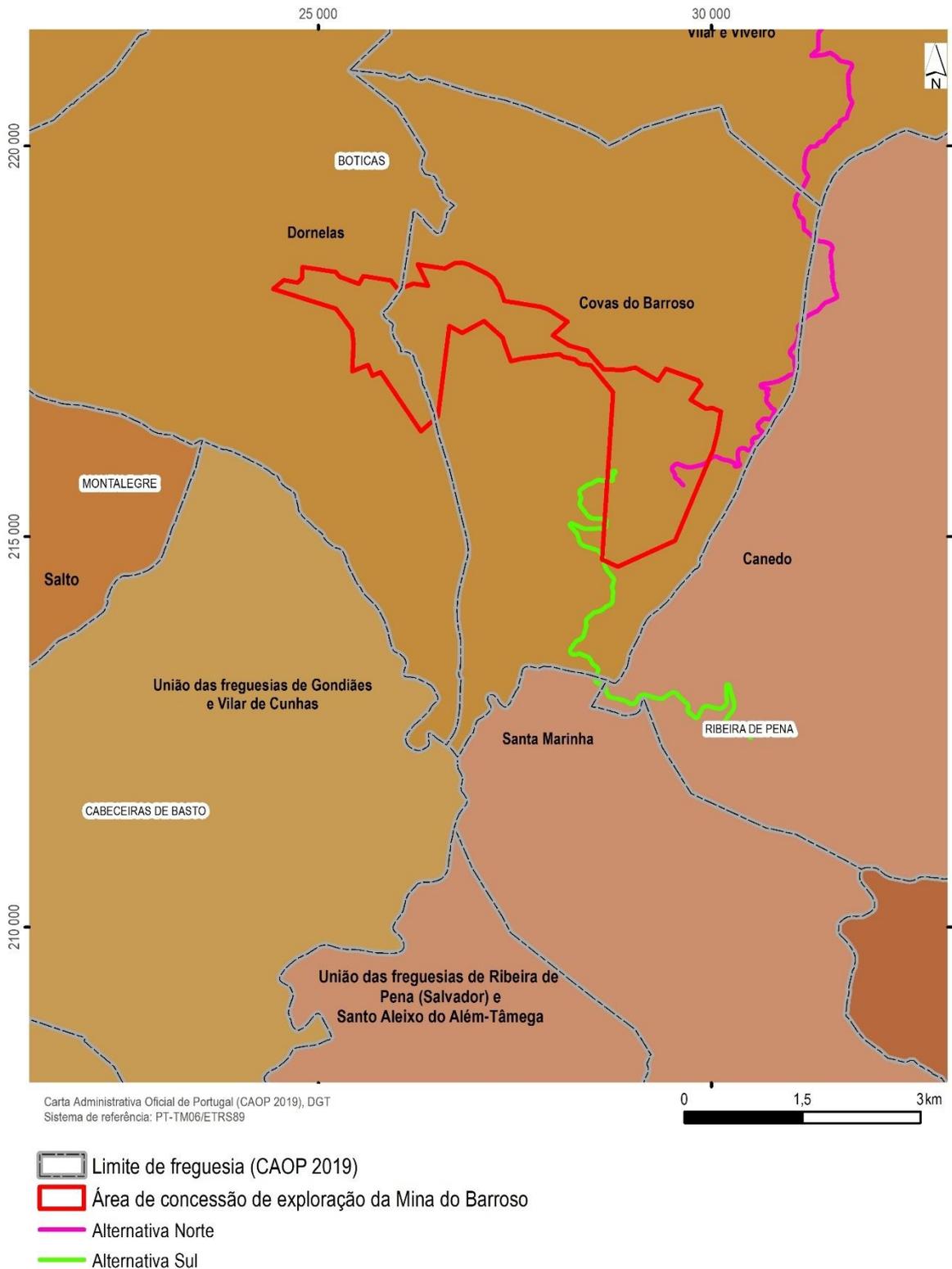
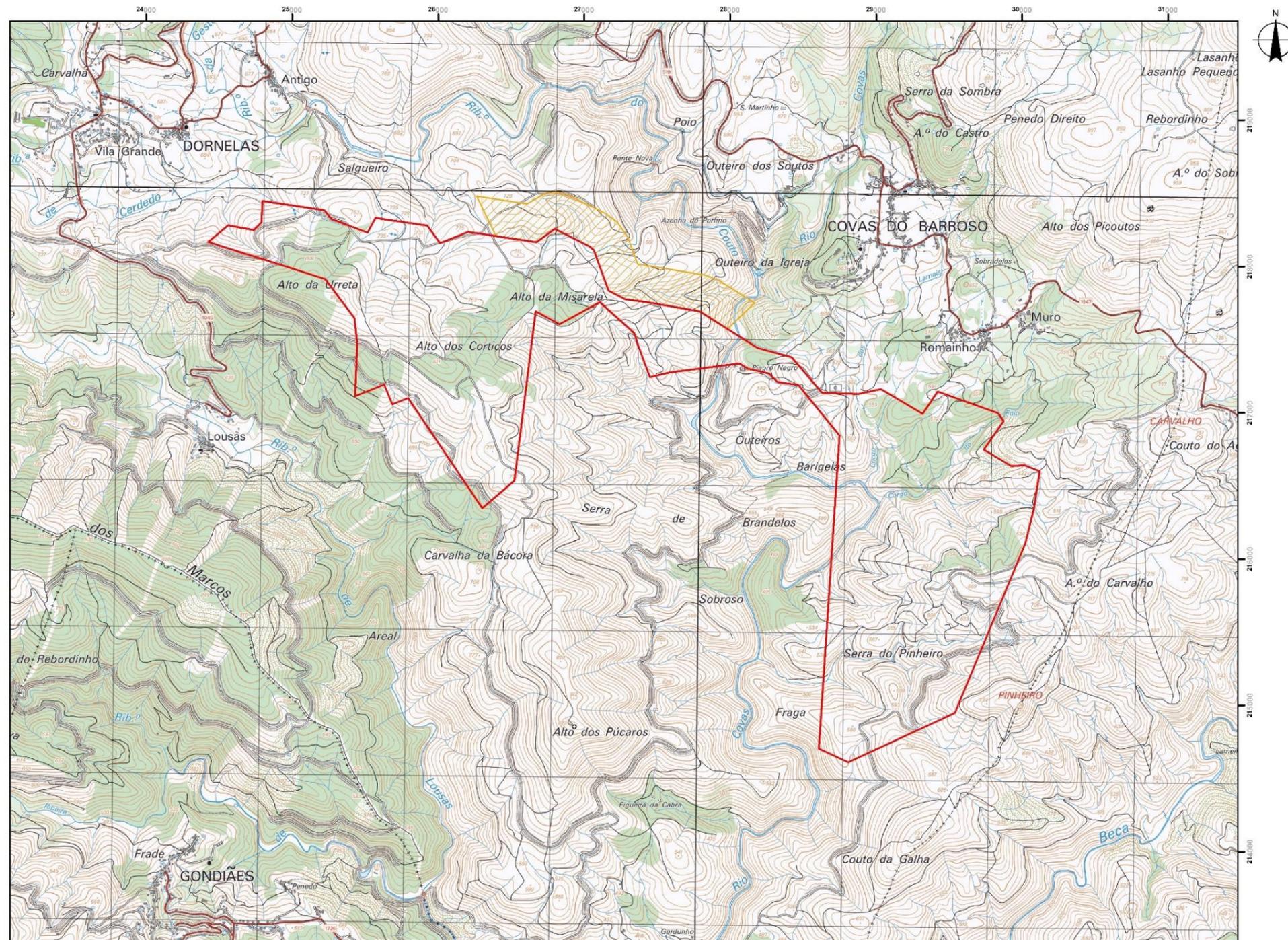


Figura I.4 – Localização administrativa da área de concessão de exploração e opção de acessos da Mina do Barroso.

(Página intencionalmente deixada em branco)



Extrato da Carta Militar de Portugal, folha n.º59-Dornelas (Boticas) edição 3, à escala 1:25 000, do IGeoE.
Sistema de referência: PT-TM06/ETRS89

0 0,5 1 km

- Área de concessão (2016)
- Área de ampliação proposta

Figura I.5 – Localização da área e proposta de ampliação da concessão de exploração da Mina do Barroso.

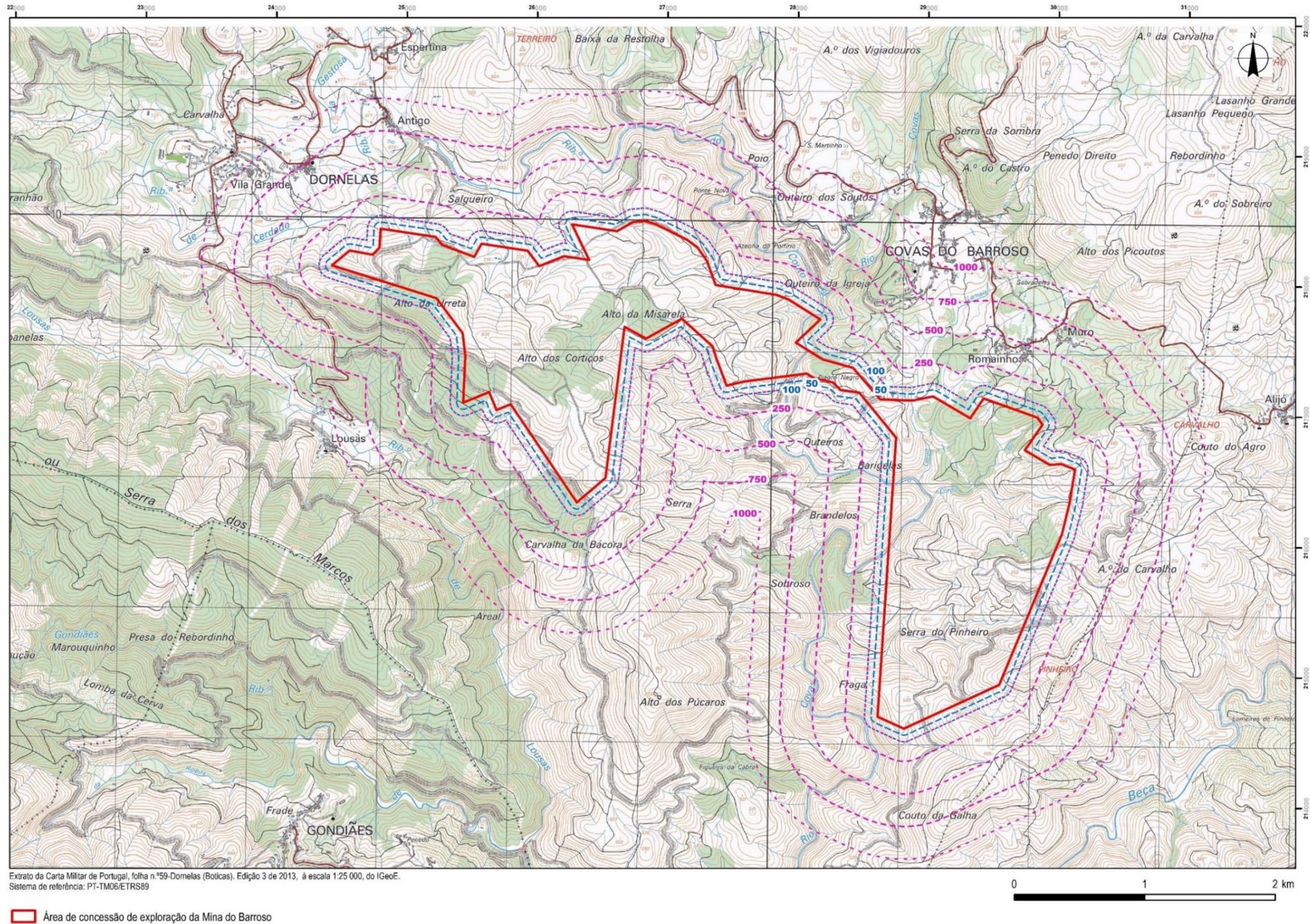


Figura I.6 – Distância às povoações envolventes à da área de concessão de exploração da Mina do Barroso.

2.3. INSTRUMENTOS DE GESTÃO DO TERRITÓRIO

O Projeto em análise pode ser enquadrado sucintamente de acordo com o Quadro I.1.

2.4. ÁREAS SENSÍVEIS

Nos termos da alínea a) do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, são consideradas áreas sensíveis:

“i) Áreas protegidas, classificadas ao abrigo do [Decreto-Lei n.º 142/2008](#), de 24 de julho;

ii) Sítios da Rede Natura 2000, zonas especiais de conservação e zonas de proteção especial, classificadas nos termos do [Decreto-Lei n.º 140/99](#), de 24 de abril, no âmbito das Diretivas n.ºs [79/409/CEE](#), do Conselho, de 2 de abril de 1979, relativa à conservação das aves selvagens, e [92/43/CEE](#), do Conselho, de 21 de maio de 1992, relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens;

iii) Zonas de proteção dos bens imóveis classificados ou em vias de classificação, definidas nos termos da [Lei n.º 107/2001](#), de 8 de setembro.”

O Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC), estruturado pelo Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 242/2015, de 15 de outubro, para além de incluir a Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), as áreas classificadas que integram a Rede Natura 2000, inclui ainda, as áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais assumidos pelo Estado Português, designadamente Zonas Importantes para as Aves (IBA - *Important Bird Areas*), sítios *Ramsar* e áreas da Rede de Reservas da Biosfera, tendo-se incluído as mesmas na presente análise.

Ainda que a área proposta para a Mina de Barroso (Figura I.7) não se integre em qualquer área sensível do ponto de vista ecológico, de acordo com os diplomas mencionados, importa notar as áreas classificadas mais próximas da área de concessão de exploração, que são:

- Reserva da Biosfera Transfronteiriça Gerês/Xurês, localizada cerca de 2 km a Oeste;
- Sítio de Interesse Comunitário Alvão/Marão (PTCON0003), localizado a cerca de 9 km a Sul;
- Zona Importante para Aves Serras de Alvão e Marão (PT049), localizada a cerca de 9 km a Sul;
- Parque Nacional da Peneda-Gerês, localizado a cerca de 16 km a Noroeste;
- Zona Proteção Especial Serra do Gerês (PTZPE0002), localizado a cerca de 20 km a Noroeste;
- Zona Importante para Aves Serras da Peneda e Geres (PT002), localizado a cerca de 20 km a Noroeste.

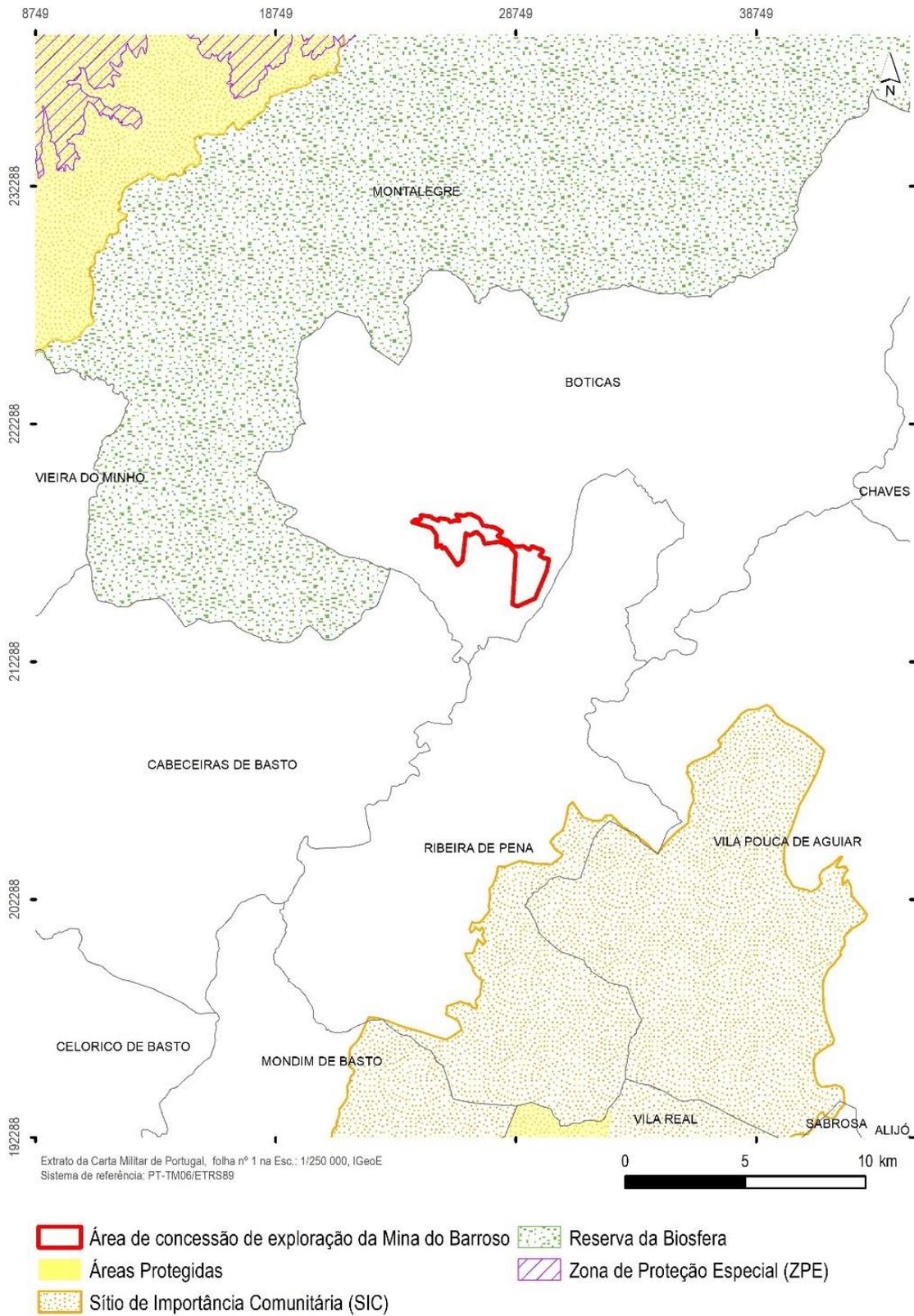


Figura I.7– Áreas sensíveis em âmbito de conservação da natureza.

A área proposta para a Mina de Barroso também não se integra em qualquer área sensível do ponto de vista patrimonial, de acordo com os diplomas mencionados, contudo importa referir a classificação da região do Barroso, especificamente, a totalidade do concelho de Boticas e a totalidade do concelho de Montalegre, como sítio GIAHS (*Globally Important Agricultural Heritage System*)⁹. Isto é, classificado como património agrícola mundial, pela FAO¹⁰ (Food and Agriculture Organization), a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

A região do Barroso é uma região agrícola dominada pela produção pecuária e pelas culturas típicas das regiões montanhosas. A paisagem montanhosa está historicamente relacionada com os sistemas agrícolas tradicionais, em grande parte baseados na criação de gado, principalmente bovinos, e na produção de cereais, dando origem a um mosaico de paisagem em que as pastagens, as áreas de cultivo (campos de centeio e hortas), os bosques e as florestas estão interdependentes, e onde os animais constituem um elemento chave.

Do ponto de vista cultural, os habitantes do Barroso desenvolveram e mantiveram formas de organização social, sendo o comunitarismo um dos valores característico de Barroso, intimamente associado às práticas rurais de vida coletiva.

A designação deste território como Sítio GIAHS – Globally Important Agricultural Heritage Systems -, reflete a intenção da FAO de promover e preservar o património agrícola aqui presente, assim como as relações entre os diversos elementos que o compõem e sustentam. Nomeadamente, os sistemas agrícolas tradicionais (historicamente relacionados com as paisagens montanhosas), em grande parte baseados na criação de gado e na produção de cereais que deram origem a um mosaico em que pastagens antigas, áreas de cultivo e áreas de floresta se inter-relacionam e se tornam co-dependentes na transformação da paisagem.

⁹ Sistema Importante do Património Agrícola Mundial.

¹⁰ A FAO é uma agência integrada na Organização das Nações Unidas (ONU).

(Página intencionalmente deixada em branco)

Quadro I.1– Enquadramento do Projeto.

Localização:	Freguesias de Covas do Barroso, de Dornelas e de Vilar e Viveiro, concelho de Boticas e freguesias de Canedo e Santa Marinha, concelho de Ribeira de Pena, distrito de Vila Real																										
Área de Intervenção:	Total de área da Mina pode ser no mínimo de 384 ha e no máximo de 476 ha (dependendo da alternativa de projeto)																										
Tipologia:	Mina de espodumena, feldspato e quartzo																										
Justificação do Projeto no local:	Ocorrência de importantes mineralizações aplitepegmatíticas (com quartzo e feldspato) e mineralizações associadas em Lítio (hospedadas em espodumena)																										
Uso atual do solo:	Povoamentos de pinheiro bravo, matos, áreas agrícolas.																										
Planos e Figuras de Ordenamento:																											
PROF TMAD	Sub-região Homogénea do Barroso Planta Síntese: áreas florestais sensíveis, áreas públicas e comunitárias e áreas submetidas a regime florestal (todas as alternativas) e corredores ecológicos (apenas no troço Norte do acesso Norte – alternativa 1)																										
PROF FDM	Sub-região Homogénea do Tâmega Planta Síntese: áreas florestais sensíveis, áreas públicas e comunitárias e áreas submetidas a regime florestal (todas as alternativas). Não incide em corredores ecológicos																										
PDM de Boticas	Incidências por solução alternativa																										
	Alternativa 1									Alternativa 2									Alternativa 3								
	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst. Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos
Planta de Ord.																											
Estrutura Ecológica Municipal	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x	x	x	-
Solo Rural: Espaços Agrícolas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Solo Rural: Espaços Florestais	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Solo Rural: Espaços Naturais - Afloramentos Rochosos	x	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-
Solo Rural: Espaços Naturais - Cursos e Planos de Água	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	x
Valores e Recursos Naturais: Áreas de Potencial Geológico (Dornelas/Cova do Barroso)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Solo Urbano: Espaços de Uso Urbano Geral (Nível 2 – Restantes Aglomerados)	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	-	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	-	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	a Norte	-
Valores Patrimoniais: Perímetro de Proteção ao Património Arqueológico (Castro do Lesenho - PF1)	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estrutura viária - Rede Secundária	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planta Cond.																											
REN	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
REN - Cursos de Água	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x	-	x	x	-	x	-	x
RAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Domínio Público Hídrico	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x

PDM de Boticas	Incidências por solução alternativa																										
	Alternativa 1									Alternativa 2									Alternativa 3								
	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos
Concessões Mineiras	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	x	x	-	x
Áreas submetidas a Regime Florestal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rede de Alta Tensão	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	-	x	x	-	-	x	x	-	-	-
Planta Cond. – Anexo: Áreas percorridas por incêndios nos últimos 10 anos	<i>esta carta encontra-se desatualizada, pelo que foram consideradas as áreas ardidadas disponibilizadas pelo ICNF para aferição das áreas percorridas por incêndios</i>																										
Planta de Cond. – Anexo: Carta de Risco de Incêndio	<i>esta carta encontra-se desatualizada, pelo que foram consideradas as classes de perigosidade cartografadas no âmbito do PMDFCI de Boticas</i>																										
PDM de Ribeira de Pena	Incidências por solução alternativa																										
	Alternativa 1									Alternativa 2 e 3									Alternativa 3								
	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos
Planta de Ord.																											
Dominio Hidrico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Solo Rural: Área Florestal e Silvopastoril de Produção	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Solo Rural: Área Florestal de Produção Condicionada	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Albufeiras Previstas (Padrocelo) – NPA e Limite de Proteção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Planta Cond.																											
REN	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Dominio Público Hídrico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Áreas submetidas a Regime Florestal	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Adutores existentes ou previstos	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planta Cond – Povoamentos Florestais Percorridos por Incêndios	<i>sem ocorrências</i>																										
Planta Cond. – Perigosidade de Incêndio Florestal	<i>esta carta encontra-se desatualizada, pelo que foram consideradas as classes de perigosidade cartografadas no âmbito do PMDFCI de Ribeira de Pena</i>																										
Planta Cond. - REN																											
Leitos dos Cursos de Água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Zonas Ameaçadas pelas Cheias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Áreas com Risco Erosão	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x

REN Boticas	Incidências por solução alternativa																												
	Alternativa 1									Alternativa 2									Alternativa 3										
	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos	Área Conces	Área Mina	Inst Indust e Apoio	Inst de Resíduos	Cortas	Pargas	Diques	Barr Visuais Acúst	Acessos		
Leitos dos Cursos de Água	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x	-	x	x	-	x	-	x	x	x
Cabeceiras das Linhas de Água	x	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Áreas de Máxima Infiltração	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Áreas com Riscos de Erosão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-
REN Ribeira de Pena																													
Leitos dos Cursos de Água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
Zonas Ameaçadas pelas Cheias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
Áreas com Riscos de Erosão	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-

(Página intencionalmente deixada em branco)

3. ÂMBITO E METODOLOGIA DO ESTUDO

3.1. INTRODUÇÃO

Um importante requisito para o correto desenvolvimento da análise a assegurar num Estudo de Impacte Ambiental (EIA) é o seu âmbito, incluindo os domínios de análise a abranger e o seu grau de aprofundamento, tendo em consideração o tipo de impactes induzidos pelo Projeto, no caso em Estudo Prévio, bem como a especificidade e sensibilidade do meio ambiente que o vai acolher.

Embora os domínios de estudo, assim como os aspetos a incluir na análise, estejam identificados na legislação em vigor, referente ao procedimento de AIA, apresentam-se de seguida os fatores ambientais que justificam um maior aprofundamento.

3.2. DOMÍNIOS E PROFUNDIDADE DE ANÁLISE

O objetivo do presente EIA é a caracterização e avaliação dos impactes ambientais resultantes da ampliação da Mina do Barroso, que de forma a integrar, na análise técnico-económica, a componente ambiental e, complementarmente, definir medidas minimizadoras/compensatórias dos impactes negativos significativos detetados, de forma a obter um enquadramento ambiental mais eficaz.

A Mina do Barroso situa-se na área de concessão homónima, no Campo de Aplitopegmatítico do Barroso-Alvão Os trabalhos geológicos desenvolvidos na região do Barroso/ Alvão¹¹ revelaram a presença de filões aplitopegmatíticos com elevados conteúdos em lítio. Os filões com mineralizações litíferas constituem um importante recurso mineral, possuindo características como matéria-prima para a fabricação de pastas cerâmicas, vidro, lubrificantes, fármacos, cosmética e mais recentemente como matéria-prima para a produção de baterias. Contudo, se a importância económica da exploração mineira é significativa, não menos significativo deve ser o objetivo de compatibilizar esta exploração com a conservação do património natural e cultural.

Assim, a profundidade da análise efetuada para os diferentes fatores ambientais depende das características específicas do Projeto em causa, em fase de estudo prévio, e da sensibilidade da área onde este se vai desenvolver.

Considerando as intervenções preconizadas para a Mina do Barroso, especificamente: a ampliação da área de exploração para cerca de 70,5 h e da área a intervencionar¹² pela Mina que pode ser no mínimo de cerca de 384 ha e no máximo de 476 ha. Proceder-se ainda à instalação de Estabelecimento Industrial de tratamento da mineralização, para produção de concentrado de lítio, Instalações de Resíduos e Instalações de apoio, e as características do território em que estas terão incidência, consideram-se como fatores relevantes para a elaboração do EIA os seguintes:

¹¹ Farinha, J. A. L. B. e Lima, A. M. C. (2000).

¹² Uma vez que o EIA é realizado em fase de estudo prévio a área a intervencionar depende da alternativa de projeto que possa vir a ser aceite.

- **Sócio-economia**, considerando a relevância do projeto em análise, pela importância da mineralização explorada (principalmente espodumena), o número de postos de trabalho criados e os *royalties* devidos ao estado, mas também os impactos negativos normalmente associados à laboração das minas, nomeadamente, ao nível da paisagem, poeiras, ruído e vibrações;
- **Qualidade do Ar**, fator em que tipicamente ocorrem impactos associados às atividades de desmonte, transporte, cominuição e tratamento do material. Numa análise preliminar; considera-se que o projeto Mina do Barroso não será exceção;
- **Ambiente Sonoro**, dado ser um fator, à semelhança do anterior, onde os projetos de minas induzem, tradicionalmente, a ocorrência de impactos com algum significado;
- **Vibrações**, uma vez que o desmonte do depósito mineral será realizado com o recurso a explosivos, o que será percecionado pelas populações da envolvente;
- **Paisagem**, trata-se de um fator ambiental onde se perspetivam impactos negativos com algum significado devido à rutura na paisagem provocada pelo desenvolvimento da atividade mineira a céu aberto, a qual poderá afetar os recetores sensíveis na envolvente, sobretudo, aqueles que apresentarem maior acessibilidade visual para as áreas intervencionadas;
- **Recursos Hídricos**, consideram-se que não são negligenciáveis as necessidades hídricas do presente Projeto, ainda que com bastante margem relativamente às disponibilidades hídricas da região e à eventual possibilidade de provocar rebaixamentos induzidos nos níveis freáticos envolventes;
- **Qualidade das Águas (superficiais e subterrâneas)** – atendendo a que a atividade mineira envolve a fragmentação de material rochoso até granulometrias muito mais suscetíveis de dissolução que o material geológico original, colocando assim disponíveis para a fase aquosa elementos químicos até então imobilizados na estrutura cristalina de diferentes minerais constituintes quer dos aplito-pegmatitos quer dos xistos encaixantes (onde poderão surgir sulfuretos). Atendendo ainda ao facto de, no processo de beneficiação da mineralização, existir adição de compostos químicos estranhos à biogeoquímica local. Por último, ainda que não menos importante, atendendo ao bom estado ecológico das massas de água envolventes;
- **Flora, Fauna e Biodiversidade**, porque embora a área de implantação do projeto seja maioritariamente ocupada por matos e por exploração florestal de pinheiro, e não se encontre classificada como área sensível, encontra-se parcialmente identificada como área de proteção de local de nidificação de ave com estatuto muito crítico.

A avaliação dos restantes fatores desenvolver-se-á numa perspetiva de enquadramento, destacando-se, ainda assim, que estes atuam como elementos estruturantes para uma visão integrada das consequências resultantes da implementação do Projeto. Assim, serão estudados os seguintes fatores ambientais:

- **Clima e alterações climáticas**, apenas como referência já que o projeto não deverá ter impactos significativos sobre este fator ambiental, ainda que os meteoros vento, chuva e o nevoeiro sejam essenciais para a análise e previsão de impactos sobre a Qualidade do Ar e o Ambiente Sonoro;

- **Geologia e Geomorfologia**, uma vez que o objeto do projeto é a exploração de um recurso mineral, o que terá consequências sobre toda a área intervencionada, especialmente pelas alterações na fisiografia que este tipo de indústria implica;
- **Solos e Ocupação do Solo**, fator ambiental que, numa primeira análise, apresentará menor relevância em termos de impactos negativos, visto que, a atividade mineira não incidirá em solos de elevada capacidade produtiva, ainda que, na fase de exploração, vá implicar transitoriamente alterações ao uso atual do solo, o que deverá ser progressiva e concomitantemente colmatado com a recuperação paisagística e ambiental.
- **Património cultural**, já que será necessário garantir a preservação, a promoção, assim como o enquadramento dos valores patrimoniais presentes ou potencialmente presentes na área em estudo. Será ainda avaliada a recente classificação pela FAO da região do Barroso como património agrícola mundial.
- **Ordenamento do Território**, serão considerados os Instrumentos de gestão do território em vigor para a área e será dada especial relevância ao PDM de Boticas.
- **Saúde Humana**, serão elencadas as possíveis doenças que poderão ser geradas pela execução do projeto, especificamente, pelos efluentes gerados (podendo estas ser agrupadas em doenças de veiculação hídrica, ar e solos), e decorrentes do incremento da população local.
- **Riscos Ambientais**, serão avaliadas as probabilidades de ocorrência de acontecimentos indesejáveis a que estão sujeitos o património natural, pessoas e bens, por exemplo, devido a acidente ou catástrofe de origem natural ou antrópica.

3.3. METODOLOGIA DO EIA

A ampliação da Mina do Barroso permitirá a exploração de espodumena, feldspato e quartzo. A partir dos corpos mineralizados, podem ser produzidos concentrados de espodumena que podem atingir concentrações superiores a 6% de Li_2O . Os concentrados de espodumena serão exportados, assegurando a jusante a produção de lítio para a produção de baterias a utilizar na indústria automóvel e de telecomunicações. A ampliação da Mina do Barroso garantirá a solidez económica da SAVANNAH, a criação de mais 200 postos na fase de exploração e até 350 postos de trabalho na fase de construção.

Desta forma, procurou-se no âmbito da ampliação da Mina do Barroso, conciliar e otimizar o Plano de Lavra atualmente existentes na área de concessão mineira, considerando o aproveitamento racional do recurso e da compatibilidade ambiental. Ainda assim, no EIA serão contrastadas duas situações:

- a) A evolução da situação de referência na ausência da implementação do Projeto. Isto é, será executado o projeto mineiro atualmente aprovado. Será efetuada a projeção da situação atual da área de intervenção, caso o Projeto ampliação não venha a ser implementado, em função das políticas gerais de planeamento em vigor e, acima de tudo, com base nos planos de ordenamento do território atuantes sobre a área, com especial destaque para o Plano Diretor Municipal de Boticas.
- b) Implementação do Projeto. Pretende-se otimizar a exploração e o aproveitamento do depósito mineral, com a ampliação da Mina e a instalação da lavaria, de acordo com a legislação em vigor. Todas as

operações de exploração serão descritas no Capítulo II. A previsão e avaliação de impactes serão efetuadas através da comparação entre os impactes previstos, resultantes da implementação das diferentes vertentes do Projeto, com a evolução da situação de referência, no seu período de vida útil. Assim, admite-se que a natureza dos impactes gerados pela laboração da Mina se irá manter, mas que a sua magnitude poderá mudar, dada a alteração da área de lavra e a instalação da lavaria, considerando a implementação das medidas de minimização a definir no âmbito da execução do EIA e respetiva Declaração de Impacte Ambiental.

A metodologia geral seguida para a caracterização do ambiente afetado contemplou as seguintes etapas:

Caracterização da situação de referência – que implicou a recolha e análise de informações, a realização de levantamentos de campo e a identificação de áreas e aspetos ambientais críticos. Esta etapa teve como objetivo a elaboração de uma caracterização ambiental detalhada da área de intervenção e da sua envolvente, abordando-se seus aspetos biofísicos, ecológicos, socioeconómicos e culturais considerados mais relevantes e, aprofundando-se, os que serão, direta ou indiretamente, influenciados pelo Projeto.

Caracterização e avaliação dos impactes ambientais associados ao Projeto - que compreende o cruzamento da informação de base referente à descrição do Projeto em fase de estudo prévio com a informação relativa aos aspetos ambientais da área em estudo, e que resultou na identificação dos impactes potencialmente ocorrentes, sua previsão e avaliação qualitativa e quantitativa (quando possível e aplicável).

Definição das medidas de minimização – Especificação das medidas passíveis de aplicação, capazes de atenuar ou compensar os impactes negativos previstos, no decurso das fases de desenvolvimento do Projeto, considerando que este é realizado em fase de estudo prévio.

Estabelecimento do plano de monitorização – definição dos indicadores relevantes a monitorizar, de forma a assegurar o adequado enquadramento ambiental do Projeto e a evolução sustentada de todos os sistemas e comunidades existentes na envolvente da área de intervenção.

3.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A estrutura do presente EIA respeita as orientações definidas pelo Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, tendo ainda em consideração o constante na legislação específica em vigor, nomeadamente, a Lei n.º 54/2015, de 22 de junho, e do Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de março¹³, e demais legislação aplicável, e foi desenvolvido contemplando os seguintes aspetos:

- a caracterização da situação ambiental de referência da área de implantação do Projeto e da envolvente suscetível de ser afetada;

¹³ Até à entrada em vigor da legislação complementar, mantém-se em vigor a regulamentação aprovada ao abrigo do Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de março, em tudo o que não seja incompatível com o disposto na Lei n.º 54/2015, de 22 de junho.

- a identificação, previsão e avaliação dos impactes ambientais positivos e negativos associados à implementação do Projeto, referentes às suas fases de exploração e desativação;
- a definição de medidas cautelares, minimizadoras e/ou compensatórias dos impactes negativos detetados e a definição de medidas de potenciação dos impactes positivos assinalados;
- a análise comparativa das alternativas em estudo, do ponto de vista ambiental;
- a definição dos critérios e medidas a adotar com vista à monitorização e controle dos impactes negativos residuais gerados.

Para os vários fatores ambientais, socioeconómicos e culturais estudados, a abrangência territorial da área de estudo considerada foi ajustada de acordo com os vetores em análise compreendendo, ora as zonas restritas à área de implementação do Projeto, ora a sua zona de influência, de forma abrangente. Por outro lado, a profundidade de análise de cada um dos fatores ambientais foi realizada de acordo com a especificidade do Projeto em causa.

O presente EIA é constituído por dois volumes do Relatório Síntese e os respetivos anexos, bem como o Resumo Não Técnico.

No **Volume I** encontra-se o enquadramento do estudo, o âmbito e a metodologia, bem como a descrição das várias vertentes do projeto, com os respetivos anexos. O **Volume II** contém a caracterização da situação de referência, a avaliação de impactes (incluindo os impactes transfronteiriços e impactes cumulativos) e medidas de minimização, o plano de monitorização, as conclusões finais e os respetivos anexos.

O **Resumo Não Técnico** destina-se a uma divulgação alargada das informações veiculadas no Relatório Síntese, pelo que contém os dados essenciais do EIA numa linguagem mais simplificada e acessível ao público em geral.

(Página intencionalmente deixada em branco)



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. INTRODUÇÃO

1.1. ANTECEDENTES DO PROJETO

A Mina do Barroso situa-se na área de concessão homónima, no Campo de Aplitopegmatítico do Barroso-Alvão, nas freguesias de Dornelas e Covas do Barroso, concelho de Boticas, junto à povoação de Covas do Barroso.

Em 2001, o Estado Português atribuiu à Saibrais – Areias e Caulinos, S.A os direitos de prospeção e pesquisa de depósitos minerais de feldspato, quartzo, Lítio, Estanho, Tungsténio, Nióbio e Tântalo.

No âmbito deste contrato, a Saibrais – Areias e Caulinos, S.A realizou estudos conducentes à identificação da estrutura dos filões de aplitopegmatitos portadores de feldspato, com recurso a cartografia geológica, sondagens (destrutivas e carotadas), análises químicas e ensaios industriais de aptidão.

Estes estudos confirmaram a existência de reservas de mineralização e a enorme potencialidade dos feldspatos. Acresce que associados aos feldspatos destes aplitopegmatitos foi verificada a ocorrência de minerais de Lítio, como a petalite e a espodumena.

Em 2003, perante os promissores resultados obtidos nos trabalhos de prospeção e pesquisa, a Saibrais - Areias e Caulinos, S.A. dá início ao processo de obtenção da concessão de exploração de depósitos minerais de feldspato, tendo cumprido o procedimento de avaliação de impacte ambiental.

Em 2006, foi assinado o contrato de concessão entre a empresa Saibrais – Areias e Caulinos, S.A. e o Estado Português para a Mina do Barroso, para uma área de concessão de aproximadamente 120 ha.

Em 2010, os direitos do Contrato de Concessão da Mina do Barroso são transmitidos pela Saibrais – Areias e Caulinos, S.A. para a Imerys Ceramics Portugal, S.A., tendo-se procedido à atualização do Plano de Lavra da Mina do Barroso com o objetivo de obter a atribuição dos direitos de exploração para os diversos corpos mineralizados identificados e caracterizados no âmbito dos trabalhos de prospeção e pesquisa entretanto desenvolvidos.

Este Plano de Lavra aprovado pela DGEG, ainda em 2010, deu origem à alteração ao Contrato de Concessão, concluído em 2016 tendo sido ampliada a área de concessão para cerca de 542 ha e considerado o lítio como substância concessível.

O procedimento de AIA realizado em 2003 incidiu sobre uma concessão semelhante à atual, mas com um número superior de cortas de menor dimensão unitária. Por facilidade de apresentação e de intervenção no terreno, a mina foi dividida em três núcleos com diversas cortas de exploração por núcleo. O Quadro II.1 apresenta as principais áreas a intervencionar e áreas de cada núcleo.

As áreas do projeto em apreço (ampliação da mina em 2020), para a mesma tipologia de ocupação, encontram-se no Quadro II.2 para cada alternativa estudada.

Quadro II.1 – Áreas envolvidas no projeto sujeito a AIA em 2003.

Ocupação	Núcleo I	Núcleo II	Núcleo III	Total
Área de escavação [m ²]	77 073	17 738	53 752	148 563
Escombreyas definitivas [m ²]	37 585	13 020	0	50 605
Instalações de apoio [m ²]	1 292	1 666	1 973	4 931
Área afeta aos trabalhos* [m ²]	136 849	39 204	65 923	241 976

*inclui pargas e escombreyas temporárias e exclui acessos.

Quadro II.2 – Áreas envolvidas no projeto de ampliação da mina em 2020.

Ocupação	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Área de escavação [m ²]	706 538	706 538	706 538
Escombreyas definitivas** [m ²]	1 385 546	1 289 266	1 269 718
Instalações de apoio [m ²]	85 600	85 600	85 600
Área afeta aos trabalhos*** [m ²]	2 390 733	2 313 050	2 441 886
Área da concessão [m ²]	5 933 871		

** existem escombreyas que se sobrepõe parcialmente com áreas de escavação.

*** inclui pargas, estruturas de desvio de águas e acessos.

Conforme se pode verificar nos dois quadros anteriores, com esta ampliação a escala do projeto altera-se profundamente. O mercado de destino do material explorado, a necessidade de beneficiação primária na lavaria e a magnitude dos investimentos envolvidos, levam a que as cortas e as escombreyas tenham uma dimensão muito superior às do projeto anterior.

Algumas das cortas anteriormente alvo de exploração (projeto de 2003), de acordo com o recurso mineral identificado, não justificam a exploração no âmbito deste projeto por falta de dimensão. É o caso das cortas do Núcleo III do projeto anterior. Por outro lado, a corta do Pinheiro que agora se preconiza explorar não estava identificada no projeto anterior. Por fim, as cortas do Grandão, Reservatório e NOA, que já se preconizavam explorar no projeto anterior, aumentam bastante a sua dimensão devido aos trabalhos adicionais de prospeção realizados pela Savannah.

Uma vez que a exploração ao abrigo da atual licença nunca atingiu a exploração prevista em projeto e teve início numa área onde se prevê a exploração no âmbito do projeto de ampliação, não existe dificuldade em harmonizar o estado atual da mina com o plano futuro.

A Savannah, atual detentora da concessão, tem desenvolvido, nos últimos anos, um conjunto de trabalhos de reconhecimento da mineralização

É neste contexto que a Savannah está a desenvolver os diversos estudos, projetos e procedimentos, com o objetivo de expandir a área de intervenção e a instalação de uma unidade de processamento e beneficiação para produção de concentrado de espodumena e subprodutos de quartzo e feldspato.

Assim, os trabalhos de exploração a realizar na Mina do Barroso, no futuro, terão como foco principal a exploração de pegmatito litinífero para produção de concentrado de espodumena (para posterior alimentação de estabelecimentos mineralúrgicos de processamento de lítio, que não em Portugal), tendo como subprodutos o feldspato e quartzo para alimentar a indústria cerâmica e outras (em Portugal).

O cumprimento do procedimento de pós-avaliação n.º 633 decorrente do procedimento de AIA realizado em 2003 tem vindo a ser cumprido pela Savannah, após a obtenção da concessão, em 2018 e 2019 e reportados à Direção Geral de Energia e Geologia e à Autoridade de AIA.

Desde que a concessão é detida pela Savannah que os trabalhos de exploração têm sido desenvolvidos no núcleo I, de forma esporádica, com produção reduzida, e apenas de feldspato a utilizar na Indústria cerâmica, não se encontrando qualquer anexo mineiro instalado no local.

A escala e âmbito deste projeto é substancialmente diferente do anteriormente aprovado. De facto, as áreas envolvidas e as infraestruturas de apoio necessárias implicam uma abrangência diferente dos impactes expectáveis.

A monitorização levada a cabo no âmbito da atual licença versou, principalmente, sobre qualidade do ar, ambiente sonoro, vibrações, solos, paisagem, património arqueológico, recursos hídricos subterrâneos e a qualidade das águas (superficiais e subterrâneas).

Conforme foi referido, a reduzida cadência de exploração torna difícil o aproveitamento dos dados para o projeto futuro. Os trabalhos de monitorização desenvolvidos, não obstante terem sido realizados com a mina em atividade, não constituem registos fiáveis e extrapoláveis dos impactes previstos para o caso do projeto futuro da mina.

Um bom exemplo desse facto são os registos de vibrações. Em todas as detonações verificadas na Mina, foi sempre instalado um sismógrafo no local de monitorização estabelecido na DIA (2005). Em todas elas o sismógrafo não registou quaisquer valores devido à insignificante magnitude das vibrações. Em todo o caso, aproveitaram-se essas detonações para registar valores de velocidade de pico, através da instalações de sismógrafos em locais próximos da detonação, de forma a constituir uma base de dados que pudesse ser útil para este estudo.

Em suma, embora os programas de monitorização em cumprimento tenham sido revistos e analisados, optou-se por não contemplar a sua introdução nos atuais trabalhos de avaliação uma vez que estes não são comparáveis, quer nas quantidades exploradas, nos anexos (atualmente inexistentes), nos acessos e no faseamento de exploração propostos, isto com exceção da utilização do fator ambiental vibrações, onde se utilizaram os valores de duas campanhas (2018 e 2019), para validar a expressão de propagação das ondas vibratórias do maciço em apreço.

1.2. ANTECEDENTES DO PROCESSO

Em junho de 2018, a Savannah (nessa data SLIPSTREAM RESOURCES Portugal, Lda.) dá início ao procedimento de avaliação de impacte ambiental com a entrega de Proposta de Definição do Âmbito (PDA) do projeto de execução da ampliação da Mina do Barroso.

Em julho de 2018, a decisão realizada pela Comissão de Avaliação à PDA do projeto de ampliação da Mina do Barroso determina a necessidade de estudo e avaliação de aspetos adicionais à PDA, de que se destaca:

1. Projeto

A Comissão de Avaliação considera que dadas as indefinições do projeto e as particularidades das áreas, a submissão do EIA em fase de Estudo Prévio se afigura como a mais adequada, uma vez que se considera que todo o processo de seleção de alternativas é internalizado pelo proponente, não existindo qualquer intervenção da Comissão de Avaliação/autoridade de AIA.

Tal encontra-se cumprido pela Savannah, o projeto agora sujeito a procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental é apresentado em fase de Estudo Prévio.

2. Barroso Património Agrícola Mundial

Tendo em conta a classificação da região do Barroso como Património Agrícola Mundial pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), como Sítio GIAHS (*Globally Important Agricultural Heritage Systems*).

Como referido pela CA, os sítios GIAHS são sistemas agrícolas vivos, envolvendo as comunidades humanas numa relação intrincada com o território, com a paisagem cultural e agrícola, bem como com o ambiente biofísico e social. Estes sistemas agrícolas são ricos em biodiversidade agrícola e em vida selvagem e são importantes fontes de conhecimento autóctone e de culturas ancestrais. A sua diversidade cultural, ecológica e agrícola ainda é evidente em muitas partes do mundo, mantidas como sistemas únicos de agricultura. Assim, estes sítios contribuem para a base da inovação agrícola e tecnológica do futuro.

A Savannah realizou trabalho específico nesta temática, pretendendo-se que se possa começar a promover o território do concelho de Boticas como sítio GIAHS.

3. Resíduos

É solicitado um capítulo dedicado aos resíduos, nomeadamente, a sua caracterização e gestão. Tal é cumprido pela Savannah em âmbito de Projeto (Plano de Lavra), uma vez que inclui Plano específico dedicado à Gestão de Resíduos onde se procede à sua identificação, caracterização e gestão

4. Contaminação de Solos

A CA determinou a caracterização da situação de referência dos solos, com a campanha de recolha de dados físico-químicos. Especificando que os resultados desta caracterização servirão de referencial para a qualidade do solo a garantir pelo explorador no final da vida útil da mina.

A Savannah elaborou proposta de valores de fundo naturais, suportada nos resultados obtidos em campanha de amostragem de caracterização do estado do solo com 26 amostras de solo. Propôs ainda plano de monitorização.

5. Sistemas ecológicos

Entre outros aspetos, foi proposto a estabelecer-se contacto com o ICNF e elaborar-se metodologias de trabalho específicas, para a confirmação de espécies ou grupos de espécies ameaçadas de potencial ocorrência, como o Lobo e Gralha-de-bico-vermelho. Foi ainda proposto que o desenvolvimento dos trabalhos de campo fosse realizado em período mais alargado que o proposto em PDA.

A Savannah integrou nos seus trabalhos o especificado.

6. Prevenção e Controlo Integrado da Poluição

A CA solicita o cumprimento do Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto, no que se refere à prevenção e o controlo integrados da poluição, e ao estabelecimento de medidas adequadas ao combate da poluição. Designadamente, mediante a utilização das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD), destinadas a evitar ou, quando tal não for possível, a reduzir as emissões dessas atividades para o ar, a água ou o solo, a prevenção e controlo do ruído e a produção de resíduos, tendo em vista alcançar um nível elevado de proteção do ambiente no seu todo, devendo ser adotadas medidas preventivas.

A Savannah no decurso dos trabalhos realizados para a definição das alternativas de projeto de ampliação da Mina do Barroso, em estudo prévio, assim como para a definição das metodologias de trabalho, estabeleceu como objetivo a proteção ambiental, como determina o Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto.

7. Alterações climáticas, geologia e geomorfologia, recursos hídricos, Solos, Qualidade do ar, Ambiente sonoro, Vibrações, Sistemas ecológicos, Património, Paisagem, Sócioeconomia, Resíduos e impactes ao nível da contaminação do solo, Território, Saúde humana e prevenção e controlo integrado da poluição

No âmbito dos diversos fatores ambientais foram realizadas indicações adicionais de trabalho, de análise e de avaliação, o que foi cumprido pela Savannah.

1.3. OBJETIVOS E JUSTIFICAÇÃO DO PROJETO

No início de 2017 a SAVANNAH (à data Slipstream Resources Portugal Unipessoal, Lda.) obteve a transmissão da posição contratual¹⁴ que era detida pela Imerys Ceramics Portugal, S.A. para a Mina do Barroso, tendo desenvolvido, nos últimos anos, um conjunto de trabalhos de reconhecimento da mineralização. Pelo facto de até muito recentemente os trabalhos de prospeção e pesquisa e de exploração se concentrarem na produção destinada à cerâmica e não de concentrado de espodumena para o setor de baterias, há ainda a necessidade de atualizar o Plano de Lavra, com ampliação de cortas, bem como instalar uma unidade industrial de beneficiação da mineralização, com o objetivo de produção de concentrado de espodumena e subprodutos de feldspato e quartzo.

A Figura II.1 mostra um resumo da cronologia do projeto e a Figura II.3 faz uma apresentação gráfica dos mesmos trabalhos.

¹⁴ Diário da República n.º 52 - 2ª série (Aviso n.º 260/2017, 14 de março).

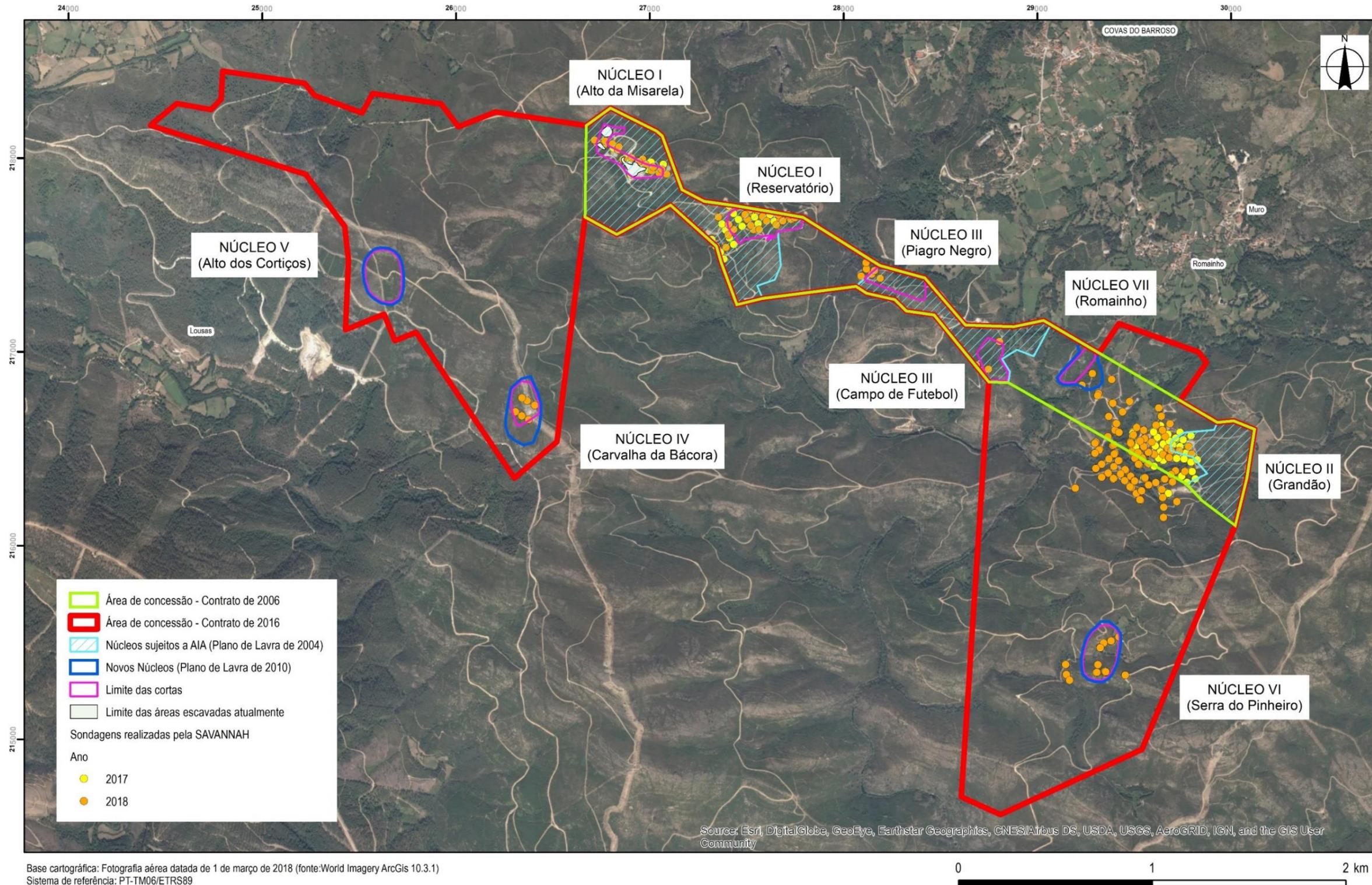


Figura II.3 – Evolução da concessão e dos trabalhos de prospeção realizados.

(Página intencionalmente deixada em branco)

Com a elaboração do Plano de Lavra, em estudo prévio, a SAVANNAH pretende ampliar a área de concessão de exploração atual de 542 ha, para 593 ha, com aumento a Norte, somente na área Este da concessão (Desenho 1). A necessidade deste aumento da área de concessão é motivada pelos resultados obtidos nos trabalhos de reconhecimento da jazida mineral que a empresa desenvolveu (mais de 45 sondagens, totalizando mais de 4200 m, análises químicas e outros) e que revelaram que alguns corpos mineralizados, especialmente do Reservatório, se estendem para fora da área da concessão. Desta forma, pretende a empresa assegurar a exploração desse corpo mineralizado uma vez que, dadas as suas características (forma e inclinação), para garantir a viabilidade de exploração é crítica a exploração do corpo que se encontra fora da atual área de concessão.

A prospeção desenvolvida permitiu também identificar com detalhe a configuração e características dos corpos mineralizados, levando a um redimensionamento dos jazigos. No corpo do Grandão foi identificada uma continuidade do corpo mineralizado para Oeste que se pretende considerar neste Plano de Lavra. Os jazigos do Pinheiro (anteriormente designado por Serra do Pinheiro) e NOA (anteriormente designado por Alto da Misarela) mantêm-se com a configuração anteriormente prevista.

Relativamente aos outros jazigos, designadamente Piagro Negro, Campo de Futebol, Carvalha da Bâcora, Alto dos Cortiços e Romainho, foi considerado que nesta fase não possuem características que permitam o seu aproveitamento com condições de viabilidade económica, carecendo de prospeção adicional.

Assim, a Mina do Barroso passará a contemplar quatro cortas de exploração, Grandão, Pinheiro, Reservatório e NOA. No Desenho 1 é possível observar as alterações que pretendem na área de concessão, com indicação dos respetivos vértices, num total de 73, no Sistema *Hayford-Gauss Datum 73* – Ponto Central e no Sistema PT-TM06/ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*).

Para além do aumento da área de concessão de exploração e do aumento das cortas do Reservatório e do Grandão, por extensão dos corpos mineralizados, as outras alterações significativas ao Plano de Lavra anteriormente aprovado incluem:

- a eliminação da exploração em cinco áreas (passa de 9 cortas para 4 cortas);
- a inclusão de uma unidade de beneficiação de pegmatito litínífero, para produção de um concentrado de espodumena;
- o aumento da extração média de pegmatito litínífero para cerca de 1 450 000 t/ano;
- o tempo de exploração de 12 anos (16 anos considerando a instalação e desativação);
- a inclusão de duas a quatro instalações de resíduos mineiros para acolher o rejeitado e cerca de 6 850 000 t/ano de estéril.

Os trabalhos de exploração a realizar na Mina, no futuro, terão como foco principal a exploração de pegmatito litínífero para produção de um concentrado de espodumena para posterior alimentação de estabelecimentos mineralúrgicos de processamento de lítio, tendo como subprodutos o feldspato e quartzo para alimentar a indústria cerâmica e outras.

Importa ainda referir que o lítio é um elemento estratégico para Portugal e para a Europa, dada a sua aplicabilidade na indústria moderna, com a emergente procura para inclusão em baterias de automóveis

movidos a energia elétrica, pelo que existe um interesse pelos recursos minerais europeus de lítio, onde se enquadra o Campo Aplitepegmatítico Barroso-Alvão.

Apesar dos teores em lítio serem inferiores aos grandes jazigos dos “Salares” da América do Sul, dos jazigos intra-cratónicos africanos (Bikita-Zimbabwe), assim como dos mega jazigos Canadianos (Manitoba), o contexto geopolítico e as alterações socioeconómicas a nível mundial alteraram a visão da União Europeia no que diz respeito à sustentabilidade da exploração de recursos minerais no seio da Europa. Desta forma os países comunitários têm atualmente uma postura de valorização dos recursos minerais existentes dentro do espaço comunitário, com vista a diminuir a dependência de mercados externos ao nível de fornecimento de matérias-primas minerais.

É neste contexto que a Savannah tem como objetivo ampliar a área da Mina do Barroso, e proceder à instalação de um estabelecimento industrial de tratamento da mineralização, para produção de concentrado de espodumena e subprodutos de feldspato e quartzo.



Figura II.4 – Mina do Barroso.

1.4. ALTERNATIVAS DE PROJETO

Na ótica industrial, uma Mina pode ser vista como uma unidade de extração de depósitos minerais, que implica a instalação no terreno de um conjunto de equipamentos e maquinaria, e de recursos humanos. Por definição, neste tipo de projetos, é a localização da matéria-prima (depósito mineral) que define a localização das unidades de exploração, ao contrário de outros projetos industriais onde a localização poderá depender mais de fatores como a acessibilidades e a disponibilidade de mão-de-obra. A localização da Mina encontra-se assim, à partida, condicionada pela disponibilidade espacial e pela qualidade dos recursos (depósito mineral). A esta restrição, natural, à sua exploração acrescem as restrições decorrentes dos compromissos e das opções de ordenamento estabelecidas para o território nacional.

Neste contexto, e em termos objetivos, a localização proposta é aquela que se afigura como viável, por este tipo muito específico de depósito mineral existirem comprovadamente no local, encontrando-se aqui concessionada a Mina do Barroso que se pretende ampliar. Encontra-se ainda este uso previsto no PDM de Boticas.

Encontrando-se o recurso mineral identificado na envolvente das cortas atualmente aprovadas, a área cumpre os imperativos geológicos, económicos e de segurança, a solução de ampliação e a instalação da Lavaria é a que se afigura como a única viável, por verificar cumulativamente as condições essenciais expostas, estando a SAVANNAH disposta a assegurar a adoção das medidas de proteção ambiental que venham a ser consideradas necessárias para melhor compatibilizar a atividade mineira com a salvaguarda da qualidade de vida das populações e com a preservação do património natural.

Com a ampliação da área mineira, a quantidade de média de minerais úteis na área do projeto cifra-se em pouco mais de 17 milhões de toneladas, permitindo a laboração da Mina durante cerca de 12 anos.

1.4.1. As alternativas de projeto consideradas

Uma vez que o projeto é apresentado em fase de estudo prévio, foram consideradas três alternativas de projeto. As alternativas propostas foram estabelecidas com a garantia que qualquer uma é tecnicamente e economicamente viável.

Uma vez que a localização da mineralização e respetivas cortas não é passível de realocização, as alternativas distinguem-se maioritariamente por:

- Localização dos acessos ao exterior;
- Localização da Lavaria e instalações de apoio;
- Localização das instalações de resíduos;
- Sequência de exploração das cortas.

Em termos sucintos, podem-se caracterizar as três alternativas de acordo com as figuras seguintes.

Alternativa 1

Esta alternativa caracteriza-se por implantar as instalações de resíduos no interior o máximo possível no interior das cortas. Assim, as cortas do Pinheiro e NOA focam completamente tapadas, sendo a corta do Grandão parcialmente aterrada. Todas as instalações de resíduos terão apenas estéreis (rocha extraída sem qualquer transformação), com exceção da instalação de resíduos Sul que também receberá os rejeitados da lavaria. A instalação de resíduos Escombreira Norte terá também a função de cortina visual e acústica, sendo a primeira a ser construída. A lavaria ficará a NE da corta Pinheiro e o caminho para o exterior da Mina terá um percurso para Norte a partir da Lavaria. A linha elétrica existente terá um novo troço (desvio) por Oeste da corta Grandão.

A sequência de exploração desta Alternativa 1 é iniciada no Grandão, explorando-se o Pinheiro ao mesmo tempo que o Grandão (no 3º ano de exploração), seguindo-se o NOA e finalmente o Reservatório (Figura II.5).

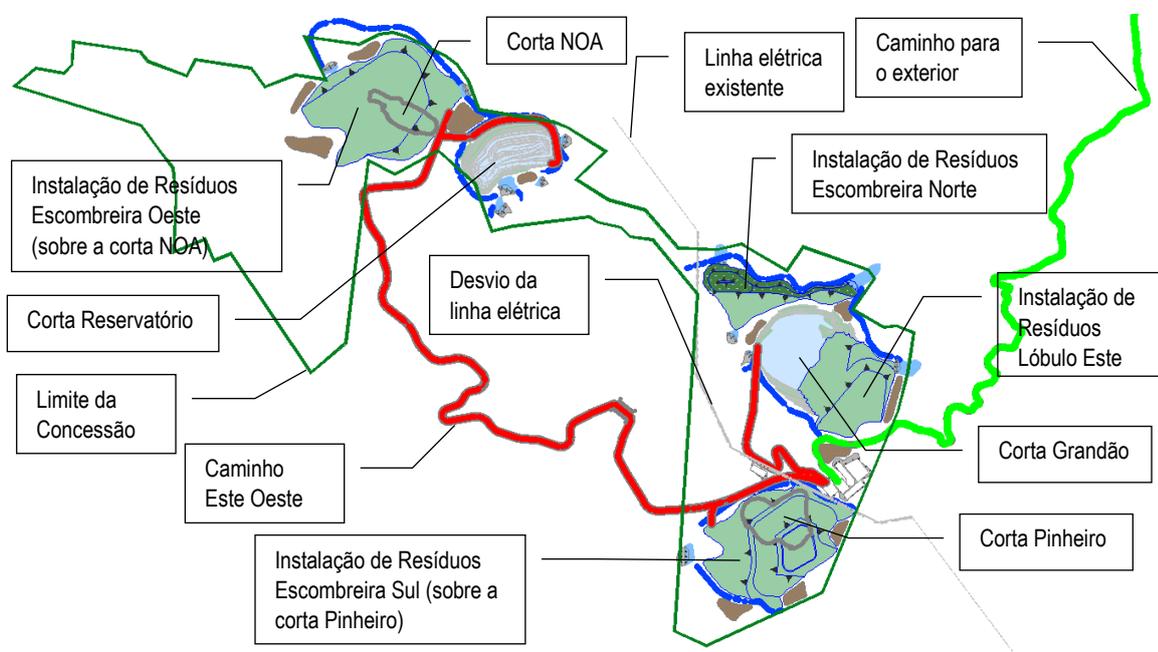


Figura II.5 – Esquema da Mina na Alternativa 1.

Alternativa 2

A sequência de exploração desta alternativa é iniciada no Pinheiro, iniciando-se o Grandão logo de seguida. Dois anos antes da exploração do Grandão terminar, inicia-se a do NOA (que dura 2 anos) e cerca de 1,5 anos depois inicia-se a do Reservatório (Figura II.6).

Esta Alternativa 2 caracteriza-se por implantar a lavaria a NW da corta Pinheiro e o caminho para o exterior da Mina terá um percurso para Sul e Sudeste a partir da Lavaria. A linha elétrica existente terá um novo troço (desvio) por Este da corta Grandão. As instalações de resíduos sobrepõem-se às cortas de Pinheiro e NOA, bem como parcialmente no Grandão. Todas as instalações de resíduos terão apenas estéreis (rocha extraída sem qualquer transformação), com exceção da instalação de resíduos

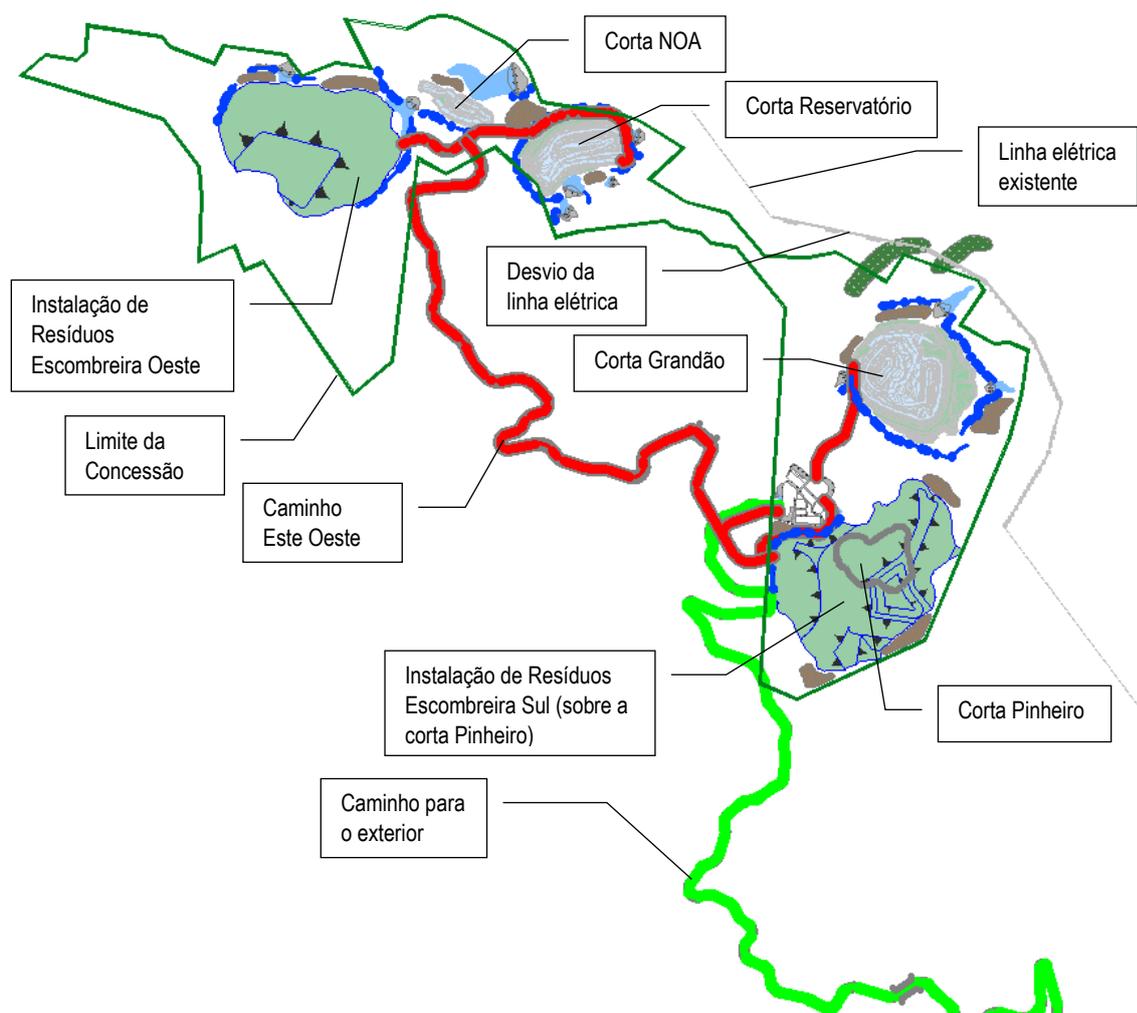


Figura II.7 – Esquema da Mina na Alternativa 3.

1.4.2. Alternativas estudadas e não consideradas em Estudo Prévio.

Foram ainda prosseguidos diversos estudos de alternativas de projeto, especificamente, no que respeita a metodologia de exploração, a localização da lavaria, outros acessos à área mineira, e ainda na metodologia de transporte mineralização para a lavaria partir da corta Reservatório e da corta NOA mas que por razões técnicas, económicas e, ou que se anteviam de maior incomodidade das populações, nas povoações próximas, foram abandonadas.

No que respeita a metodologia de exploração, foi ponderada a possibilidade da metodologia de exploração da corta do Grandão poder vir a ser mista. Isto é, ser realizada inicialmente em céu aberto e evoluir posteriormente para subterrâneo. Os estudos de estabilidade do subterrâneo e os custos de operação determinaram o abandono desta possibilidade.

Foi ponderada a localização da lavaria junto à corta NOA, sendo proposta a opção de acesso por Oeste para a expedição do concentrado de espodumena, acesso dos trabalhadores e consumíveis da Mina. Contudo, o facto da lavaria funcionar 24 horas e se encontrar nas proximidades de Dornelas e de Covas do Barroso, sendo o acesso Oeste, realizada pelo interior da povoação de Dornelas, levanta

preocupações no que respeita à incomodidade da população. Em termos operacionais, o facto da lavaria se encontrar afastada da corta do Grandão, determina que 80% da mineralização tenha que ser transportado cerca 9000 m até à lavaria, para que possa ser cominuído e beneficiado, exponenciando os custos de operação.

Para além dos acessos propostos à área Mineira - acesso Norte e acesso Sul, foram ainda considerados e estudados dois outros acessos, por Oeste da área de concessão ou imediatamente para Norte da corta NOA. O acesso a Norte da corta NOA apresenta curta distância para a estrada nacional, não passando nenhuma habitação, contudo a irregularidade do acesso e a necessidade de atravessar o rio Covas determinou o seu abandono. Já o acesso por Oeste, possui um bom piso e orografia moderada, contudo, como se infere da sua denominação atravessaria a aldeia de Dornelas.

Quanto á metodologia de transporte do mineralização para a lavaria a partir da corta Reservatório e da corta NOA (percurso interno da Mina), foi ponderada a construção de uma estrutura em *flying belt*, contudo a orografia do local, a sua difícil manutenção, mantendo-se do mesmo modo o transporte dos estéreis por *dumper* e, por fim, o facto de não ser uma estrutura utilizável após a conclusão da exploração (teria que ser desmantelada), sem qualquer utilidade para a população local, levou ao abandono desta hipótese.

Foi ainda ponderada a solicitação da ampliação da concessão C-100 em 500 metros para Norte em todo o limite Norte da Concessão, questão abandonada pela proximidade à povoação de Romainho.

Por fim, neste contexto, será sempre de perspetivar a possibilidade de não haver lugar à implementação do projeto de ampliação da Mina do Barroso, pelo que se procederá à continuação da exploração de acordo com o Plano de Lavra aprovado, manterão a sua atividade até ao esgotamento das reservas, mantendo-se na generalidade a situação atual. Contudo, a impossibilidade do aproveitamento dos minerais de espodumena para a produção de baterias de lítio, e apenas de apilitopegmatito para a produção de cerâmica, afigura-se como um menos nobre aproveitamento das mineralizações existentes na concessão C-100.

2. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Mina do Barroso localiza-se no Norte de Portugal, cerca de 400 km a norte de Lisboa e aproximadamente 140 km a nordeste do Porto. A área de intervenção da Mina do Barroso localiza-se nas freguesias de Dornelas e de Covas do Barroso (maioritariamente em Covas do Barroso), concelho de Boticas, distrito de Vila Real, entre a Serra do Barroso e o rio Tâmega, a cerca de 12 km para Sudoeste de Boticas (Figura II.8).

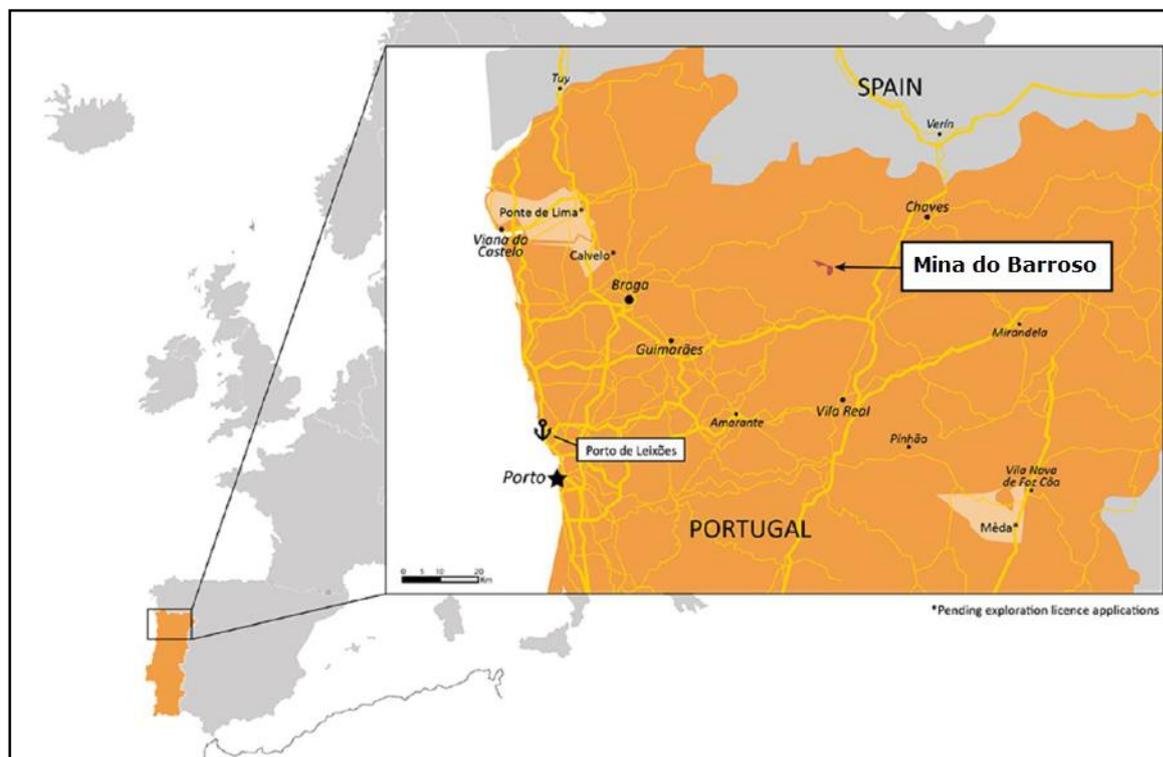


Figura II.8 – Mapa de localização da Mina do Barroso.

O acesso à área é feito através de uma rede moderna de autoestradas, a partir do Porto, Braga e Lisboa até cerca de 16 km de distância da Mina. O percurso seguinte inclui a Estrada Nacional EN 103, para percorrer a distância entre a A24 e Boticas. A partir de Boticas, o acesso é feito a partir da EN 311, que liga Venda Nova a Boticas.

Este Plano de Lavra inclui 3 alternativas, dependendo os acessos à mina da localização da lavaria. Assim, dependendo da solução que for selecionada no procedimento de AIA, o acesso aos locais de exploração e lavaria incluirão:

- **Alternativa 1:** Na EN 311, 1 km a Oeste após Vilar, a cerca de 8 km a Oeste de Boticas, toma-se a M519 para Sul, até Covas do Barroso, onde o acesso passa a ser a estrada M1047 (para Este) durante cerca de 3700 m (cerca de 1 km antes de Alijó) onde existe o entroncamento para Sul diretamente para a mina (cerca de 10,5 km);

- **Alternativas 2 e 3:** Em Carreira da Lebre (cerca de 3,5 km a Oeste de Boticas) toma-se a N312 para Sul, durante cerca de 12 km até às imediações de Seirós, onde existe uma estrada para Oeste diretamente para a mina (cerca de 8,1 km).

As peças desenhadas de suporte a este Plano de Lavra são maioritariamente apresentadas à escala 1: 10 000, de forma a facilitar o seu manuseamento e análise sem perda de informação, com exceção do Desenho 1, apresentado à escala 1:25 000, que constitui uma planta de enquadramento regional e pelos desenhos de pormenor (plantas e cortes das cortas). No Desenho 2 apresenta-se o levantamento topográfico da área de concessão, sendo as restantes peças desenhadas elementos de projeto.

As povoações mais próximas das áreas de exploração são apresentadas no Quadro II.3.

Quadro II.3 – Distâncias em metros entre as cortas e as localidades.

Localidades	Cortas			
	Pinheiro	Grandão	NOA	Reservatório
Dornelas	5170	4720	1820	2550
Covas do Barroso	2290	1160	1310	740
Romainho	1670	490	2260	1480
Alijó	2370	1610	4370	3590
Lousas	4560	4420	2260	2630
Gondiães	3980	4710	4450	4310
Campos	4730	3560	4070	3520
Seirós	3230	3700	6730	6060

3. CADASTRO

A área da Mina do Barroso insere-se em terrenos privados, pertença de vários proprietários e em terrenos classificados como Baldios, sendo na sua totalidade, prédios rústicos.

A Savannah é detentora de diversas parcelas de terreno, classificadas como prédios rústicos, que possuem as seguintes características cadastrais:

- Prédio rústico situado em Vale Cabrão, com a área de 1 120 m², inscrito na matriz com o n.º 857, Freguesia de Covas do Barroso, concelho de Boticas. Confronta a Norte com Floresta, a Sul com Floresta, a Nascente com Casimiro Meireles e a Poente com José Joaquim Barroso;
- Prédio rústico situado em Fenjos, com a área de 396 m², inscrito na matriz com o n.º 894, Freguesia de Covas do Barroso, concelho de Boticas. Confronta a Norte com Floresta, a Sul com Floresta, a Nascente com Floresta e a Poente com Floresta;
- Prédio rústico situado em Fenjos, com a área de 905 m², inscrito na matriz com o n.º 905, Freguesia de Covas do Barroso, concelho de Boticas. Confronta a Norte com Floresta, a Sul com João Pires, a Nascente com Floresta e a Poente com Junta de Freguesia;
- Prédio rústico situado em Souto da Cerdeira, com a área de 4 879 m², inscrito na matriz com o n.º 366, Freguesia de Dornelas, concelho de Boticas. Confronta a Norte com Serviços Florestais, a Sul com Serviços Florestais, a Nascente com Termo de Covas e a Poente com José Lopes dos Santos;
- Prédio rústico situado em Souto da Cerdeira, com a área de 491 m², inscrito na matriz com o n.º 367, Freguesia de Dornelas, concelho de Boticas. Confronta a Norte com Serviços Florestais, a Sul com Serviços Florestais, a Nascente com Manuel de Almeida Barreto e a Poente com Serviços Florestais;
- Prédio rústico situado em Souto da Cerdeira, com a área de 784 m², inscrito na matriz com o n.º 368, Freguesia de Dornelas, concelho de Boticas. Confronta a Norte com José Pereira, a Sul com José Pereira, a Nascente com José Pereira e a Poente com José Pereira;

Nos Documentos deste Plano de Lavra apresentam-se as certidões da Conservatória do Registo Predial que atestam a titularidade dos prédios em causa. Apesar de não existir cadastro geométrico em vigor para o concelho de Boticas, apresenta-se a Figura II.9 realizada a partir de levantamentos de campo e dos contactos com os respetivos proprietários.

A Savannah tem também celebrados contratos de exploração (aluguer) sob a forma de escritura pública, com alguns proprietários privados e com a Comissão de Baldios de Covas do Barroso, para parcelas de terreno, dentro da área de concessão onde se desenvolverá parte da exploração.

Nos restantes terrenos, onde se pretende construir o projeto da Mina do Barroso, a Savannah encontra-se em fase adiantada de negociação com os proprietários privados, para a aquisição dos terrenos necessários.

Relativamente aos terrenos Baldios, ainda não contemplados no atual acordo de exploração, a Savannah está em conversações para, à semelhança dos contratos de exploração já existentes, celebrar outros acordos que sejam benéficos para ambas as partes.

Na figura seguinte, apresentam-se todos os terrenos identificados até ao momento, dentro dos limites da concessão C-100 “Mina do Barroso”, privados ou Baldios, e os que atualmente são pertença da Savannah. As propriedades sem cor específica são terrenos baldios.

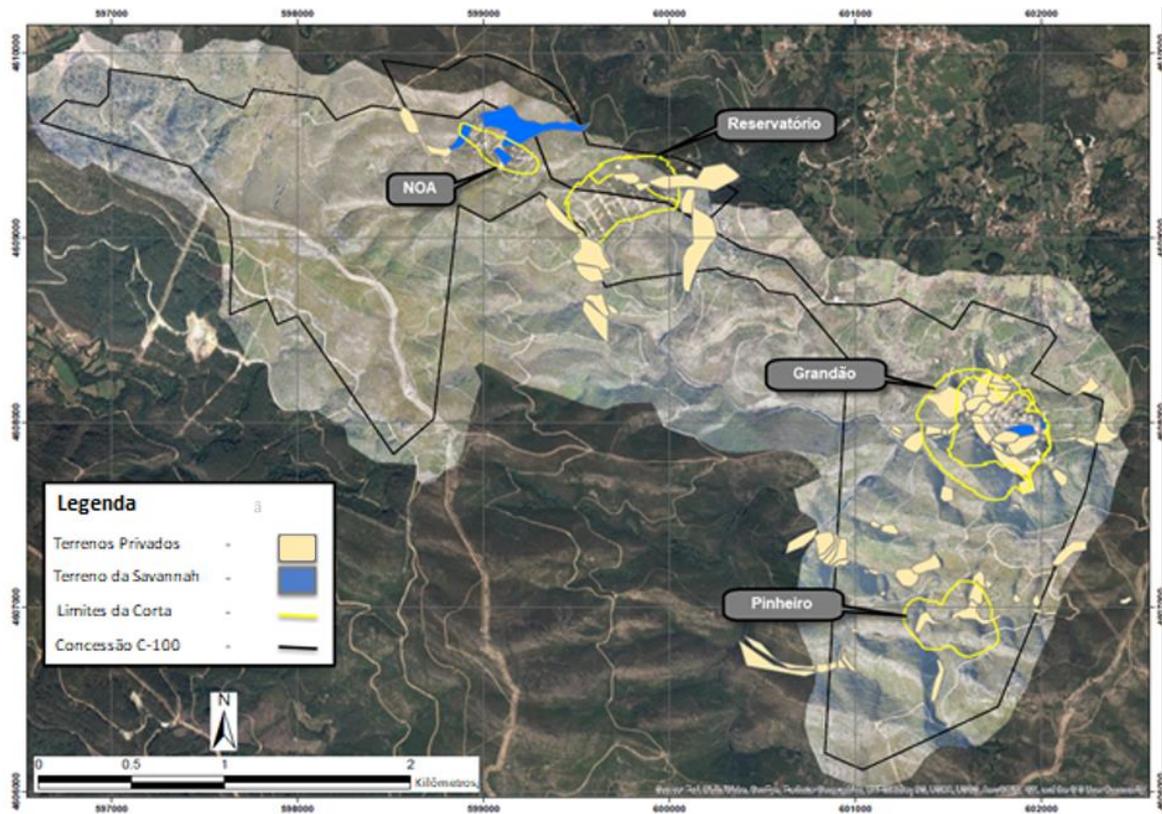


Figura II.9 - Propriedade dos terrenos da Mina do Barroso.

4. CARACTERIZAÇÃO DO DEPÓSITO MINERAL

4.1. INTRODUÇÃO

A geologia de Portugal é dominada pelas formações do Maciço Ibérico, sendo composta por dois grupos principais, as unidades Paleozoicas, constituídas por quatro terrenos acrecionários principais, e a cobertura pós-Varisca. Em termos económicos, as formações Paleozoicas são muito importantes e, os quatro principais terrenos geotectónicos (zonas) que as constituem são geneticamente diversificados e estão caracterizados por diferentes estilos de mineralização:

A Zona Sul Portuguesa localiza-se no extremo sul do país e forma uma fina cunha de rochas de idades compreendidas entre o Devónico superior e Carbónico. As litologias são compostas por complexos vulcano-sedimentares que cobrem rochas filíticas e quartzíticas que, por sua vez, são sobrepostas por rochas sedimentares constituídas por sequências de flysch distintas. Economicamente, esta zona é significativa, pois hospeda a Faixa Piritosa Ibérica, que contém a maioria dos depósitos de metais de base da Europa.

A Zona de Ossa Morena, no sul de Portugal, é uma zona estreita constituída por sequências sedimentares marinhas, rochas intrusivas alcalinas e rochas vulcânicas máficas a félsicas. No seu bordo sul ocorre um complexo ofiolítico, que marca a sutura entre esta e a Zona Sul Portuguesa. As rochas têm uma ampla gama de idades, variando entre o Pré-Câmbrico e o Devónico superior, e são estruturalmente complexas, compostas por rochas metamórficas de alta pressão, que variam entre as fácies eclogítica e dos xistos azuis. Os principais estilos de mineralização económica reconhecidos na Zona de Ossa Morena são os depósitos de zinco-chumbo hospedados em carbonatos, ouro orogénico, sulfuretos maciços e minérios de ferro.

A Zona Centro Ibérica é a maior zona em Portugal e cobre grande parte do centro e norte do país. As litologias dominantes são sedimentos metamórficos do complexo Xisto-grauváquico do Câmbrico. Existem também extensas áreas com intrusões graníticas alcalinas a calco-alcalinas, com campos de pegmatitos associados nas margens. A mineralização presente nesta na zona é principalmente de tungstênio, antimónio-ouro, ouro, estanho, urânio e pegmatitos ricos em lítio.

A Zona de Galiza - Trás-os-Montes ocorre na parte norte de Portugal e tem sido interpretada como constituída por um empilhamento de mantos alóctones, muito metamorfizado. Existe uma zona distinta de maciços máficos a ultramáficos na região de Bragança, e vários tipos de granito encontram-se a intruir as sequências silúricas de xisto. Vários campos pegmatíticos encontram-se também nos xistos próximos às margens dos granitos. Os estilos predominantes de mineralização económica presente nesta zona são as mineralizações de estanho-tungstênio associada a granitos, que foram exploradas durante meados do século XX, o ouro associado a intrusões, extraído principalmente durante a época romana e minérios de ferro. Mais recentemente, os pegmatitos foram extraídos para a indústria cerâmica devido às altas concentrações de lítio.

Portugal tem também uma forte herança de exploração de pedreiras para fins industriais e ornamentais, sendo o calcário, granito, areias, sal-gema e argilas os principais produtos. No centro e norte de Portugal, os numerosos pegmatitos foram extraídos para o quartzo e o feldspato para as indústrias de cerâmica e vidro. Os pegmatitos portugueses são valorizados pelo teor de lítio, sendo a espodumena, petalite e

lepidolite as principais espécies minerais de lítio. A presença de lítio é favorável, pois reduz as temperaturas de fusão e reduz os custos de energia. Atualmente, em Portugal, não existe extração de material pegmatítico para a produção de compostos químicos de lítio utilizados como matéria-prima de baterias.

4.2. ENQUADRAMENTO REGIONAL

A Mina do Barroso encontra-se inserida na Zona de Galiza - Trás-os-Montes (ZGTM) Figura II.10, que é uma sequência complexa de litologias alóctones a para-autóctones, e que foi formada durante a Orogenia Varisca. O terreno é composto por uma sequência alóctone superior e inferior, com litologias muito variadas, representando grandes distâncias de deslocamento. As rochas foram interpretadas como tendo uma afinidade continental e sendo representativas de eventos metamórficos de alta pressão. A unidade intermediária é constituída por sequências ofiolíticas e por uma espessa melange serpentinítica, sendo esta por sua vez interpretada como representando uma das suturas do evento Varisco.



Figura II.10 - Geologia Regional e Principais Áreas Prospecivas para Lítio.

As unidades basais da ZGTM são o domínio xistoso para-autóctone formado por metassedimentos do Câmbrico superior ao Devónico e por rochas meta-vulcânicas calco-alcálicas e alcalinas do Câmbrico superior ao Ordovícico superior. Estas foram colocadas tectonicamente sobre as rochas da Zona Centro Ibérica por um cavalgamento basal não enraizado.

Os granitos da ZGTM são tardi a sin-tectónicos e foram instalados durante os últimos estágios do evento de deformação Varisca D3. Na área, foram reconhecidos dois tipos principais de granito; granitos de duas micas e granitos biotíticos. Os granitos de duas micas são geralmente considerados granitos do tipo S sin-colisionais, que são sin-tectónicos com os últimos estágios do evento D3. Os granitos são leucocráticos, com moscovite ocorrendo geralmente em percentagens mais elevadas que a biotite. Acredita-se que estes sejam originários de magmas per-aluminosos húmidos do nível meso-crustal e provavelmente estão associados com o evento metamórfico.

Considera-se que os granitos biotíticos se tenham formado em níveis crustais profundos e, como tal, são interpretados como sendo originários de um magma parental menos rico em água. A ocorrência e a distribuição geral destes granitos estão associadas a zonas de cisalhamento da fracturação Tardi-Varisca. Julga-se que a idade de formação destes ocorre durante todas as fases do evento colisional Varisco. Estes granitos podem ser associados aos tonalitos e qualquer moscovite que ocorra é de origem secundária.

4.3. GEOLOGIA REGIONAL

A geologia da região do Barroso-Alvão faz parte da seqüência para-autóctone da Zona Galiza – Trás-os-Montes. É caracterizada por rochas metassedimentares de baixo a médio grau, de idade Silúrica e mostram vários graus de deformação. As rochas metamórficas da região são geralmente micaxistos com quartzitos ocasionais e lentes de xisto e grauvaques.

Estas rochas metamórficas foram instruídas por diversos batólitos graníticos extensos, que formam colinas arredondadas na região. Os granitos identificados consistem em granito biotítico sin-tectónico, formado durante o estágio de colisão da Orogenia Varisca, granito de duas micas, que também é sin-tectónico e granito biotítico pós colisional. O granito que aflora a norte da licença C-100 é um granito de duas micas que instruiu o xisto circundante durante as fases posteriores do evento de deformação D3.

Numerosos campos de diques e soleiras pegmatíticos encontram-se associados aos granitos. Os corpos pegmatíticos são geralmente irregulares e mostram sinais de deformação, consistentes com os observados nos estágios finais do evento D3. Os pegmatitos mostram frequentemente sinais de bandado rítmico, constituído por camadas alternadas de pegmatito granular e de aplito de textura fina. Esta natureza distinta dos pegmatitos significa que estes corpos são mais corretamente denominados por aplitopegmatito. Os aplitopegmatitos têm várias orientações, quer sejam dique a mergulhar abruptamente, como corpos em soleiras horizontais ou com mergulhos suaves. A Figura II.11 mostra um corte transversal da geologia da região e a localização dos pegmatitos da Mina do Barroso.

Os aplitopegmatitos são quase exclusivamente encontrados a aflorar na rocha encaixante xistenta, embora exista alguma correlação espacial com os batólitos graníticos. Os aplitopegmatitos mostram uma relação variável com o xisto circundante, relativamente à deformação. Em alguns locais os

aplitopegmatitos são concordantes com a xistosidade e noutros são totalmente discordantes. Contudo, todos os pegmatitos exibem alguma forma de deformação.

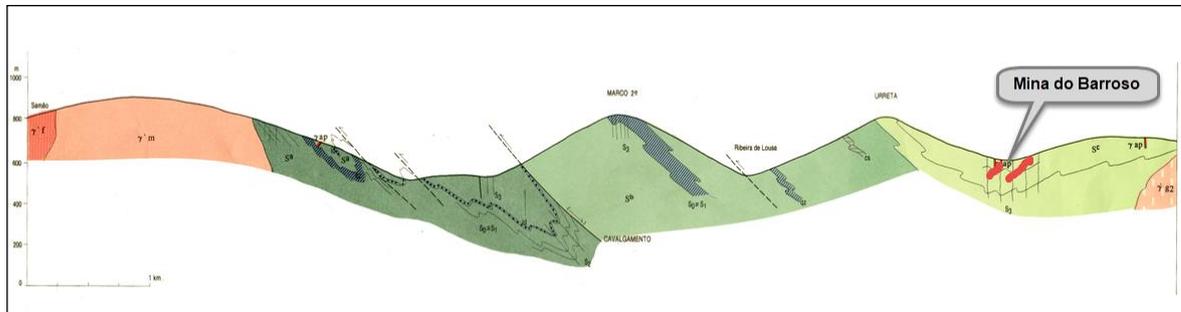


Figura II.11 - Enquadramento da Geologia Regional Geológica (corte transversal).

As rochas metassedimentares da área do Barroso podem ser divididas em dois domínios estruturais principais, o Domínio Estrutural de Três-Minas (DETM) e o Domínio Estrutural de Carrazedo (DEC). O DEC é caracterizado por uma xistosidade e foliação sub-horizontal que é concordante com o segundo evento de deformação na Orogenia Varisca (D2). O DETM sofreu deformações durante o evento D3 e a xistosidade é concordante com o primeiro evento de deformação (D1).

Na região de Barroso existem três principais corpos graníticos que afloram na área. O primeiro pertence ao Granito de Vila Pouca de Aguiar e é classificado como um granito biotítico, sendo este encontrado principalmente na área leste da região. No granito foram reconhecidas três fases distintas que, a partir das relações observadas no campo, sugerem que foram instaladas durante as diferentes fases de deformação.

O Granito do Barroso é composto por várias fases de instalação e é classificado como um granito biotítico. Pensa-se que os granitos foram intruídos durante os últimos estágios de colisão, durante a deformação D3. O Granito de Cabeceira de Bastos é também reconhecido na região e encontra-se ao longo de uma faixa de orientação NW-SE.

No campo aplitopegmatítico de Covas (Figura II.12) foram reconhecidos dois tipos principais de pegmatitos, o primeiro caracterizado por aplitopegmatitos não cíclicos, geralmente de textura mais fina e caulinizados, que frequentemente tem mineralização de cassiterite associada. Estes aplitopegmatitos são geralmente representados por cicatrizes no terreno resultantes das operações de extração de estanho anteriores, principalmente ocorridas nos anos 1940 e 50.

O segundo tipo de pegmatito são os aplitopegmatitos bandados que ocorrem como aglomerados distintos no interior da rocha encaixante de xisto deformado. A espessura destes é variável, desde poucos metros a dezenas de metros e ocorrendo ao longo de um comprimento que varia de 100 a 500 m. Geralmente os corpos de aplitopegmatitos são irregulares ao longo de uma tendência geral, mostram alguma forma de deformação e são frequentemente observados a estreitar ou alargar, contendo encraves da rocha encaixante de xisto. Acredita-se que os fluidos pegmatíticos tenham sido instalados durante o evento D3 e, como tal, podem ser vistos como tendo sido intruídos ao longo de planos estruturais no interior do xisto.

A estrutura interna dos aplitopegmatitos é difícil de ser estudada à escala local e mostra uma variabilidade acentuada entre afloramentos. A orientação do bandado foi medida em detalhes em toda a área da licença

C-100 e mostrou que provavelmente ocorreram algumas dobras dos corpos de aplitopegmatitos. Embora não haja informações firmes sobre a origem do bandado e a relação deste com a instalação dos aplitopegmatitos, infere-se que tenha relação com a orientação do corpo original. Foram observados cristais de feldspato em crista de galo no contacto com a rocha encaixante, que mostram uma orientação sub paralela ao contacto.

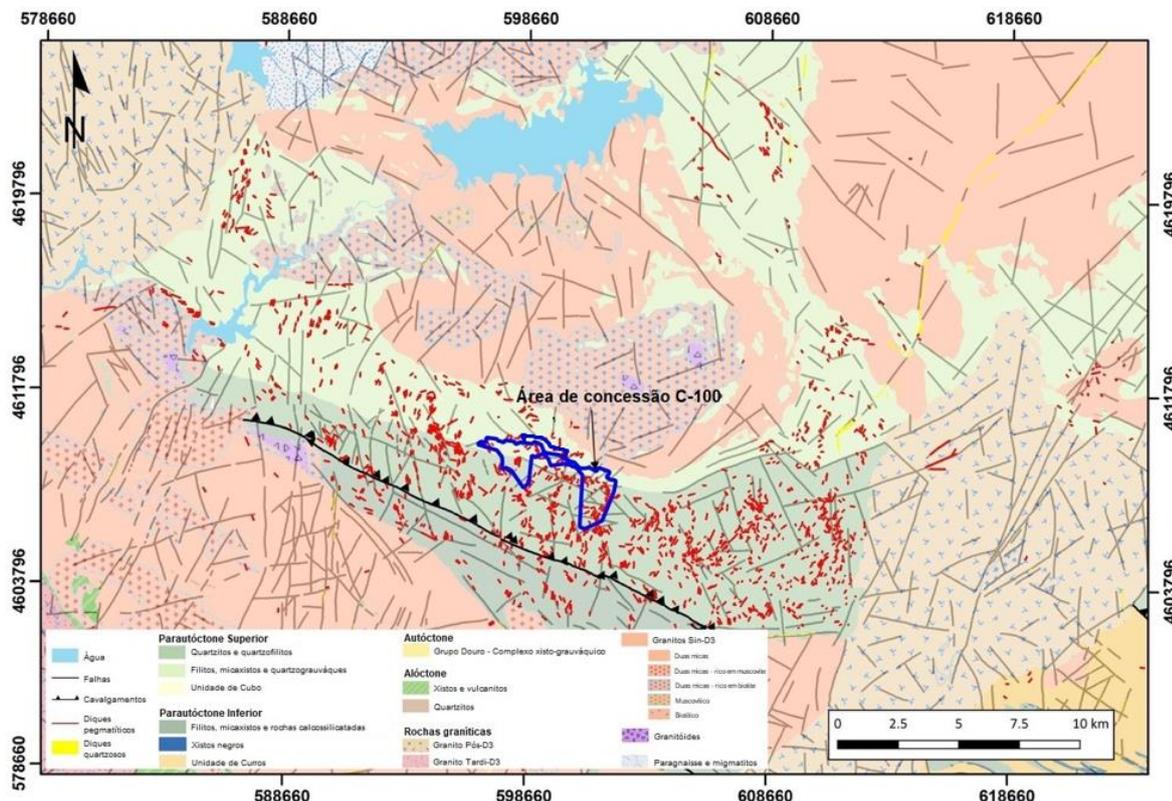


Figura II.12 - Mapa geológico regional da região da Mina do Barroso mostrando o traçado do limite da concessão C-100.

Os aplitopegmatitos do Barroso são considerados do tipo LCT, e não é evidente, nos corpos aflorantes, qualquer zoneamento mineralógico distinto. No entanto, os dois tipos de pegmatitos observados na área do Barroso podem ser diferenciados pela sua mineralogia. Os pegmatitos ricos em estanho não foram investigados em detalhe, mas estudos realizados pela Universidade do Porto mostraram que estes também contêm mineralização de lítio, sendo a petalite a principal espécie mineral de lítio. Os aplitopegmatitos bandados apresentam maior variação de tamanho e orientação e são compostos principalmente por quartzo, feldspato, espodumena e mica. Outros minerais secundários menores podem estar presentes devido à meteorização dos aplitopegmatitos. Os pegmatitos que contêm são os mais significativos economicamente.

4.4. GEOLOGIA DO PROJETO

A área da licença C-100 contém nove áreas de depósito ou Núcleos reconhecidas, quatro das quais (Grandão, NOA, Reservatório e Pinheiro) foram estudadas pela Savannah (Desenho 2) com detalhe suficiente para definir recursos minerais e fazer parte do seu plano de exploração.

4.4.1. Grandão

A geologia do Grandão é dominada por um pegmatito sub-horizantal que pode ser visto a aflorar no topo de uma colina proeminente na área (Figura II.13). O aplitopegmatito bandado constitui geralmente um grande corpo tabular que tem até 40 m de largura e mergulha gentilmente cerca de 35° a 40° para WSW. A oeste da colina principal, o aplitopegmatito foi seguido pelas sondagens realizadas, tendo uma continuidade de 450 m, desde o topo da colina ao longo da sua direção de mergulho, não se encontrando ainda delimitado em profundidade. Em extensão, o aplitopegmatito pode ser seguido ao longo de 550 m e há alguns indícios que apontam para uma relação com o afloramento de pegmatitos do Romainho, a 300 m de distância para noroeste.

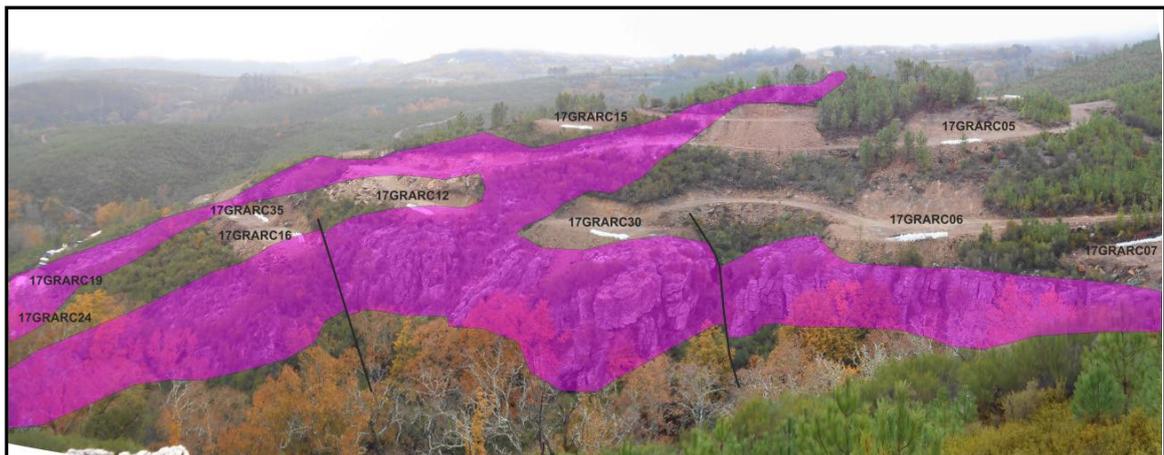


Figura II.13 - Afloramentos do Pegmatito do Grandão.

Abaixo do pegmatito principal, foi definido um segundo pegmatito sub-vertical. A direção deste pegmatito é aproximadamente norte-sul e mergulha 60°-70° para oeste. Atualmente, o pegmatito foi definido ao longo de 300 m de extensão e ainda não se encontra delimitado em profundidade. A orientação dos pegmatitos é mostrada na secção transversal na Figura II.14.

Os pegmatitos de lítio do Grandão apresentam um padrão estrutural de tendência NW-SE e ocupam uma área de 33 hectares de afloramento (Figura II.15). O bandado aplitopegmatítico (BAP) no Grandão varia de baixo ângulo e quase sub-horizantal a elevado ângulo, quase sub vertical. O BAP está visivelmente dobrado, variando da escala métrica à escala cartográfica e produz dobras assimétricas, mergulhando principalmente para NW. Na escala cartográfica, os pegmatitos de lítio do Grandão formam um sinclínório assimétrico varisco NW-SE (Figura II.11) composto por anticlinais e sinclinais, como pode ser observado também na interpretação de todas as secções atualizadas do registo geológico das sondagens.

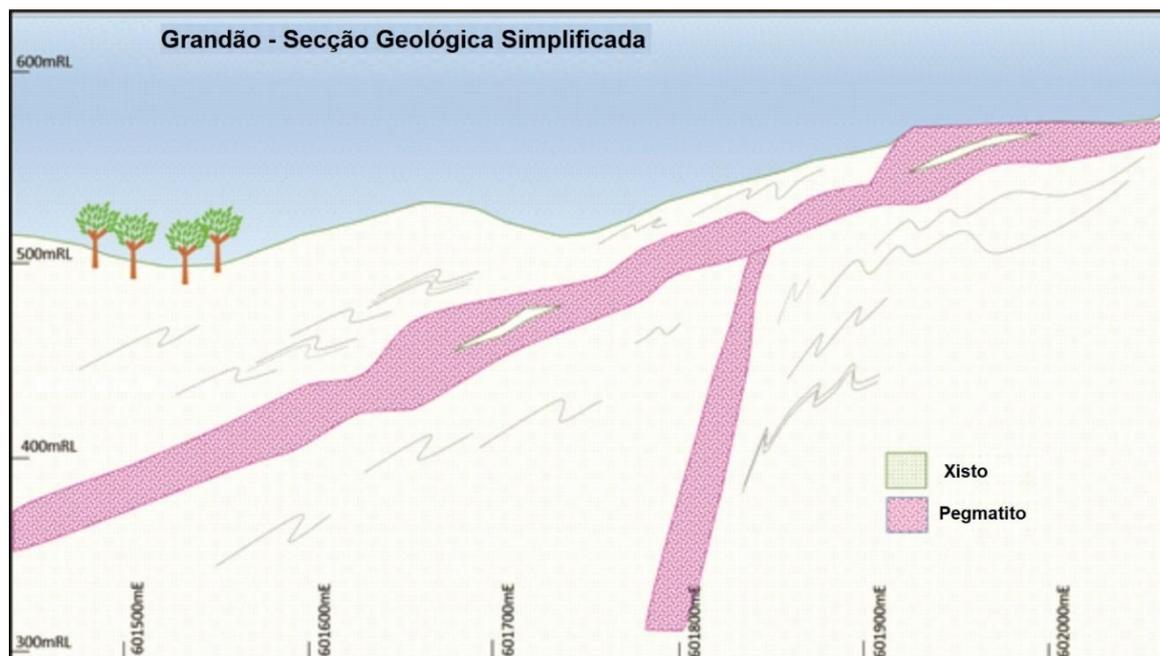


Figura II.14 - Secção Transversal Geológica Simplificada do Grandão.

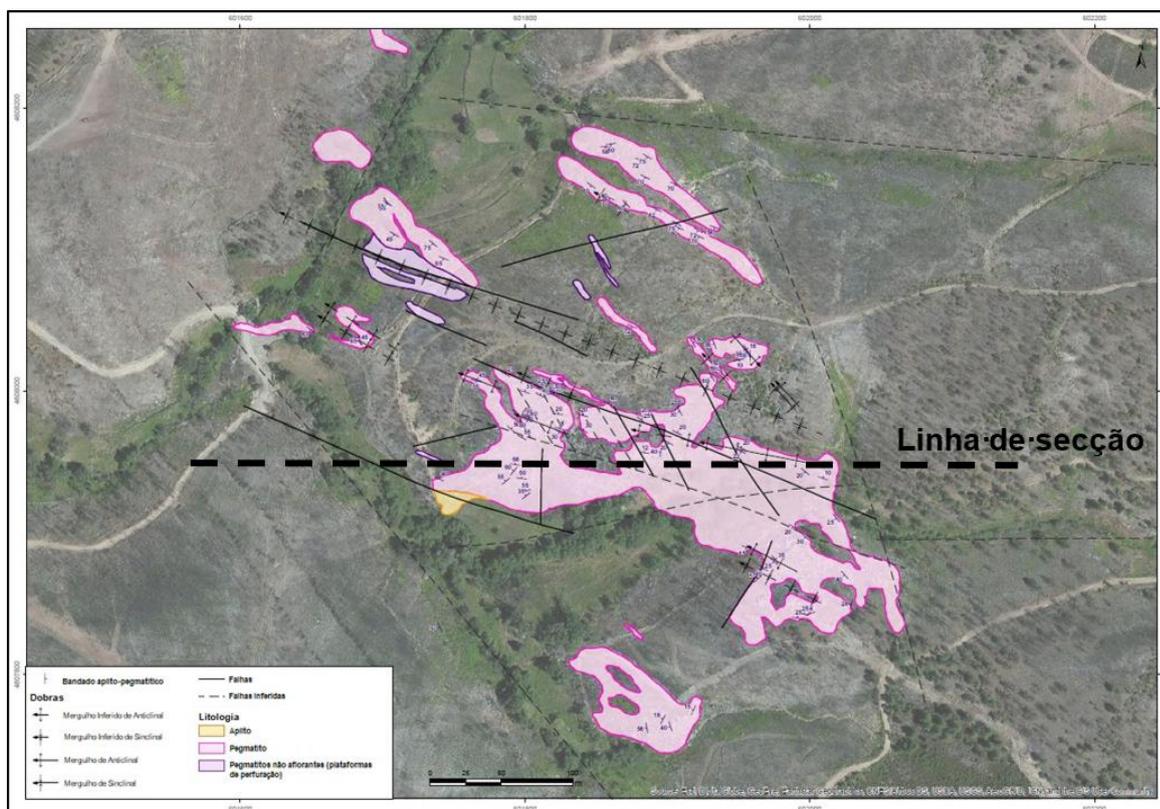


Figura II.15 - Mapa estrutural dos pegmatitos de lítio do Grandão com base nas observações estruturais do bandado apitopegmatítico, dobras e falhas.

Os magmas aplitepegmatíticos, precursores dos corpos pegmatitos, provavelmente foram instalados ao longo das zonas de cisalhamento P, Y e X. Quando os corpos pegmatitos estão segundo as zonas de cisalhamento P, estes mostram uma cinemática sinistrogira e quando os corpos pegmatitos estão segundo as zonas de cisalhamento X, são afetados por cisalhamento dextro.

4.4.2. Reservatório

O depósito do Reservatório compreende um único dique tabular de pegmatito, com pequenos sulcos, de direção aproximada NE-SW, que mergulha 25° a 40° para NW e cuja espessura varia entre 10 m e 30 m. O pegmatito aflora esporadicamente ao longo de um comprimento aproximado de 500 m e permanece aberto em profundidade. O pegmatito é semelhante aos outros pegmatitos da região, com bandado menos frequente, que em termos gerais se encontra alinhado com o mergulho do pegmatito Figura II.16.



Figura II.16 - Afloramento do pegmatito do Reservatório mostrando bandado aplitepegmatítico.

O depósito do Reservatório tem um perfil de meteorização relativamente mais profundo quando comparado com outros depósitos na região, com minerais de argila amplamente presentes até 20-30 m abaixo da superfície. A meteorização no Reservatório originou a remoção do lítio da rocha, criando uma zona de empobrecimento no pegmatito próximo da superfície onde não há lítio. A Figura II.17 mostra a geometria simplificada do pegmatito.

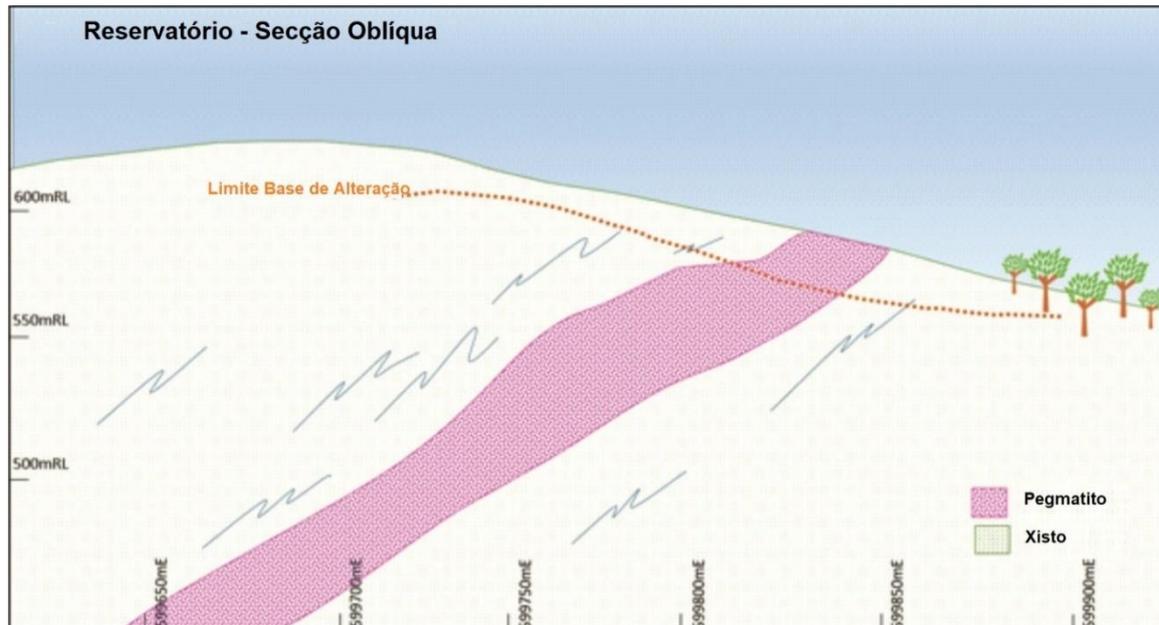


Figura II.17 - Secção Geológica Simplificada do Reservatório.

4.4.3. NOA

O depósito do NOA é formado por dois corpos que mergulham 60°-70° para Nordeste e que têm 5-10 m de largura (Figura II.18). Este é tipicamente um pegmatito de textura mais grossa com grandes cristais de espodumena presentes numa matriz de quartzo e feldspato. Os cristais de espodumena maiores parecem ser originários duma concentração moderadamente maior de lítio no pegmatito em comparação com outros pegmatitos na área.

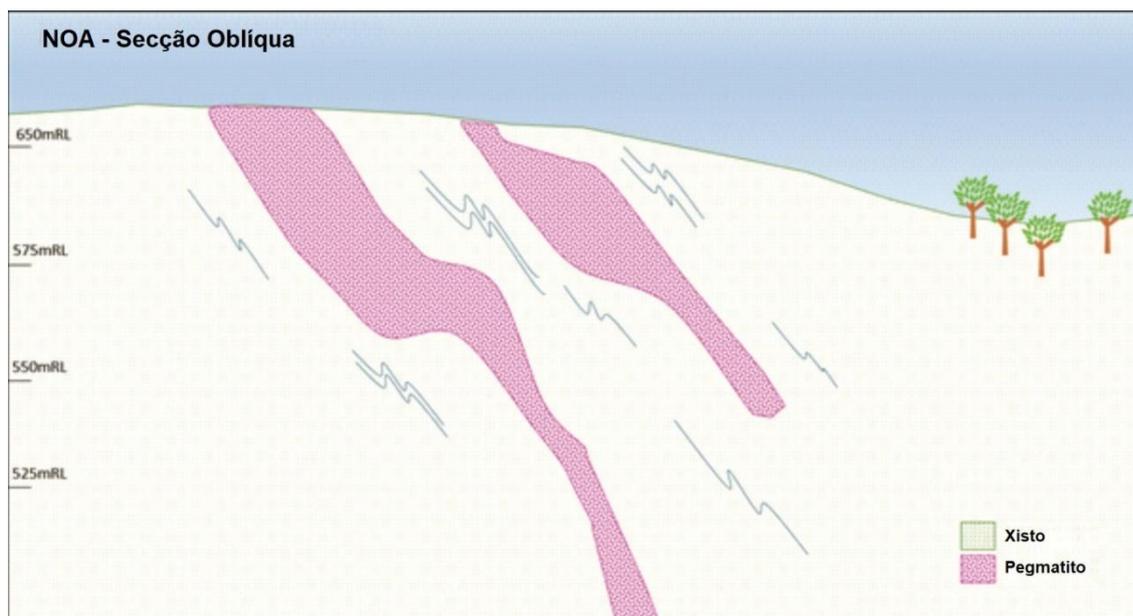


Figura II.18 - Secção Geológica Simplificada no NOA.

O pegmatito do NOA está atualmente a ser extraído numa pequena corta (Figura II.19), sendo que este material está a ser usado para a produção local de cerâmica.

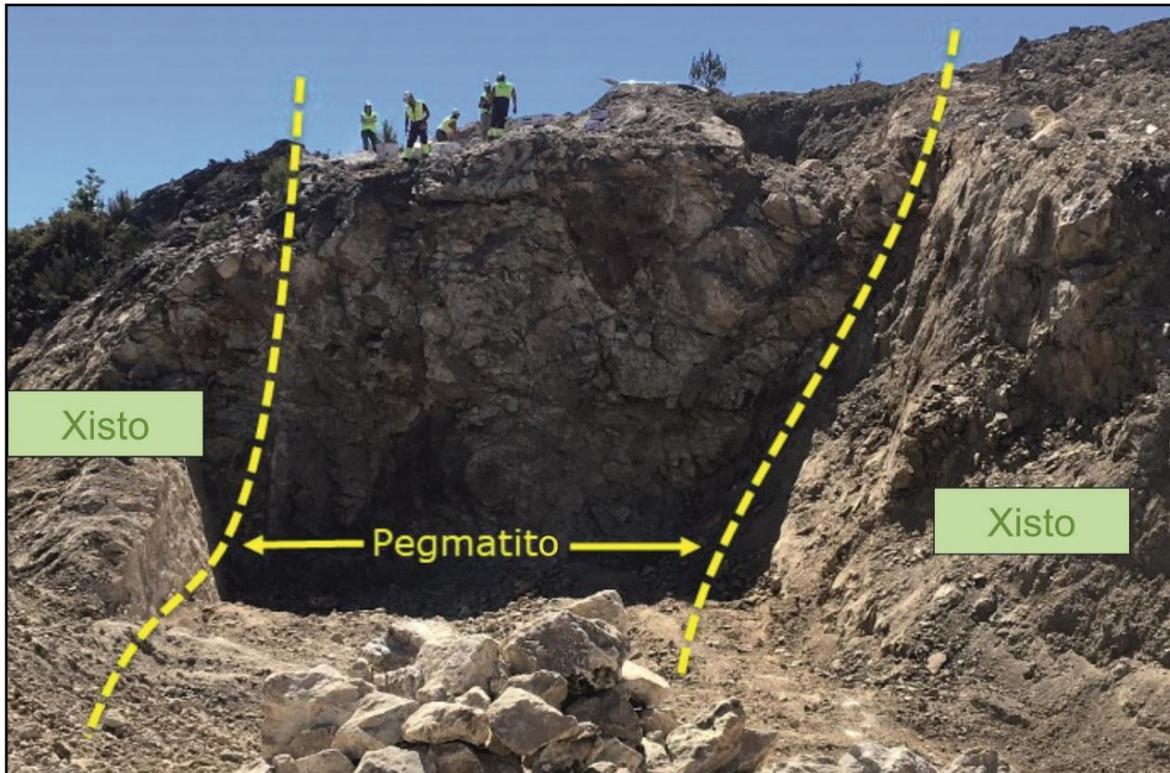


Figura II.19 - Pegmatito exposto na corta do NOA.

4.4.4. Pinheiro

O depósito do Pinheiro forma vários diques sub-verticais de 10 a 20 m de espessura e que se distanciam 50 a 100 m entre si. Esta geometria é mostrada na seção transversal da Figura II.20. Os pegmatitos do Pinheiro apresentam uma direção aproximada de norte-sul e afloram ao longo de uma extensão de 400 m. A Figura II.21 apresenta um mapa com a localização dos pegmatitos aflorantes. A Savannah definiu, através das sondagens realizadas, três diques, que ainda não se encontram delimitados em profundidade.

Os pegmatitos do Pinheiro são caracterizados por uma textura dominante ligeiramente mais fina e mais aplítica, que foi preferencialmente meteorizada, originando uma zona superficial de empobrecimento de lítio em algumas áreas. Este bandado mais fino de aplitopegmatito é mostrado na Figura II.22.

Os pegmatitos identificados nas sondagens realizadas na principal área de Pinheiro são conhecidos por terem espodumena como o mineral de lítio dominante. Julga-se que esta mineralogia muda para petalite, como mineral de lítio dominante, à medida que se avança para norte, para áreas onde o pegmatito foi historicamente extraído para estanho.

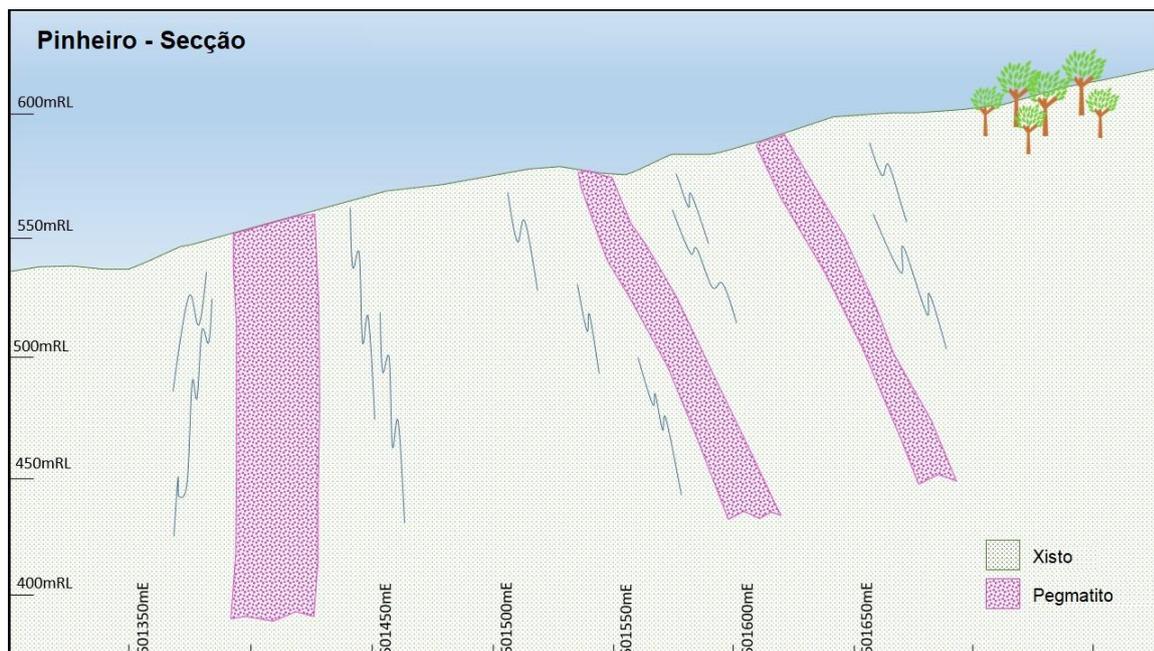


Figura II.20 - Secção Geológica Simplificada no Pinheiro.

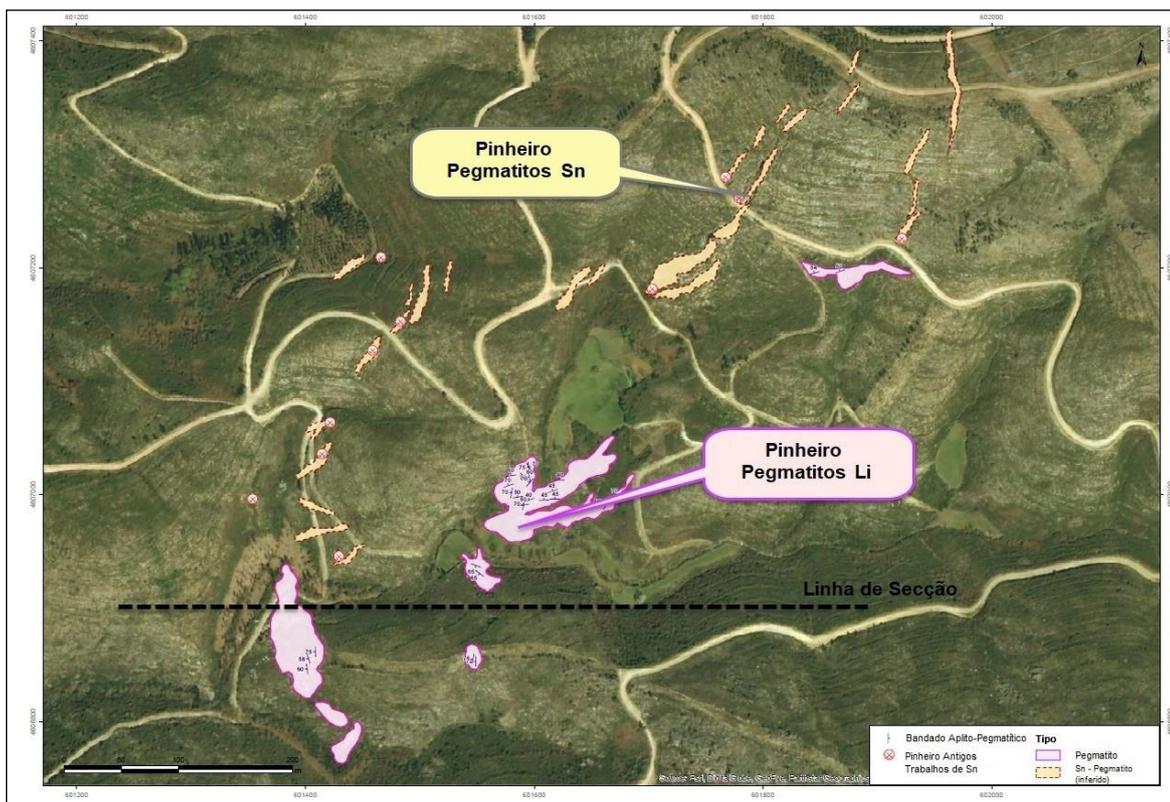


Figura II.21 - Mapa Estrutural do Pinheiro com os Pegmatitos de Lítio e de Estanho.



Figura II.22 - Afloramento de Aplitepegmatito no Pinheiro.

4.5. GEOLOGIA ESTRUTURAL

A Savannah contratou a equipa de geólogos estruturais especializados da empresa consultora Consulting De Geología Y Minería, S.L. para completar a cartografia estrutural e interpretação da área de licença C-100.

Os dados estruturais recolhidos resultaram de quatro campanhas de cartografia de detalhe, totalizando 20 dias de trabalho de campo. A cartografia incluiu todas as principais áreas de afloramento de pegmatitos localizados na licença, tendo o trabalho sido focado nos principais depósitos do Grandão, NOA, Reservatório e Pinheiro. Este estudo permitiu a alteração da cartografia existente e a criação de um modelo estrutural 3D que foi validado e ajustado com as informações recolhidas no registo geológico das sondagens de prospeção realizadas.

A recolha de dados estruturais para cada um dos corpos pegmatíticos na licença C-100 consistiu nas medições de:

- Mergulho e Direção de mergulho das principais estruturas que caracterizam os pegmatitos, como o Bandado Aplitepegmatítico (BA) dobrado nos corpos pegmatíticos.
- A clivagem e a orientação de mergulho dos eixos de dobras, lineações que caracterizam as dobras nos pegmatitos e nos xistos.

- As características das falhas que afetam os corpos pegmatíticos.
- A orientação dos veios de quartzo que cortam os corpos pegmatíticos.

Estas medições foram registadas em mapas e representadas em diagramas estereográficos para interpretação. A Figura II.23 mostra o mapa dos pontos estruturais medidos no Grandão e a Figura II.24 mostra o diagrama estereográfico associado para os vários elementos estruturais do Grandão.

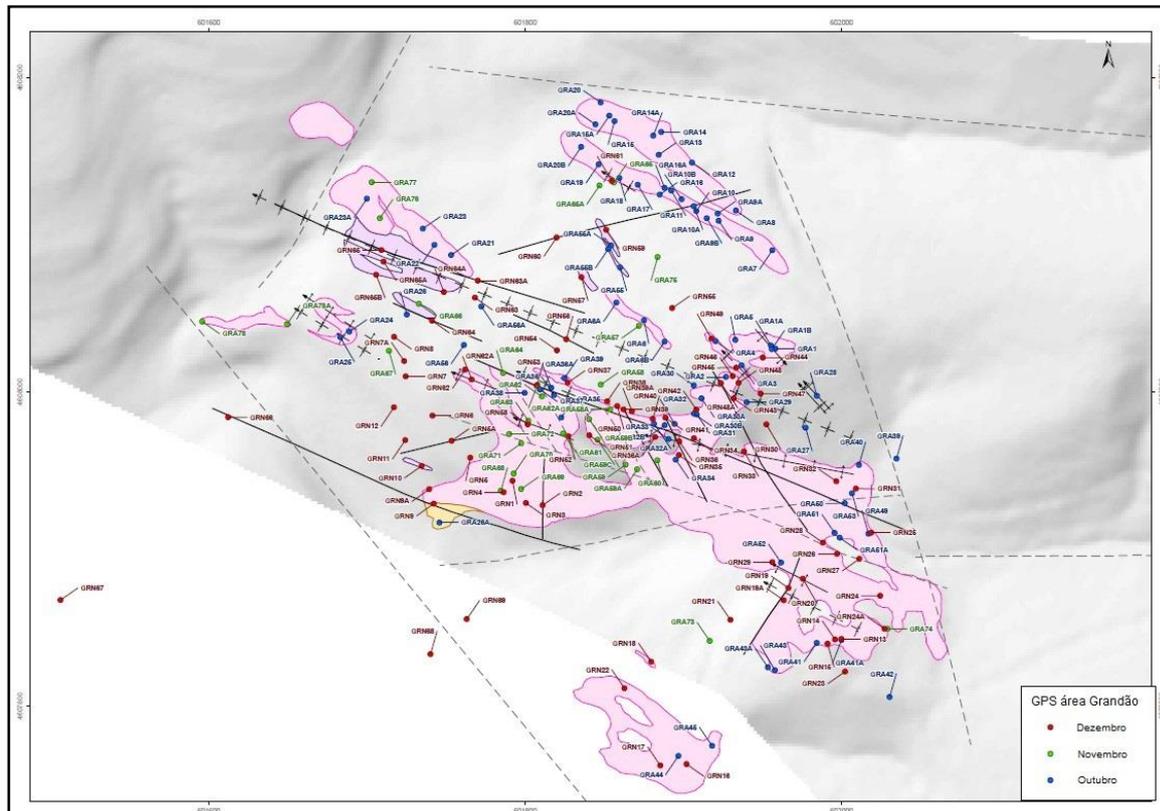
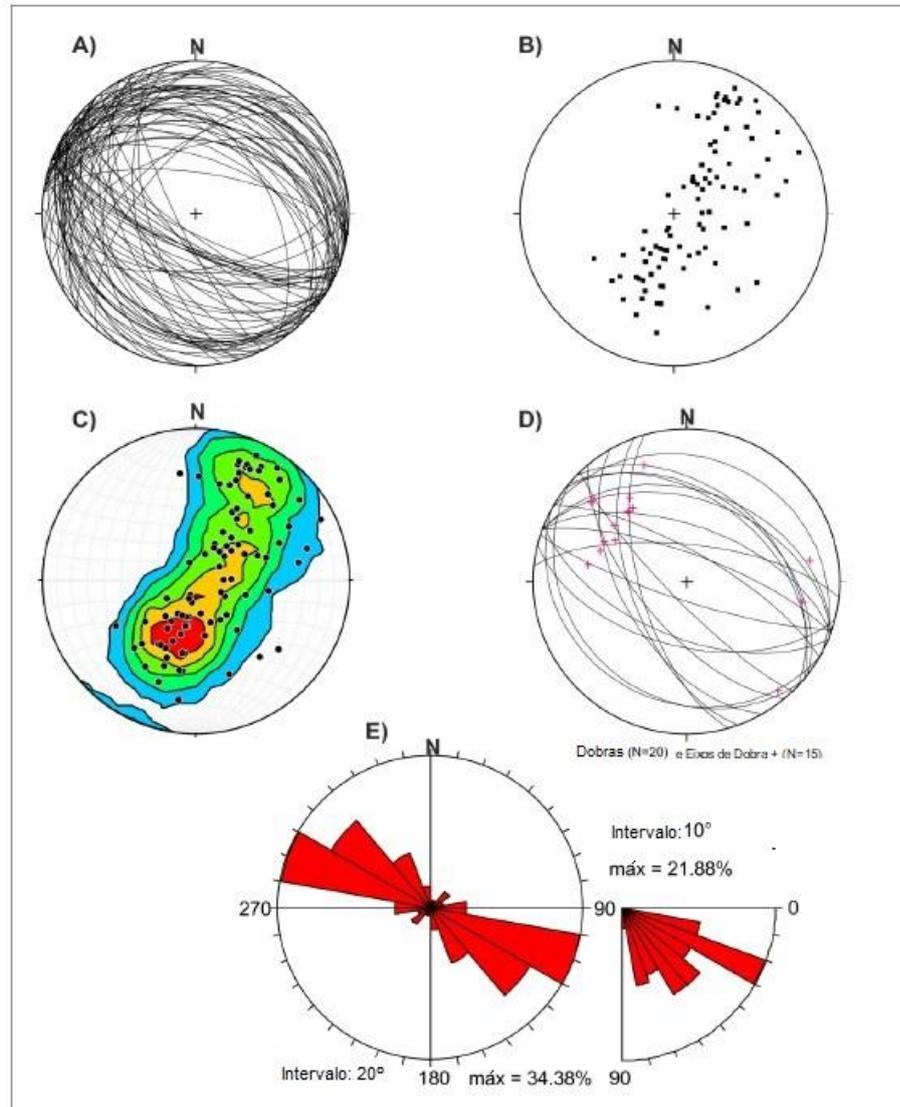


Figura II.23 - Mapa com a localização dos afloramentos de pegmatitos e das medições estruturais realizadas no Grandão.

A interpretação estrutural, juntamente com as medições estruturais recolhidas a partir da cartografia, forneceu uma boa compreensão da geometria e disposição dos corpos pegmatíticos, mostrando que a instalação do pegmatito seguiu estruturas específicas numa zona de cisalhamento sinistra dúctil NW-SE.

Utilizando os vários componentes das avaliações estruturais das áreas, incluindo o Grandão, Romainho, Campo Futebol, Piagro Negro, Reservatório e NOA, foi proposto um modelo estrutural regional, que inclui dois corredores estruturais: “**Pinheiro-Carvalha da Bâcora-Alto dos Cortiços**” e “**NOA-Grandão**”, que formam uma zona de cisalhamento D3 dúctil-frágil sinistra de orientação NW-SE e que evolui para um modelo Riedel-P de deformação frágil (Figura II.25).



(N=96). A) Planos BA. B) Polos dos planos BA. C) Diagrama de contorno dos polos BA utilizando o método de Kamb. D) Planos de dobras e eixos de dobras. E) Diagrama de rosa das orientações do BA (20° intervalos).

Figura II.24 - Diagrama estereográfico (projeção de área igual) do Bandado Aplitepegmatítico (BA) no Grandão.

O corredor “NOA-Grandão” é caracterizado pela ausência de pegmatitos de estanho com pegmatitos que sofreram dobramento e fracturação durante um período prolongado, ao longo de várias fases de deformação num regime transpressivo.

O corredor “Pinheiro-Carvalha da BÁCORA - Alto dos Cortiços” é caracterizado pela existência de pegmatitos caulinizados com estanho (Sn) e pequenos corpos pegmatitos não dobrados, que aparecem principalmente como diques após fraturas T (de tensão), X e R2 (cisalhamento dextro) em deformação mais frágil. A clivagem nessas áreas é sempre consistente com uma tendência NW-SE (N120°).

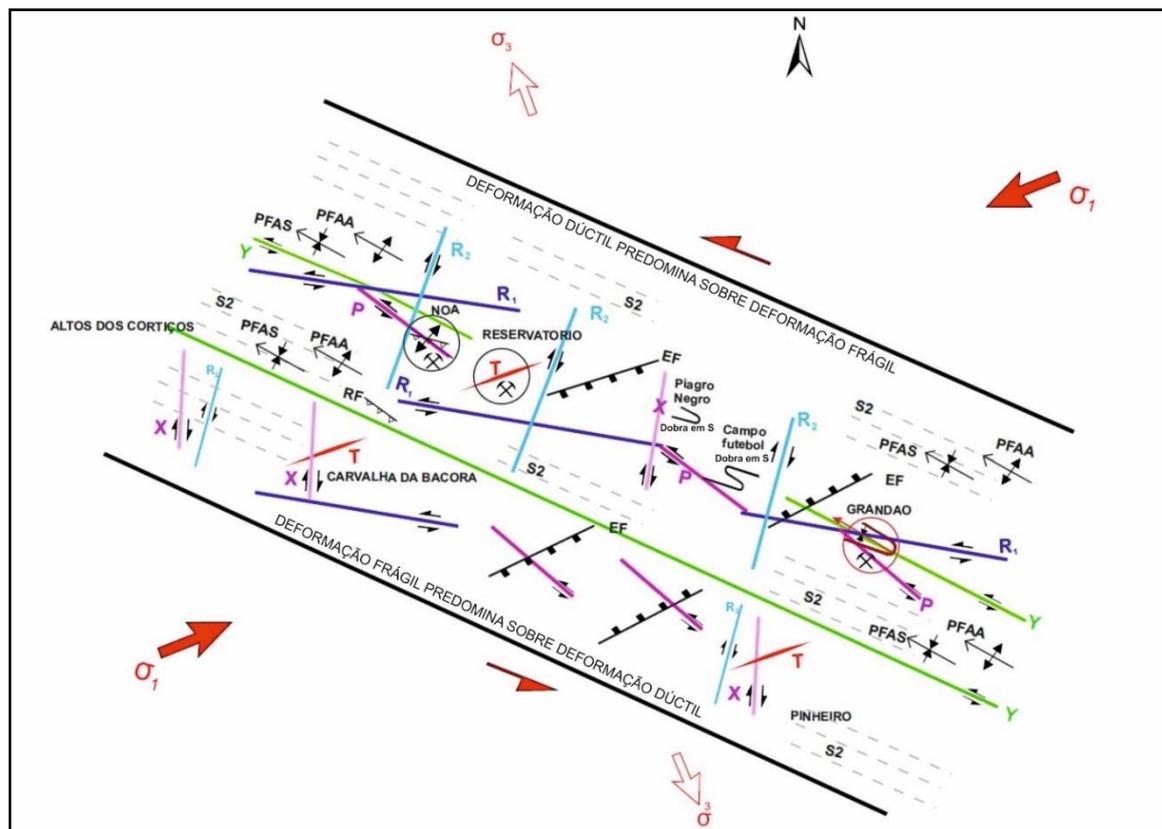


Figura II.25 - Modelo idealizado para explicar as diferentes estruturas formadas em relação à “Zona de cisalhamento NOA-Grandão” e ao “Cisalhamento Pinheiro-Carvalha da Bâcora-Alto dos Cortiços”.

As características estruturais deste segundo corredor são consistentes com o modelo estrutural local, onde os pegmatitos de lítio são instalados e deformados como resultado de uma zona de cisalhamento dúctil NW-SE. No entanto, este novo corredor estrutural provavelmente reflete um nível estrutural mais frágil, promovendo a instalação de pegmatitos de Sn mais superficiais relativamente aos pegmatitos de lítio mais profundos (espodumena) do corredor estrutural “NOA-Grandão”.

4.6. MINERALOGIA

Foram completadas pela Universidade do Porto, avaliações detalhadas da mineralogia para determinar a composição mineralógica dos pegmatitos do Grandão e do NOA. Os pegmatitos do Grandão e do NOA possuem uma composição mineralógica relativamente simples dominada por quartzo, albite, microclina, espodumena e moscovite e são de composição relativamente constante nas amostras testadas.

Para completar a avaliação mineralógica, foram analisadas várias amostras em lâmina delgada a partir de uma variedade de tipos e formas de materiais. A componente pegmatítica é dominada por megacristais porfiríticos de feldspato potássico com algum grau de alteração usualmente presente. A moscovite é onipresente em todas as amostras, mostrando várias gerações de formação e o quartzo está presente em agregados com juntas suturadas e extinção ondulante.

Nas zonas de aplito, a albite é geralmente a única fase feldspática e o feldspato potássico é escasso.

O Grandão e o NOA mostram espodumena nas unidades aplítica e pegmatítica. No pegmatito, a espodumena surge em cristais euédricos grosseiros em forma de agulhas, que foram achatados. Os cristais são tipicamente brancos leitoso a amarelados pálido, estão dobrados e, em muitos casos, fraturados, com fraturas suturadas normais ao alongamento do cristal. A espodumena no aplito é anédrica com cristais significativamente menores do que nas zonas de pegmatito. Não foram observadas cassiterite e petalite em nenhuma das amostras testadas.

Foram observadas várias gerações de cristais de espodumena e estes exibem diferentes tamanhos de cristais:

1. Espodumena fina (<1mm), uma fase inicial que precede a primeira formação de albite no aplito (Figura II.26).



Figura II.26 - Lâmina Delgada da Amostra GR4 do Grandão.

2. Espodumena grosseira (>1mm, até vários cm) na componente pegmatítica com um hábito euédrico (em contraste com o aplito), e ocorrendo em forma de agulhas isoladas ou como agregados (Figura II.27).

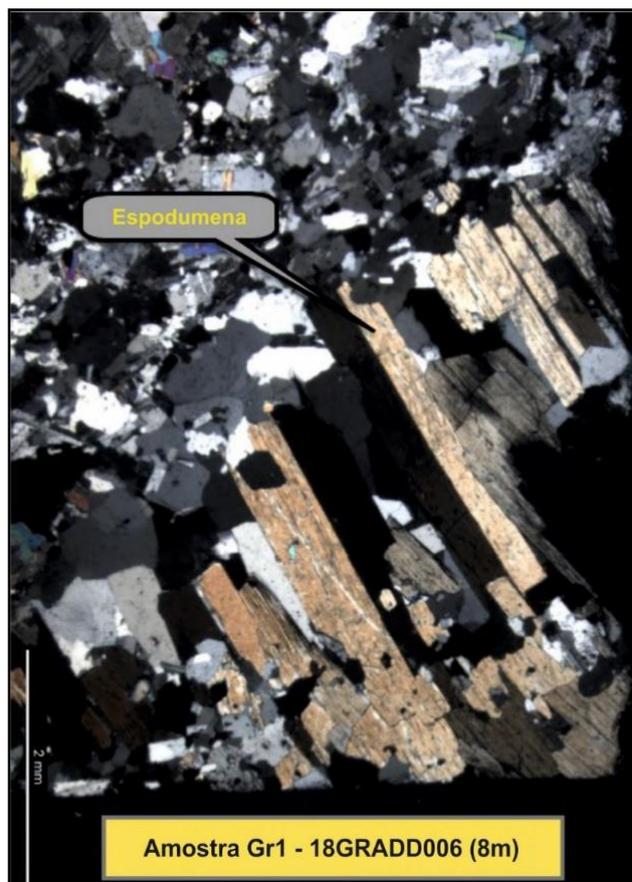


Figura II.27 - Lâmina Delgada da Amostra GR1 no Pegmatito.

3. Espodumena muito fina ($\ll 1\text{mm}$) em agregados presentes no cisalhamento dúctil D3 tardio que corta transversalmente o aplitopegmatito contendo espodumena (Figura II.28).



Figura II.28 - Lâmina Delgada da Amostra GR3 no Aplitopegmatito.

A mineralogia do NOA é semelhante à do Grandão e dominada pela espodumena grosseira, a deformação dúctil é mais frequente no NOA e revela um aspeto interessante que implica o enriquecimento de espodumena durante a deformação, com várias fraturas de tensão mostrando cristais bem desenvolvidos (> 1mm) de espodumena + quartzo (Figura II.29).

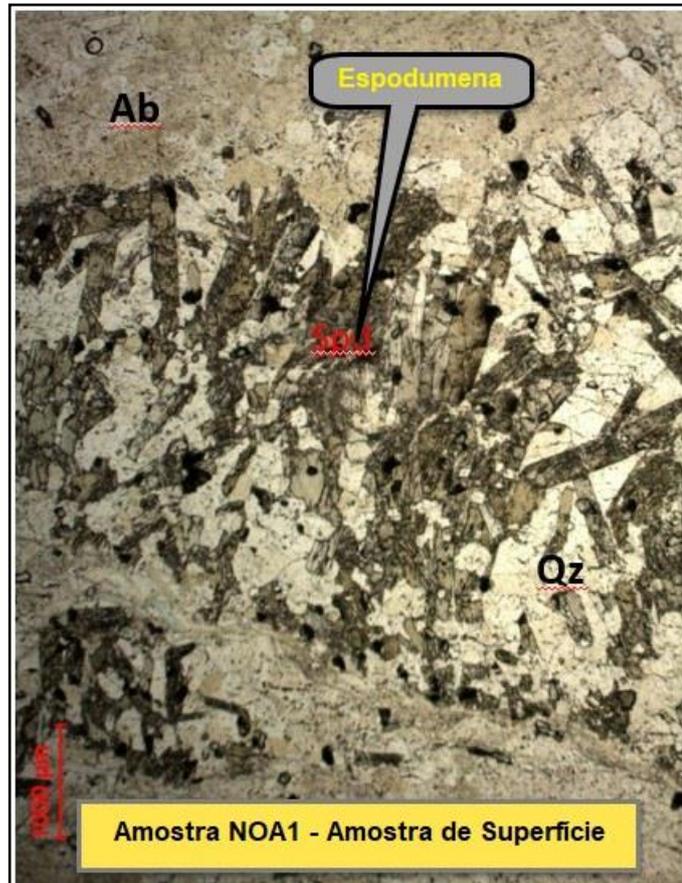


Figura II.29 - Lâmina Delgada de uma Amostra de Superfície do Pegmatito do NOA.

A fim de validar a avaliação microscópica e quantificar o conteúdo mineral, foi realizada uma análise QEMSCAN em cinco amostras metalúrgicas. O sistema QEMSCAN utiliza microscopia eletrónica de varrimento para determinar a mineralogia. Três das amostras também foram analisadas usando a difração de raios X, a fim de se obter uma validação adicional.

O Quadro II.4 mostra os resultados da análise realizada. Existe uma variação substancial observada entre os resultados da difração de raios X e do QEMSCAN para a albite e para a microclina em particular, sugerindo que os varrimentos individuais podem não ser totalmente representativos da amostra analisada.

A fórmula mineralógica normativa derivada da análise de fluorescência de raios X (XRF) e da difração de raios X (Figura II.30) foi aplicada aos dados do ensaio químico das cinco amostras. Os detalhes completos de como essas fórmulas foram derivadas constam no Anexo II-1.

Quadro II.4 - Mineralogia das Amostras – QEMSCAN, Difração de Raios X e Normativa.

Amostra	Mineralogia por DRX					
	Albite	Quartzo	Microclina	Moscovite	Espodumena	Total
1	38,2	28,5	14	8	11	99,8
2	32,5	28,3	15,6	10,9	12,1	99,5
3						
4						
5	40	34	4	3	16	97
Amostra	Mineralogia por QEMSCAN					
	Albite	Quartzo	Microclina	Moscovite	Espodumena	Total
1	31,8	33,5	8,4	11,3	11,4	96,4
2	30	28,4	7,7	12,7	15,8	94,6
3	23,8	30	6,3	32,4	5,5	98
4	31,6	26,9	11,3	18,9	9,9	98,6
5	28,4	31,9	10,6	9,1	16,9	96,8
Amostra	Mineralogia Normativa					
	Albite	Quartzo	Microclina	Moscovite	Espodumena	Total
1	36,5	29,3	9,1	11,6	12	98,5
2	32,7	31,8	9,3	11,9	12,8	98,5
3	35,2	29,4	9,7	12,4	11,7	98,5
4	40,4	26,8	8,5	10,9	11,9	98,5
5	35,8	28	8	10,2	16,4	98,5

A mineralogia calculada também consta no Quadro II.4. Verifica-se uma boa comparação entre a mineralogia normativa derivada e mineralogia resultante do QEMSCAN e da difração de raios X, estando o valor normativo compreendido entre os dois valores de varrimento para a maioria dos minerais. Os resultados são mostrados graficamente na Figura II.30.

Quadro II.5 - Cálculo de Mineralogia Normativa.

Mineral	Cálculo de Mineralogia Normativa
Espodumena	$\text{Li}_2\text{O (modelo)} * 12,36$
Albite	$\text{albite} = \text{Na}_2\text{O} * 8,46 * 1,17$
Microclina	$\text{microclina} = \text{K}_2\text{O} * 3,12$
Moscovite	$\text{moscovite} = 1,2043 * \text{microclina} + 0,73$
Quartzo	$\% \text{Quartzo} = 98,5 - (\% \text{albite} + \% \text{microclina} + \% \text{moscovite} + \% \text{espodumena})$

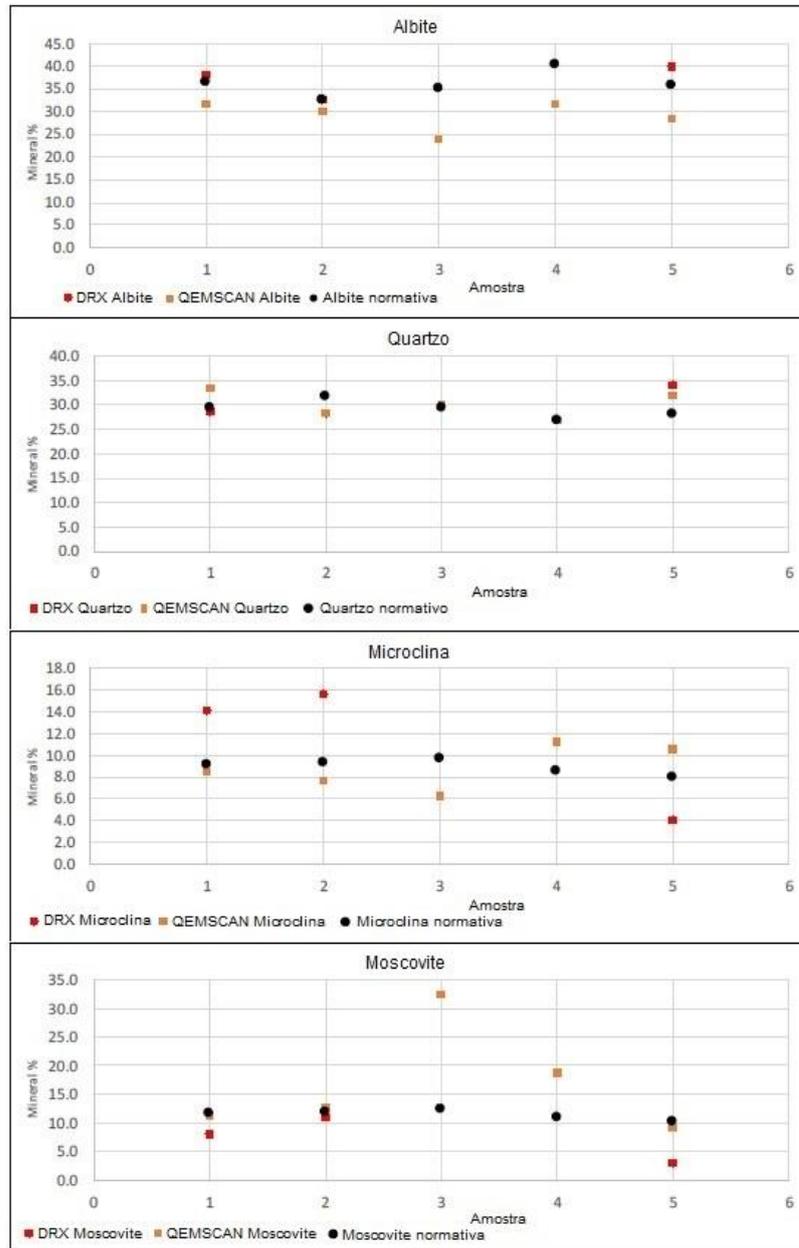


Figura II.30 - Comparação dos Resultados da Mineralogia do QEMSCAN, da Difração de Raios X e Normativa.

A combinação das avaliações mineralógicas feitas permite que a Savannah tenha um elevado grau de confiança na composição da mineralização dos pegmatitos do projeto da Mina do Barroso.

Utilizando a fórmula específica que a Savannah desenvolveu para determinar a composição mineral a partir da análise de XRF, esta pode ser determinada com precisão sem a necessidade de concluir avaliações laboratoriais dispendiosas e demoradas. Na Figura II.31 consta uma amostra típica do pegmatito e a resultante mineralogia derivada da análise de XRF.

Minerais	Percentagem
Albite	34.4%
Quartzo	32.2%
Microclina	8.3%
Moscuvite	10.6%
Espodumena	13.0%
Outros Minerais	1.5%



Figura II.31 - Mineralização do pegmatito com Composição Mineral Média.

4.7. PROSPEÇÃO

O potencial dos pegmatitos da Mina do Barroso para hospedar mineralização de lítio foi reconhecido pela primeira vez no início dos anos 80 pelo professor Fernando Noronha, da Universidade do Porto. A cartografia de reconhecimento inicial e a amostragem foram concluídos pelo LNEG e entre 1988 e 2002 foram executadas 111 sondagens pouco profundas, num total de 2 700 m, definindo nove áreas de pegmatitos contendo lítio.

Em novembro de 2001 a SAIBRAS, uma empresa Portuguesa que pertencia à empresa francesa de minerais industriais DAM, assinou um acordo para a prospeção de feldspato, quartzo, lítio, estanho, tungstênio e tântalo. Após trabalhos de prospeção e estudos, a SAIBRAIS apresentou um plano de mina a céu aberto para a extração de 100 000 toneladas por ano, por um período de 20 anos, com um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) concluído em junho de 2004, baseado em três Núcleos e cinco depósitos: NOA (corta do Alto da Misarela), Reservatório, Grandão, Piagro Negro e Campo de Futebol.

Em junho de 2006, a licença de exploração C-100 para quartzo e feldspato foi registada para os três Núcleos e cinco depósitos e, no NOA começaram as operações de extração de pequena escala.

Em 2016, a área da licença C-100 foi ampliada para 542 ha para incluir sete Núcleos. Nesta altura, a SAIBRAIS mudou o seu nome para IMERYS CERAMICS Portugal, S.A, e incorporou a extração de minerais de lítio no contrato de concessão.

Em 2017, a concessão C-100 foi transferida para a Slipstream Resources Portugal Lda pelo Secretário de Estado de Energia (Dr. Jorge Seguro Sanches e publicada no Diário da República: n.º 52 - 2ª série (Aviso n.º 260/2017, 14). O Anexo II-2 apresenta um resumo dos trabalhos de prospeção realizados antes de 2017.

Em julho de 2017, a Slipstream Resources Portugal iniciou a prospeção mineral na licença C-100, com a finalidade de definir os recursos minerais de lítio para uso na produção de concentrados de espodumena, que seriam utilizados na produção de produtos químicos de lítio e baterias de lítio.

Em agosto de 2018, a Slipstream Resources Portugal alterou a denominação social para Savannah Lithium Lda

Desde julho de 2017, a Slipstream Resources Portugal (Savannah) realizou investigações prospetivas em nove áreas através da cartografia geológica detalhada e amostragem, e efetuou sondagens em oito depósitos, num total de 286 sondagens de circulação inversa e carotadas, totalizando 26 533 m perfurados. As Figura II.32 e Figura II.33 mostram imagens dos equipamentos de sondagens utilizados e as amostra geradas. O Quadro II.6 apresenta um resumo das sondagens efetuadas. A localização das sondagens é mostrada na Figura II.34.

Quadro II.6 - Resumo das sondagens da Mina do Barroso julho 2017 a maio 2019.

Depósito	Circulação inversa		Carotadas		Total	
	Nº sondagens	Metros perfurados	Nº sondagens	Metros perfurados	Nº sondagens	Metros perfurados
Reservatório	37	3 332	8	835	45	4 167
NOA	25	1 510	2	129	27	639
Grandão	131	11 367	42	6 201	173	1 568
Romainho	5	257	0	0	5	257
Piagro Negro	6	270	0	0	6	270
Campo de Futebol	3	145	0	0	3	145
Pinheiro	19	1 857	2	105	21	1 962
Carvalha da Bâcora	6	524	0	0	6	524
Total	232	19 262	54	7 271	286	26 533

Para que os trabalhos de prospeção fossem executados de acordo com os padrões exigidos para relatórios públicos, a Savannah utilizou modernas práticas-padrão do setor para as sondagens, amostragem e respetivas análises geoquímicas. Todo o trabalho foi planeado, realizado e supervisionado por pessoal adequadamente qualificado e com experiência suficiente na indústria mineira para tomar decisões qualificadas para a prospeção efetiva dos pegmatitos de lítio.



Figura II.32 - Sonda de circulação inversa e amostras recolhidas para registo geológico.



Figura II.33 - Equipamento de sondagens carotadas e amostras recolhidas para registo geológico.

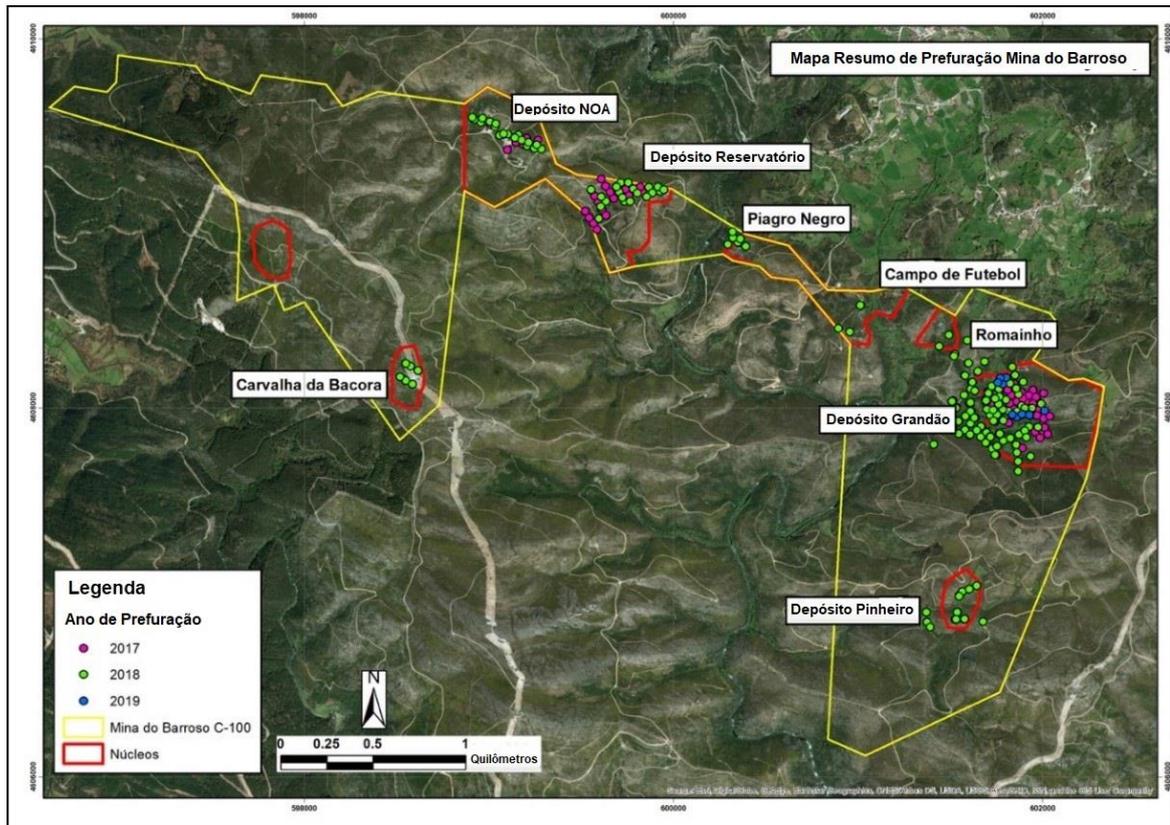


Figura II.34 - Localização das Sondagens.

Durante os programas de prospeção de 2017-2019, a Savannah utilizou 2 equipamentos de sondagens carotadas e uma sonda de circulação inversa, empregando 12 funcionários em tempo integral e 4 funcionários contratados, com gastos superiores a 8,25 milhões de euros. Para apoiar as atividades a tempo integral da empresa, a Savannah está a alugar duas habitações para alojamento, um edifício industrial e uma residência na vila de Covas, que sofreu de obras de beneficiação para acomodar um centro de informações do projeto (Figura II.35). Todas as propriedades são alugadas a residentes locais.

A Savannah faz um esforço consciente para utilizar serviços e fornecedores locais sempre que possível, sendo que muitos destes já se encontram equipados com os materiais apropriados e possuem as devidas competências para serem utilizados nas várias vertentes do projeto.

O Anexo II-3 apresenta uma descrição detalhada dos trabalhos de prospeção desenvolvidos desde 2017 e os seus resultados.

Os laboratórios da ALS realizaram a análise química de todas as amostras colhidas para um conjunto de 51 elementos, utilizando os métodos analíticos de fusão de peróxido de sódio e análise ICP-MS. Foi aplicado um regime específico de controlo de qualidade para todas as sondagens da Savannah, com o fim de avaliar a precisão e exatidão da colheita de amostras e a análise de lítio.



Figura II.35 - Centro de Informação da Mina do Barroso

As medidas de controlo de qualidade aplicadas pela Savannah foram eficazes, confirmando a fiabilidade dos dados das análises sem evidências de nenhuma tendência e com uma precisão aceitável para a sua utilização na estimativa de recursos minerais. Os detalhes do regime de controlo de qualidade e resultados podem ser encontrados no Anexo II-4.

Com o programa de prospeção de 2 anos, que decorreu entre 2017 e 2019, a Savannah foi capaz de aumentar progressivamente o recurso mineral para 23,5 Mt com um teor médio de 1,02 % Li_2O na área da sua concessão C-100 "Mina do Barroso". Este recurso contém 241 000 t de Li_2O e representa, atualmente, o maior recurso de espodumena na Europa.

4.8. DECLARAÇÃO DE RECURSOS

Em abril de 2019, a Estimativa de Recursos Minerais para os Depósitos de Lítio da Mina do Barroso foi atualizada pela Payne Geological Services Pty Ltd¹⁵, uma consultora externa e independente da indústria mineira. A estimativa inclui a mineralização definida nos depósitos do Grandão, Reservatório, Pinheiro e NOA, que coletivamente são referidos como o Projeto de Lítio da Mina do Barroso. O recurso total estimado para o projeto é de 23,5 milhões de toneladas com um teor médio de 1,02% Li_2O , dos quais 56% estão nas categorias Medida ou Indicada.

A Estimativa de Recursos Minerais foi classificada como Recurso Mineral Medido, Indicado e Inferido, de acordo com o Código JORC, Edição de 2012 e está resumida no Quadro II.7 e detalhada no Quadro II.8. Detalhes da metodologia da estimativa de recursos para cada depósito constam nos Anexos II-5 a II-9.

¹⁵ <http://www.paynegeo.com.au/paul-payne>

Quadro II.7 - Sumário da Estimativa de Recursos Minerais da Mina do Barroso.

Depósito	Classe de Recurso	Toneladas [×10 ⁶ t]	Li ₂ O [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	Li ₂ O [t]
Todos os Depósitos	Medido	6,6	1,1	0,7	71 600
	Indicado	6,8	1,0	0,8	65 400
	Inferido	10,2	1,0	0,9	103 900
	Total	23,5	1,02	0,8	241 000

* Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

Quadro II.8 - Resumo dos Recursos Minerais em maio 2019 (com um teor de corte de 0,5% Li₂O).

Depósito	Classificação do Recurso	Toneladas [×10 ⁶ t]	Li ₂ O [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	Li ₂ O [t]
Grandão	Medido	6,6	1,1	0,7	71 600
	Indicado	6,4	1,0	0,8	61 300
	Inferido	4,8	1,0	0,7	48 900
	Total	17,7	1,04	0,7	181 800
Reservatório	Medido				
	Indicado				
	Inferido	3,2	1,0	1,4	32 000
	Total	3,2	1,0	1,4	32 000
Pinheiro	Medido				
	Indicado				
	Inferido	2,0	1,0	0,7	20 000
	Total	16,4	1,04	0,7	20 000
NOA	Medido				
	Indicado	0,4	1,2	0,8	4 200
	Inferido	0,3	1,0	0,9	2 900
	Total	0,6	1,1	0,9	7 100
Todos os Depósitos	Medido	6,6	1,1	0,7	71 600
	Indicado	6,8	1,0	0,8	65 400
	Inferido	10,2	1,0	0,9	103 900
	Total	23,5	1,02	0,8	241 000

* Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

Além do recurso mineral reportado, a Savannah desenvolveu um alvo de prospeção para cada depósito que é baseado no teor e na geometria conhecidos da mineralização e na avaliação da provável continuação da mineralização. O alvo de prospeção, que está resumido na Quadro II.9, fornece uma estimativa do material que poderá ser definido com trabalhos de prospeção adicionais.

Quadro II.9 - Sumário do Alvo de Prospeção da Mina do Barroso.

Depósito	Limites da tonelagem [$\times 10^6$ t]		Li ₂ O [%]
	Inferior	Superior	
Reservatório	5,0	7,0	1,0-1,2
Grandão	4,0	8,0	1,0-1,2
Total do Alvo de Prospeção da Mina do Barroso	9,0	15,0	1,0-1,2

**Declaração de Advertência: A quantidade e o teor potenciais dos Alvos de Prospeção são conceptuais por natureza, não houve trabalho de prospeção suficiente para estimar um recurso mineral e é incerto se a prospeção adicional resultará na definição de um recurso mineral.*

A Savannah, através dos seus programas de trabalho, conseguiu aumentar consistentemente o inventário mineral da Mina do Barroso, de recursos não definidos no início da prospeção, para 23,5 milhões de toneladas, em menos de dois anos (Figura II.36). A Savannah está confiante de que, com uma prospeção contínua, podem ser feitos novos aumentos no inventário da mineralização, tanto através da extensão dos recursos existentes como através da descoberta de novas áreas de mineralização.

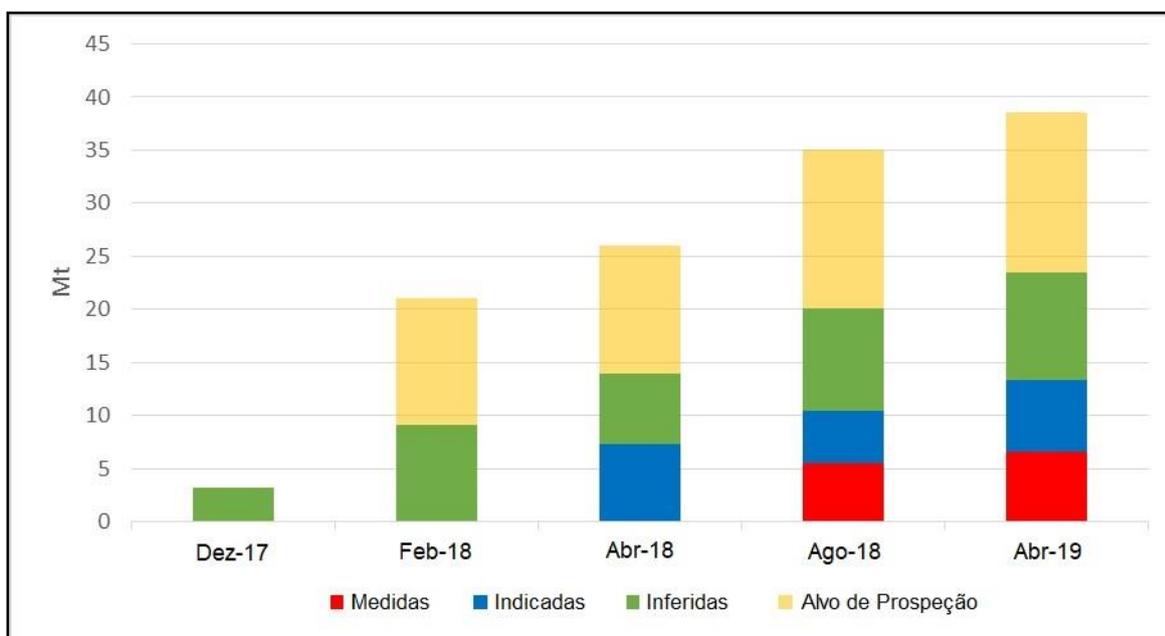


Figura II.36 - Evolução do Recurso de Mina do Barroso.

4.9. DECLARAÇÃO DE RECURSOS DE SUBPRODUTOS

Com a produção de concentrado de espodumena da rocha pegmatítica na Mina do Barroso, são gerados vários potenciais subprodutos minerais industriais, como o quartzo e o feldspato, que podem ser comercializados para abastecer as indústrias de vidro e cerâmica em Portugal e Espanha. A Mina do Barroso está geograficamente bem posicionada para abastecer esses mercados com material pegmatítico adequado disponível ao longo da duração do projeto.

Foi concluída pela Payne Geological Services Pty Ltd, uma consultora externa e independente da indústria mineira, uma estimativa de recursos minerais dos subprodutos para o depósito de lítio do Grandão. As estimativas de recursos minerais de subproduto para os outros depósitos da Mina do Barroso não foram concluídas.

A Estimativa de Recursos Minerais foi classificada como Recurso Mineral Medido, Indicado e Inferido, de acordo com o Código JORC, Edição de 2012 e está resumida no Quadro II.10.

Espera-se que a maioria dos subprodutos seja vendida a partir do fluxo de rejeitados da produção do concentrado de espodumena. No entanto, também é provável que os produtos de pegmatito a granel possam ser comercializados a partir de material que não é processado para a produção de concentrado de espodumena. Atualmente, a venda de pegmatito a granel dos depósitos do NOA está a ser realizada em pequena escala.

Quadro II.10 - Sumário dos Recursos Minerais de Subprodutos.

Depósito	Classificação do Recurso	Toneladas	Quartzo		Feldspato	
		[×10 ⁶ t]	Teor %	[×10 ⁶ t]	Teor %	[×10 ⁶ t]
Grandão	Medido	7,1	32,6	2,32	42,8	3,05
	Indicado	6,3	34,6	2,17	42,6	2,67
	Inferido	1,0	30,9	0,30	40,3	0,39
	Total ou Média	14,4	33,4	4,79	42,6	6,11

* Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

Foi desenvolvido pelo laboratório Nagrom Laboratory em Perth, na Austrália Ocidental, um fluxograma para o processamento de rejeitados que conseguiu demonstrar que, utilizando técnicas convencionais de flutuação, o material pegmatítico da Savannah pode produzir quatro produtos de feldspato e quartzo, adequados para uso numa variedade de aplicações em vidro e cerâmica. As especificações dos produtos que podem ser produzidos são as seguintes:

- **Feldspato de baixa qualidade:** Produto de rejeitados a granel resultantes do processo da concentração de pegmatito com espodumena. Será produzido nos vários pontos do fluxo de rejeitados da lavaria, tanto no classificador de refluxo como no circuito de flutuação da espodumena. Este material não exigirá mais processamento e será vendido, a granel, aos utilizadores finais para uso em cerâmica, vidro, tintas, polímeros e elétrodos para soldadura.

- **Feldspato de alta qualidade:** Feldspato de sódio e potássio de qualidade superior refinado a partir dos rejeitados pegmatíticos para uso na cerâmica, vidro, tintas, polímeros e elétrodos para soldadura.
- **Feldspato a granel:** Pegmatito feldspático produzido no processo de desmonte da mina mas não tem qualidade suficiente para ser enviado para a lavaria para concentração de lítio. Este material de baixa qualidade será armazenado em locais designados, tanto na escombreira Oeste como na Sul (ver figuras do Anexo II-36), onde existirão pontos de carregamento de material e transporte para os clientes. O produto será vendido como um produto a granel, para uso em fundentes para cerâmica (ladrilhos, louças, esmaltes).
- **Quartzo de alta qualidade:** Quartzo de qualidade superior refinado a partir dos rejeitados pegmatíticos para uso na cerâmica, vidro, tintas e polímeros.

Estão ainda em curso trabalhos para desenvolver no mercado cerâmico a incorporação dos subprodutos potenciais produzidos na mina, com um Memorandum de Entendimento assinado com um dos principais produtores de materiais cerâmicos de Portugal. O princípio-chave que rege o esforço da Savannah é utilizar o máximo de material possível de cada tonelada extraída da mina, para garantir o máximo benefício com o menor impacto ambiental possível.

A estimativa apresentada neste projeto é o cenário mais conservador, que pressupõe que a mina só irá poder vender anualmente 100 000 t de produtos cerâmicos por ano (quartzo e feldspato) sendo o restante rejeitados secos, que irão para a escombreira sul (único local de deposição de rejeitados)

Apenas os produtos que não exijam mais refinação serão produzidos no local (ver figura seguinte), sendo os rejeitados a granel transportados para fora do local. Os clientes farão o processamento secundário nas suas instalações, de modo a produzir os produtos de quartzo e feldspato de alta qualidade.

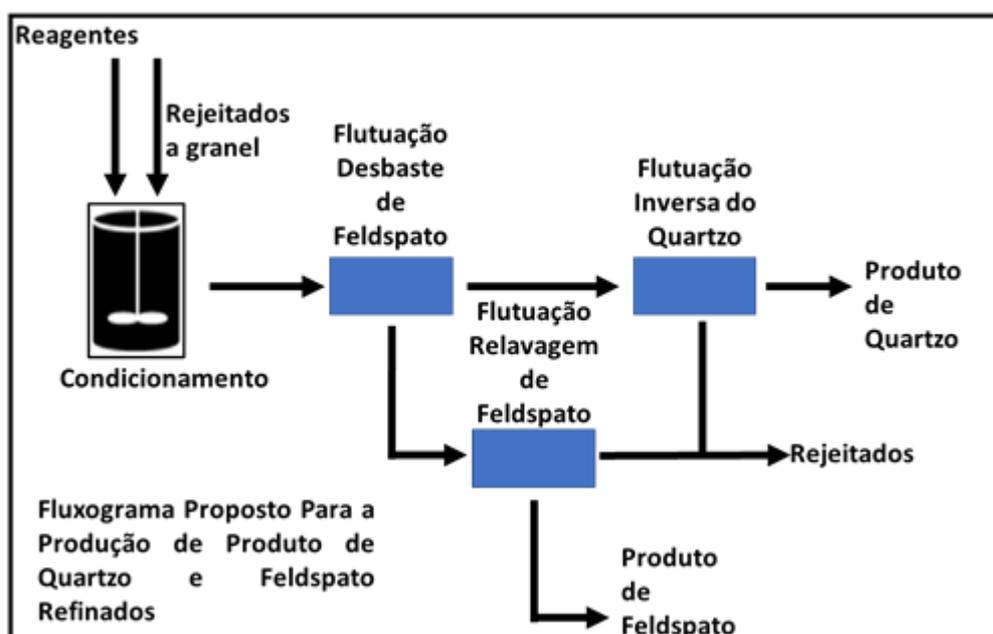


Figura II.37 - Fluxograma básico para a produção de quartzo e feldspato de alta qualidade.

Metodologia da Estimativa de Recursos de Subprodutos

Existem vários métodos que podem ser utilizados para estabelecer a composição mineral dos pegmatitos. A Savannah utilizou uma combinação de métodos para produzir um procedimento económico para determinar a quantidade e o teor do material que estaria disponível para a comercialização de subprodutos. A descrição geológica e a difração quantitativa de raios-X (“XRD”) demonstrou que os corpos pegmatíticos na Mina do Barroso são principalmente constituídos por minerais de silicato com uma composição média de albite (38 %), quartzo (27 %), espodumena (12 %), moscovite (12 %) e microclina (10 %). Os minerais indeterminados representaram 1,5 % da massa rochosa.

Embora a análise XRD seja o método mais preciso para a determinação de minerais, é economicamente proibitivo executar esta análise no número de amostras necessárias para a estimativa de recursos. Em certas circunstâncias, é possível calcular o conteúdo mineral numa amostra a partir das análises elementares ou de óxido (“mineralogia normativa”) usando multiplicadores de óxido para calcular o conteúdo mineral, se um determinado elemento estiver presente apenas em determinado mineral. No caso dos pegmatitos de espodumena da Mina do Barroso, o sódio (Na) ocorre apenas na albite e o lítio (Li) ocorre apenas na espodumena, portanto as análises químicas elementares podem ser utilizadas para calcular o conteúdo desses minerais.

A moscovite e a microclina têm composição química semelhante, mas são os únicos minerais que contêm potássio (K) na sua composição, pelo que a análise química de K pode fornecer um limite para o total do conjunto de moscovite e microclina, mas apenas tem uma utilização limitada na definição da proporção de cada uma destas espécies minerais. Todos os minerais no pegmatito contêm sílica (Si), portanto a análise química de SiO₂ não pode ser utilizada na definição do conteúdo de quartzo.

Foram realizados dois programas de análise química de elementos múltiplos em amostras de sondagens, usando a análise de fluorescência de raios-X (“XRF”) para quantificar as concentrações de óxido no pegmatito do Grandão. Foram reanalisadas um total de 127 amostras individuais de sondagens usando o método XRF. Adicionalmente, foram preparadas e analisadas 141 amostras compostas (representando 2 020 m de sondagens) para fornecer dados de vários elementos em todo o pegmatito. Os resultados dessas várias amostras foram utilizados na preparação dos cálculos de mineralogia normativa para determinar a composição mineralógica das amostras.

De forma a calibrar os resultados da mineralogia normativa, os resultados da análise quantitativa de XRD foram utilizados para aplicar fórmulas de regressão e de correção. A metodologia para derivar composições mineralógicas a partir dos dados das análises químicas para os principais minerais dos pegmatitos encontra-se resumida a seguir e é mostrada no Quadro II.11:

- Espodumena – excelente correlação da espodumena com o Li₂O analisado que permite que a proporção de espodumena seja determinada com precisão por mineralogia normativa com base na análise de Li₂O;
- Albite – boa correlação da albite com o Na₂O analisado, embora o cálculo normativo subestime o conteúdo da albite (provavelmente devido à presença de Ca ou Mg na estrutura cristalina do feldspato); um fator de correção positivo (+17 %) foi derivado das comparações de XRD;

- Microclina – a regressão dos resultados de XRD mostra uma boa correlação da microclina com a análise de K_2O . A fórmula de regressão pode ser aplicada às análises de K_2O para determinar o conteúdo da microclina;
- Moscovite – correlação razoável entre moscovite e a microclina na XRD permitiu determinar a relação microclina-moscovite;
- Moscovite e microclina – fator aplicado para limitar o conteúdo total de microclina + moscovite de forma a corresponder à análise química K_2O ; foi aplicado um pequeno fator de correção negativo (-4 %);
- Outros minerais – o método XRD mostra que 1,5 % da massa rochosa é constituída por outros minerais indeterminados;
- Quartzo – corresponde à proporção da massa rochosa calculada subtraindo os outros elementos da massa total.

Quadro II.11 - Mineralogia Normativa para o Grandão.

Mineral	Cálculo da mineralogia normativa
Espodumena	$Li_2O \text{ (modelo)} \times 12,36$
Albite	$Albite = Na_2O \times 8,46 \times 1,17$
Microclina	$Microclina = K_2O \times 3,12$
Moscovite	$Moscovite = 1,2043 \times \text{microclina} + 0,73$
Quartzo	$Quartzo\% = 98,5 - (\text{albite}\% + \text{microclina}\% + \text{moscovite}\% + \text{espodumena}\%)$

5. INSTALAÇÃO E CONSTRUÇÃO

5.1. ENQUADRAMENTO

Na fase inicial de desenvolvimento, foi elaborado um plano conceptual de implementação do projeto, que descreve a abordagem técnico-económica mais adequada para alcançar um desenvolvimento seguro do projeto e minimizar os impactos no meio ambiente e nas comunidades locais.

Os principais objetivos para a execução do projeto da Mina do Barroso podem ser resumidos da seguinte forma:

- Zero lesões que ocasionem a interrupção do trabalho e que requeiram tratamento médico;
- Zero incidentes ambientais;
- Relações positivas com a comunidade, minimizando as interações negativas com a comunidade local durante a fase de construção;
- Implementação e desenvolvimento de uma mina, uma unidade de processamento, uma instalação de armazenamento de rejeitados e todos os serviços e infraestruturas de suporte necessários para apoiar essas operações;
- Baixos custos e cumprimento dos prazos.

5.2. ÂMBITO

O plano de implementação para o Projeto da Mina do Barroso abrange todos os itens de âmbito do projeto necessários para alcançar os objetivos estabelecidos e subsequentes operações. Estes itens são detalhados nos respetivos capítulos. De seguida encontra-se um resumo dos itens abrangidos:

- Mina
 - Corta a céu aberto do Pinheiro
 - Corta a céu aberto do Grandão
 - Corta a céu aberto do NOA
 - Corta a céu aberto do Reservatório
 - Serviços da mina
 - Infraestrutura da mina
 - Instalações de resíduos de armazenamento de rocha estéril (escombreiras)
- Lavaria
 - Stock de mineralização bruta

- Britagem
- Moagem
- Flutuação
- Manuseamento e armazenamento de produtos
- Filtragem de rejeitados
- Reagentes
- Serviços da unidade de processamento
- Infraestrutura da unidade de processamento
- Armazenamento de rejeitados
 - Instalação de resíduos de armazenamento dos rejeitados (escombreira)
- Infraestrutura Externa
 - Fornecimento de energia
 - Estradas de acesso
 - Fornecimento de água

Os itens não-físicos que serão executados diretamente pela Empresa incluem:

- Licenciamento.
- Relações Governamentais.
- Relações Comunitárias.
- Negociação de contratos diversos para construção da mina, dos acessos, infraestruturas de superfície e contratos de fornecimento de combustíveis e consumíveis.
- Recrutamento e formação do pessoal das operações.

5.3. ESTRATÉGIA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

O caminho crítico para a execução geral do projeto dependerá também do período necessário para obtenção das necessárias autorizações. A Empresa solicitará todas as licenças necessárias para operar. Uma vez que estas tenham sido concedidas e o Projeto da Mina do Barroso tenha sido aprovado pelo Conselho de Administração e tenha obtido o financiamento necessário, a Empresa irá executar um contrato de Engenharia, Aquisição e Construção. A Empresa irá iniciar o processo de contratação 2 a 3 meses antes da aprovação do projeto, para que o trabalho de engenharia possa ser iniciado o mais rápido possível.

A Savannah optou por utilizar uma abordagem de contrato de Engenharia, Aquisição e Construção, nomeando um engenheiro-gestor para o desenho, aquisição e recomendação de fabricantes e empreiteiros de construção adequados para a boa conclusão do projeto. A Empresa suportará todos os custos diretos de lavaria, equipamentos, materiais, aprovisionamento, fabrico e montagem, conforme aprovado pelo Engenheiro responsável.

O responsável pela Engenharia, Aquisição e Construção coordenará todas as atividades do projeto para garantir a sua conclusão dentro do prazo e do orçamento estipulados. O engenheiro irá prestar os seguintes serviços:

- Gestão do projeto, incluindo gestão da segurança, custos, tempo, qualidade, mudanças, comunicações, desenho, aquisição, fabrico e inspeção, expedição e logística, construção e comissionamento.
- Controlo de custos, incluindo a manutenção de um sistema de controlo de custos que inclui orçamentos, compromissos, estimativas de conclusão, projeções de custos e gestão de mudanças.
- Planeamento e agendamento, incluindo um cronograma detalhado, datas reais, prazos a serem concluídos, datas finais projetadas e gráficos comparativos.
- Garantia de qualidade/controlo de qualidade do desenho, aquisição, fabrico e das fases de construção e de comissionamento do projeto.
- Desenho de engenharia, revisões de desenho, estudos de perigos, especificação de desenho, equipamentos e operações e preparação do âmbito de trabalho.
- Serviços de aquisição de contratos, incluindo a preparação de concursos com termos e condições acordados com o cliente, avaliação do concurso e recomendações, preparação e concessão do contrato, administração e término do contrato.
- Fabrico e inspeção, incluindo testes e controlo de qualidade, associados e qualquer integração de sistemas necessária e pré-montagem.
- Expedição e logística, incluindo transporte, armazenamento e controlo de inventário, conforme necessário.
- Gestão de construção, incluindo gestão de segurança, supervisão de empreiteiros e inspeção de obras e testes funcionais.
- Comissionamento, incluindo verificação da construção, pré-comissionamento, ensaio de equipamentos e testes do processo, este último em associação com a equipa de operações.
- Entrega do projeto, incluindo conclusão de todos os contratos, relatório de conclusão e telas finais.

Outras empresas especializadas podem ser contratadas através do consultor de Engenharia, Aquisição e Construção (como parte dos custos diretos), conforme necessário, para prestar os seguintes serviços:

- Desenho e construção de estradas;
- Desenho e construção da infraestrutura de gestão de águas superficiais;

- Desenho e construção de instalações de armazenamento de rejeitados através de empilhamento a seco;
- Desenho e construção de instalações de armazenamento de rocha estéril;
- Desenho e construção do fornecimento energia;
- Gestão do transporte e da logística;
- Serviços de levantamento topográfico.

A Empresa estabelecerá ligações com o Governo e também irá gerir todas as relações com a comunidade e assuntos de regulamentação ambiental.

5.4. SEGURANÇA

Todos os aspetos do projeto, incluindo gestão, desenho, aquisição e construção, terão que cumprir a legislação Portuguesa e as regras, procedimentos e instruções dos consultores de Engenharia, Aquisição e Construção.

O Engenheiro designado terá políticas, procedimentos e planos de segurança bem estabelecidos, comprovados em muitos projetos de sucesso no passado. Estes serão descritos no Plano de Segurança do Projeto, que será desenvolvido antes da execução do projeto. O objetivo do projeto é desenvolver uma cultura e processos para garantir a segurança e a saúde de todos os funcionários.

De forma a atingir este objetivo, os seguintes critérios serão aplicados no projeto:

- Nenhum objetivo comercial terá prioridade sobre a Segurança, Higiene e Saúde, Ambiente e Comunidade.
- Garantir, em qualquer momento, a segurança de todos os funcionários envolvidos no projeto, sejam estes internos ou subcontratados. Este projeto terá como objetivo “zero danos”.
- Todos os incidentes e lesões são evitáveis no trabalho e fora deste.
- Será implementado um programa de avaliação de riscos no local de trabalho, que realça a supervisão da obra e das suas equipas. Todos os indivíduos têm a responsabilidade de identificar e eliminar ou gerir os riscos associados ao seu local de trabalho.
- A responsabilidade por um ambiente de trabalho seguro cabe a todos os funcionários.
- As obrigações legais são os requisitos mínimos das normas de segurança e saúde do projeto.
- Todos os funcionários do local terão formação para ter as habilitações e serão equipados com as instalações necessárias para permitir um local de trabalho livre de lesões.

Todos os funcionários devem completar as induções e seguir as orientações, conforme apropriado ao posto do trabalho.

5.5. ESTRATÉGIA DE CONTRATAÇÃO

A estratégia para a implementação do projeto é orientada pela confiança em construtores e fabricantes experientes. Sempre que possível e viável, a Empresa irá empenhar-se em adquirir localmente materiais e contratar mão-de-obra local, para ajudar a apoiar as comunidades e os negócios locais.

Os empreiteiros para as obras no projeto serão selecionados de acordo com o seu histórico de segurança, histórico de relações industriais, experiência anterior similar, custo e disponibilidade para executar o trabalho, quando aplicável. Nesta fase inicial do desenvolvimento do projeto, espera-se que os trabalhos sejam divididos em pacotes contratuais, conforme detalhado no Quadro II.12.

Quadro II.12 - Pacotes preliminares do contrato de construção.

Descrição do Pacote	Qtd.	Tipo de Pacote
Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção	1	Variável por Quantidades
Instalação estrutural, mecânica e de tubagem	1	Montante fixo
Fabrico	1	Montante fixo
Instalação elétrica e de instrumentação	1	Montante fixo
Fornecimento de eletricidade (desenho e construção)	1	Montante fixo
Rede de água limpa	1	Variável por Quantidades
Instalação de rocha estéril e empilhamento a seco	1	Variável por Quantidades
Obras de terraplenagem, Infraestrutura de Águas Superficiais e Estradas	1	Variável por Quantidades
Construção Civil da Lavaria	1	Montante fixo
Edifícios e Outras Infraestruturas	1	Montante fixo
Pacotes de Equipamentos Móveis	-	Montante fixo
Pacotes de Equipamentos Fixos da Lavaria	-	Montante fixo

Os fornecedores de equipamentos serão selecionados tendo por base a conformidade com as especificações, o prazo de entrega, as condições comerciais e o seu histórico de fornecimento.

5.6. GESTÃO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO

5.6.1. Gestão de engenharia

O engenheiro executará os serviços de gestão da engenharia, aquisição e construção para a unidade de processamento e das instalações e serviços associados, mencionados no Âmbito do Trabalho.

O Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção executará a maior parte do trabalho de engenharia e dimensionamento, incluindo a maioria das atividades de aquisição. A gestão da construção será realizada no escritório local do projeto.

5.6.2. Obras temporárias de construção

Instalações de construção temporárias, incluindo escritórios, instalações de armazenamento, sanitários e parques de equipamentos serão criadas perto do local da lavaria pelos respetivos empreiteiros, como parte de cada âmbito de trabalho. As equipas iniciarão imediatamente a edificação dos escritórios de construção, juntamente com as instalações temporárias necessárias.

5.6.3. Alojamento durante a construção

Devido ao número de aldeias, vilas e cidades pequenas próximas, espera-se que seja possível obter alojamento adequado a uma distância de trinta minutos de carro da mina. Consequentemente, não será necessário alojamento para a construção. Prevê-se que a mão-de-obra necessária durante a construção possa atingir entre 300 e 350 trabalhadores.

5.6.4. Fornecimento de água para a construção

Durante a fase de construção, a água potável será transportada por camião, de um ponto de abastecimento adequado, para utilização pelos trabalhadores. Uma das primeiras prioridades das obras será estabelecer o fornecimento permanente de água resultante das infraestruturas de água superficial e de água tratada potável da lavaria. Poderá ser necessária uma instalação temporária de filtragem e desinfecção até que a lavaria permanente seja comissionada e testada.

Os esgotos das obras de construção da lavaria e dos escritórios serão inicialmente tratados em fossas sépticas, que serão bombeadas regularmente e descarregadas em instalações licenciadas existentes fora do local.

5.6.5. Acessos

O sistema de acessos previsto para servir a Mina do Barroso inclui os caminhos de expedição para o exterior da exploração e os caminhos internos de acesso às frentes de desmonte (Desenho 3A, Desenho 3B e Desenho 3C).

Uma vez estabelecido no local da obra, o acesso ao projeto será o objetivo principal para o empreiteiro de terraplenagem. Tal irá incluir a via de acesso entre a estrada nacional e a lavaria e também as estradas de transporte de material (mineralização e estéril) desde a lavaria até à corta do Pinheiro, do Grandão e às instalações de armazenamento de estéril e de deposição a seco dos rejeitados.

Os acessos internos e externos variam consoante a alternativa estudada. As figuras seguintes representam esses acessos para cada alternativa, com os respetivos comprimentos no Quadro II.13.

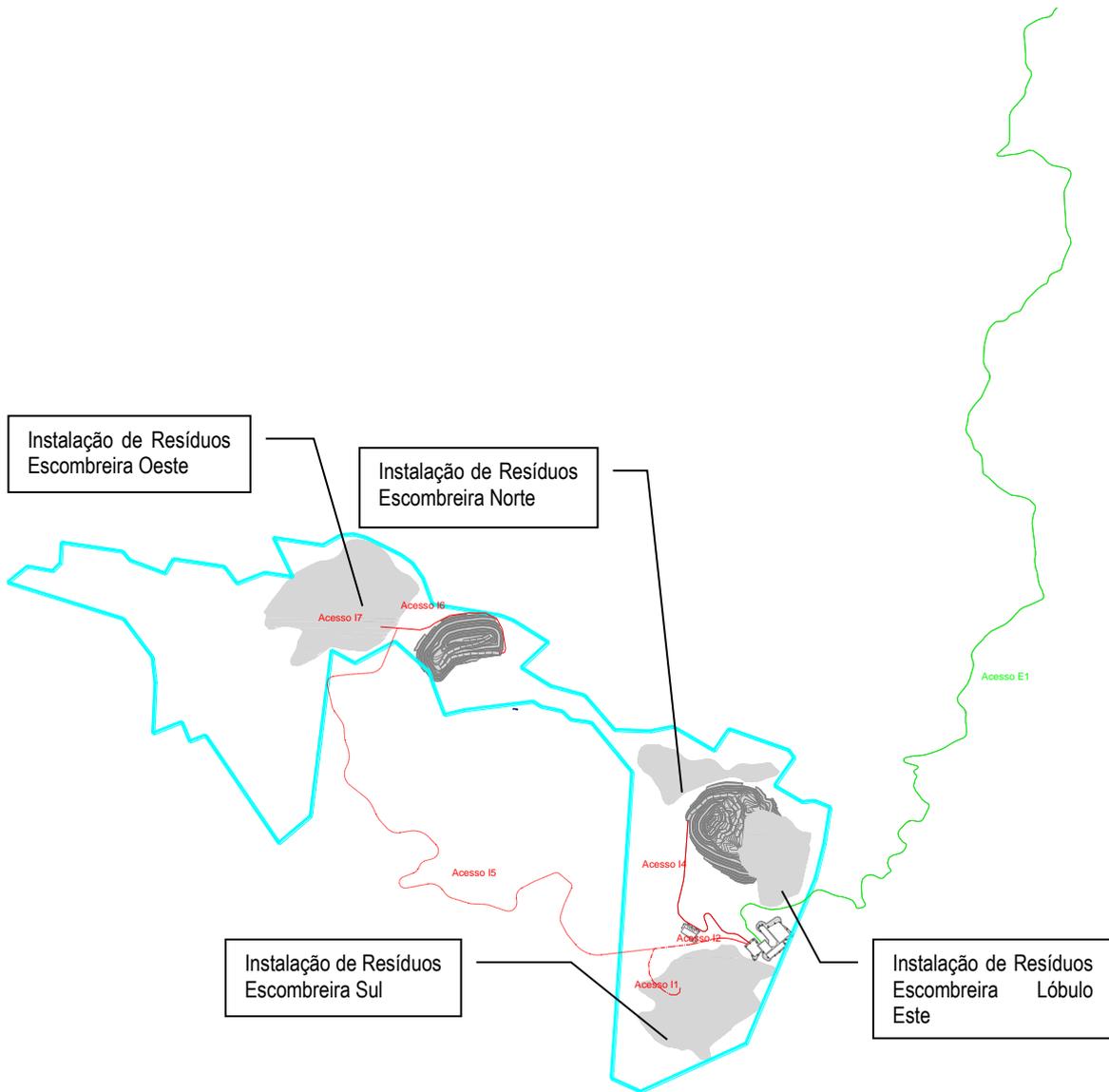


Figura II.38 – Acessos da Mina do Barroso na Alternativa 1.

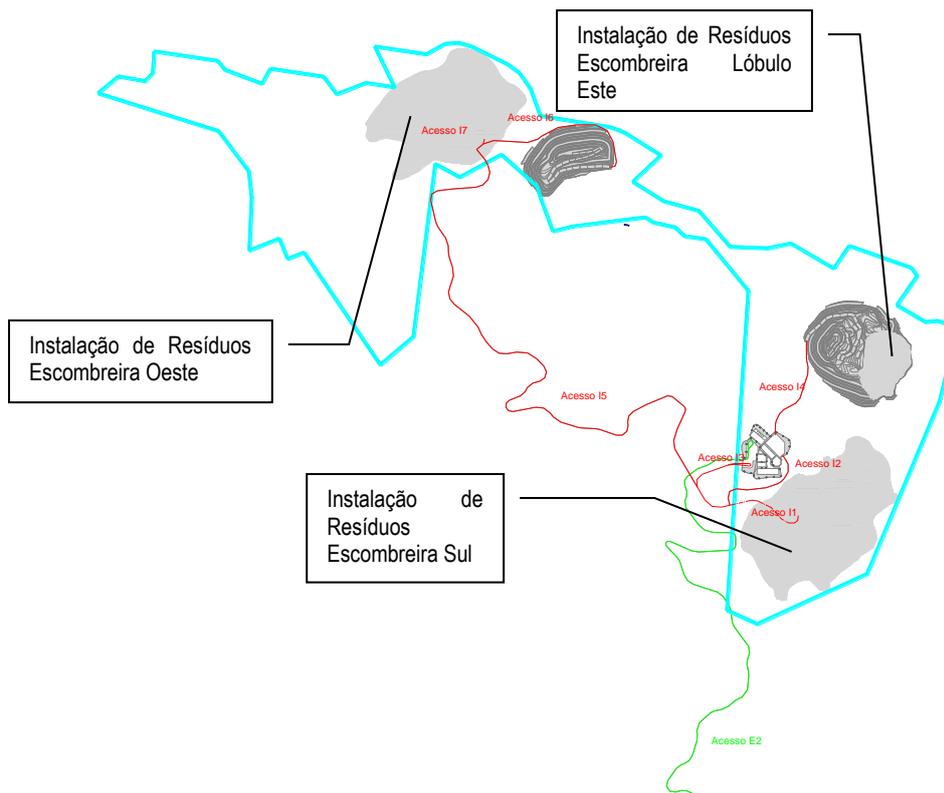


Figura II.39 – Acessos da Mina do Barroso na Alternativa 2.

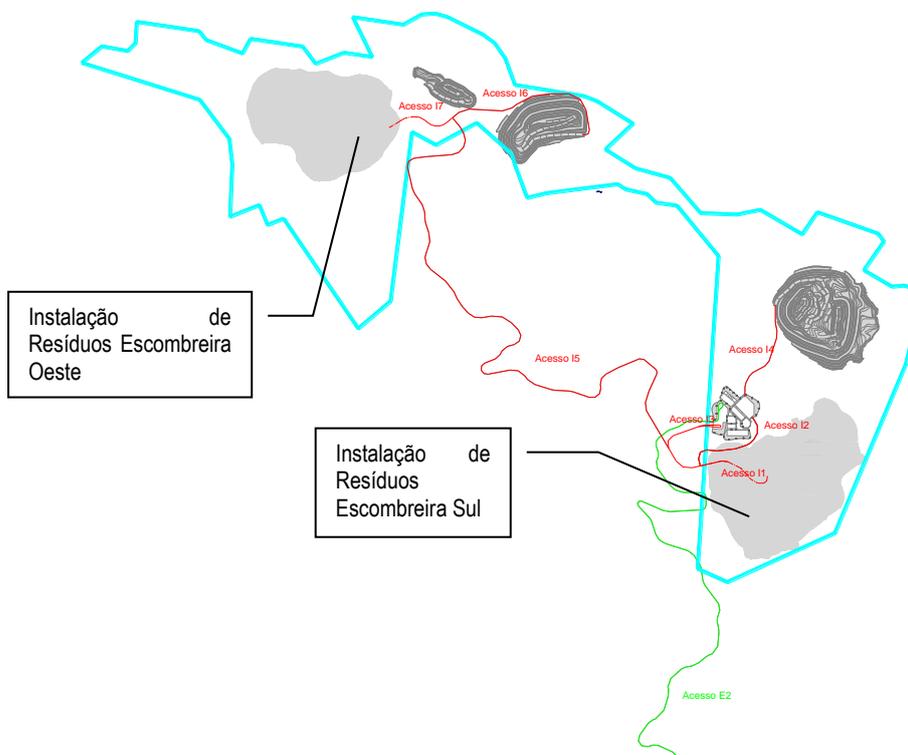


Figura II.40 – Acessos da Mina do Barroso na Alternativa 3.

Quadro II.13 – Comprimento dos acessos.

Acessos	Ligações	Comprimento [m]		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
E1	Lavaria ao exterior (por Norte)	<i>n.a.</i>	8 000	8 000
E2	Lavaria ao exterior (por Sul)	10 600	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
I1	Acesso à corta Pinheiro	500	550	550
I2	Acesso à entrada da lavaria	660	660	660
I3	Acesso à saída da lavaria	<i>n.a.</i>	890	890
I4	Acesso à corta Grandão	1 425	720	720
I5	Acesso da lavaria às cortas Oeste	5 150	4 660	4 660
I6	Acesso à corta Reservatório	1 020	1 220	1 220
I7	Acesso à corta NOA/Escombeira Oeste	120	40	490
Total de acesso externo		10 600	8 000	8 070
Total de acessos internos		8 875	8 690	9 140

Nos caminhos de expedição para o exterior da exploração, considera-se ainda necessário assegurar o correto cumprimento das normas de segurança e sinalização de obras na via pública, tendo em vista a minimização das perturbações na atividade das povoações envolventes. Reduzir-se-á a velocidade e limitar-se-ão os sinais sonoros na travessia de locais de habitação, devendo a circulação efetuar-se com luzes de médios ligadas.

Será ainda garantido o bom acondicionamento no transporte de materiais, com vista a reduzir a emissão de poeiras ao longo do seu percurso e será instalado à saída da área de exploração, um adequado sistema de lavagem dos rodados das viaturas.

Os acessos para expedição de produtos foram projetados com base na rede de caminhos já existente na envolvente à área da mina. A manutenção dos acessos, em boas condições de transitabilidade, far-se-á, preferencialmente, por aplicação de *tout-venant*.

Proceder-se-á à rega, regular e sistemática, durante as épocas mais secas, dos acessos à mina, de forma a minimizar a emissão de poeiras.

Estes acessos encontram-se apresentados no Desenho 1. Salieta-se que, durante a realização dos trabalhos de melhoramento dos acessos, serão tidas em consideração as diretrizes decorrentes do EIA realizado e da correspondente DIA, relacionadas com o regime da Reserva Ecológica Nacional e com o património arqueológico e construído.

Os acessos internos da mina serão projetados em função da evolução do avanço das frentes de desmonte. Estes terão largura adequada ao tipo de circulação, no mínimo 8 m, e as rampas a criar de acesso ao interior das cortas terão no máximo 8° de inclinação e em média 6°. O acesso a cada corta será alvo de melhorias através de alargamento das vias e de regularização do pavimento.

As rampas secundárias e os acessos às frentes de desmonte serão determinados em função do avanço e das condições locais existentes, sendo construídos nos patamares entre bancadas.

Os acessos a criar na mina serão alvo de uma manutenção sistemática, de forma a reduzir os custos de transporte e de manutenção dos equipamentos, bem como a minimizar os impactes associados à circulação de veículos e máquinas.

5.6.6. Principais obras de terraplenagem e infraestrutura de águas superficiais

O desenvolvimento das obras maiores de terraplenagem da lavaria e da infraestrutura de gestão de águas superficiais para o projeto também será um objetivo principal do empreiteiro de terraplenagem. A infraestrutura de águas superficiais precisará ser desenvolvida de forma a estabelecer o fornecimento de água para as atividades e operações de construção.

5.6.7. Escritórios para a construção

Cada empreiteiro providenciará escritórios temporários para as suas próprias necessidades em cada uma das áreas do projeto. Contentores de expedição e unidades pré-fabricadas serão utilizados para estes edifícios temporários.

5.6.8. Energia para a construção

Os geradores colocados em cada local de obra serão fornecidos por cada empreiteiro, conforme necessário.

A maioria dos trabalhos de soldadura será realizada com máquinas de soldar a gásóleo. A linha de fornecimento de energia está agendada para ser concluída o mais cedo possível, de forma a fornecer energia para as etapas finais da construção e para o comissionamento, quando se espera que a necessidade de energia exceda a capacidade dos geradores de construção.

5.6.9. Fornecimento de combustível para a construção

O fornecimento de combustível para a construção do projeto será providenciado pelo Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção e transportado para o local. Haverá instalações temporárias de descarga, armazenamento e distribuição de gásóleo, operadas pelo Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção, para fornecer combustível aos respetivos empreiteiros. Estas instalações serão equipadas com bacias de retenção adequadas para garantir que não ocorre nenhum derrame de combustível para área envolvente.

O depósito de combustível também foi projetado com antecedência para estar disponível quando o consumo aumentar devido ao início das atividades de extração.

5.6.10. Comunicações durante a construção

As comunicações externas serão feitas através dos sistemas de telecomunicações móveis existentes para voz e dados. É provável que seja necessário um amplificador de sinal para garantir uma cobertura rápida e estável para apoiar as funções de operação e administração do projeto. Esta infraestrutura de comunicação será instalada nas fases iniciais da construção. Uma vez estabelecidas as comunicações

formais, o uso de telemóveis será possível em todos os locais do projeto, com uma cobertura de rede que variará entre boa e média.

Será também instalado um sistema de rádio bidirecional para a área da mina e da lavaria. Esta infraestrutura também será montada antecipadamente, de forma a providenciar comunicações de rádio durante as operações de construção da mina e de decapagem.

5.6.11. Transporte e logística da construção

A estratégia de transporte e logística será gerida pelo Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção. Para alcançar os melhores prazos de transporte possíveis, o Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção coordenará as atividades desde a realização da encomenda, embalamento, expedição, o desalfandegamento (se necessário) e a entrega dos itens necessários no projeto.

Os equipamentos e materiais importados serão contentorizados tanto quanto possível e recebidos a partir do porto de Leixões. O Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção providenciará desalfandegamento e transporte rodoviário para a área do projeto. Todos os equipamentos e materiais serão armazenados no local em áreas de armazenamento ou no armazém da lavaria antes da sua instalação. Será estabelecido e gerido pelo Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção, um sistema de gestão de materiais para verificar as entregas e a utilização dos principais equipamentos fornecidos.

Aos empreiteiros que realizam trabalhos em áreas específicas ser-lhes-ão facultados espaços designados para a instalação de infraestruturas temporárias. A localização destas áreas será o mais próximo possível do local de trabalho e incluirão escritórios/oficinas temporárias e áreas de armazenamento (equipamentos e materiais).

As áreas específicas serão identificadas durante a atribuição de cada pacote de trabalho, tendo em conta o tamanho e o âmbito do pacote e o número de trabalhadores. O número de áreas estabelecidas será minimizado para facilitar a prestação de serviços e controlar o tráfico nos locais de trabalho.

5.6.12. Segurança durante a construção

A segurança das diferentes áreas de escritórios de construção ficará a cargo dos respetivos empreiteiros. A área de cargas e descargas, incluindo o armazém, será vedada. Desde o início da fase de construção, o acesso geral à obra será controlado para impedir a entrada casual ou não autorizada nas áreas da unidade de processamento e da mina.

5.7. CRONOGRAMA DA CONSTRUÇÃO

Será desenvolvido, durante o Estudo de Viabilidade, um cronograma formal da execução do projeto, que terá em conta o âmbito e a execução do projeto, as entregas de equipamentos críticos e a duração prevista da construção do projeto. O cronograma de implementação será dividido em seis áreas principais que se apresentam nos pontos seguintes.

5.7.1. Aprovações do projeto

As aprovações e licenças constituem os pré-requisitos para aprovação do projeto e são o ponto de partida para o cronograma de implementação. As aprovações serão geridas pelos representantes da empresa.

5.7.2. Contratos iniciais, engenharia e obras

O trabalho inicial de desenho e a preparação da infraestrutura básica do projeto estão englobados nos trabalhos iniciais do cronograma de implementação. Para construir determinadas partes do projeto, será necessária a edificação prévia de algumas instalações, pelo que estas foram agendadas o mais cedo possível. O envolvimento do Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção será fundamental e é uma das principais tarefas a ser efetuada.

Para acelerar o envolvimento do Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção, o pacote de Engenharia, Aquisição e Construção será preparado, lançado para concurso e avaliado antes da aprovação formal do projeto. Uma vez aprovado o contrato de Engenharia, Aquisição e Construção, as atividades de engenharia serão iniciadas o mais rápido possível.

O Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção terá a tarefa de desenvolver vários pacotes de aquisição ou a compra de produtos com longo prazo de entrega necessários de adquirir no início da fase de implementação. Os pacotes que serão fundamentais para apoiar o rápido desenvolvimento do projeto são:

- Aquisição de moinhos - estes equipamentos têm um prazo de entrega de 45 semanas e constituem itens críticos para o projeto se não forem comprados o mais cedo possível;
- Pacote de obras maiores de terraplanagem para o desenvolvimento de estradas de acesso ao projeto, infraestrutura de gestão de águas superficiais e plataformas da lavaria;
- Fornecimento de energia e ligação – estima-se que serão necessárias entre 50 a 70 semanas para o desvio da linha elétrica e instalação da subestação;
- Rede de água limpa - necessária para a construção de estradas e trabalhos de terraplanagem para a lavaria;

De forma a estabelecer a infraestrutura primária do projeto, tal como a estrada de acesso e o equipamento da infraestrutura de gestão de água, será necessário mobilizar e armazenar localmente esta infraestrutura antes de todas as instalações estarem integralmente construídas. Será preparada, dependente das opções de localização da lavaria, uma área de armazenamento com dimensões apropriadas para acomodar todos os materiais de construção e equipamentos necessários. Esta área irá posteriormente ser convertida na área de armazenamento de mineralização (stock de mineralização bruta) quando as operações gerais mineiras começarem. A Figura II.41 apresenta as localizações das áreas de armazenamento da construção para as duas opções da lavaria.

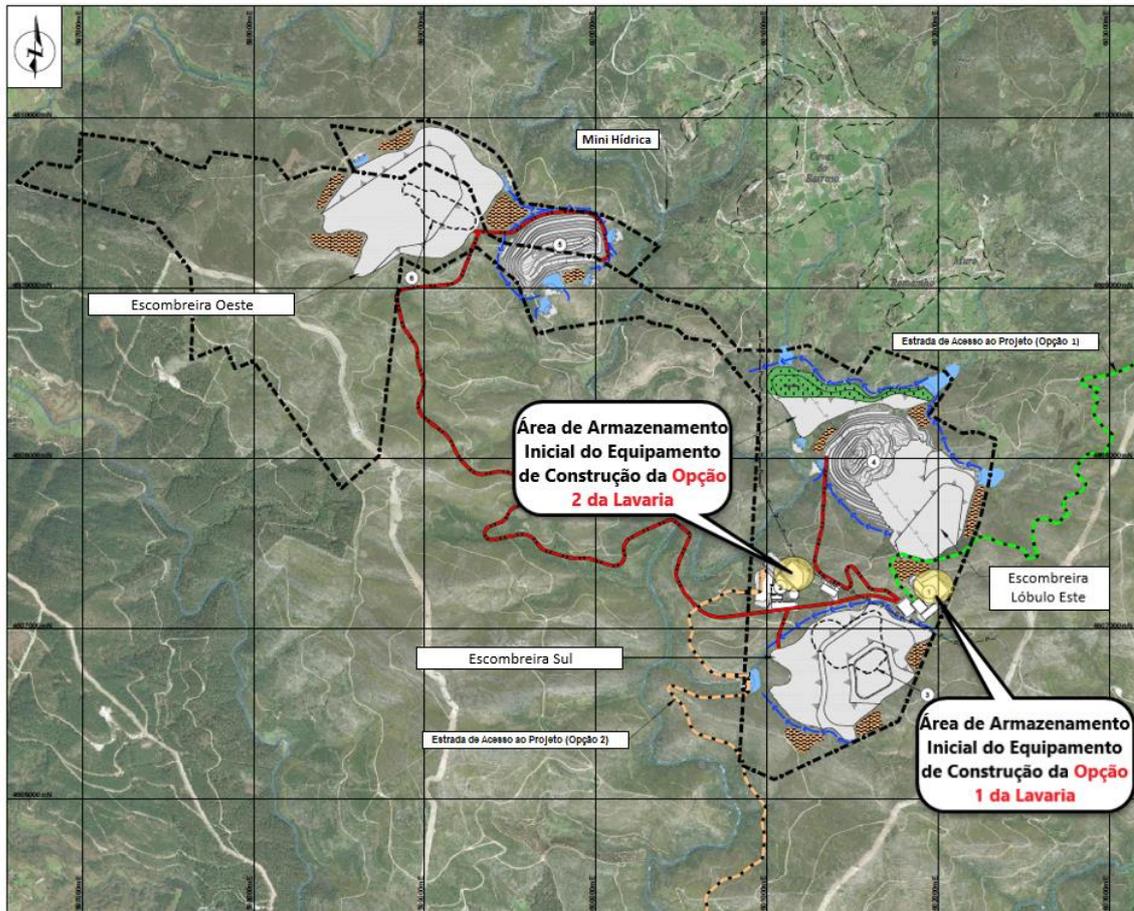


Figura II.41 - Pontos de Localização de Construção Inicial de Equipamentos.

Os outros contratos que precisarão ser desenvolvidos com antecedência incluem o contrato de fornecimento de refeições, contratos de logística e transporte e contratos de fornecimento de combustível. Todos os produtos com longo prazo de entrega que possam ser críticos para a implementação do projeto podem ser projetados com antecedência, a fim de facilitar a aquisição e entrega. O moinho de bolas tem um prazo de entrega de 45 semanas e precisará ser adquirido no início do desenho detalhado para garantir que não ocorrem atrasos no cronograma de implementação.

5.7.3. Dimensionamento detalhado de engenharia

Todo o trabalho de engenharia e de outras disciplinas que não as abordadas no trabalho inicial de engenharia estão incluídas nesta secção do cronograma.

A fase do dimensionamento da unidade de processamento começa com a atualização e finalização dos parâmetros do processamento, estando assim estes prontos para a sua utilização noutras disciplinas do processo de desenho. Após esta etapa importante, várias outras atividades podem ser iniciadas.

A disposição geral da lavaria e do projeto pode ser atualizada e publicada. Esta será utilizada como base para o planeamento dos trabalhos de terraplenagem, estradas e redes de serviços, tais como água, energia e tubagem do processamento, entre as principais instalações do projeto. As listas de

equipamentos e as fichas técnicas serão atualizadas prontamente para inclusão nos pacotes de aquisição. Tal irá constituir o foco inicial do esforço de engenharia, para garantir que a entrega do equipamento não afeta negativamente o cronograma do projeto e a sequência da implementação.

O desenho mecânico e estrutural será desenvolvido de forma a permitir a finalização do projeto civil para a unidade de processamento. O desenho Elétrico e de Instrumentação pode ser finalizado após a conclusão dos diagramas de processamento e de instrumentação e da listagem dos equipamentos mecânicos.

Vários empreendimentos serão tratados como pacotes de conceção-construção, pelos quais o Consultor de Engenharia, Aquisição e Construção preparará especificações e pacotes para concurso, nomeadamente:

- Fornecimento de energia de alta tensão;
- Instalação de armazenamento de rocha estéril e de empilhamento seco dos rejeitados;
- Estação de tratamento de águas residuais.

5.7.4. Aquisição

A sequência de aquisição será organizada de forma a que os itens com prazo de entrega longo sejam solicitados no início do projeto, sendo os restantes itens de aquisição, que requerem desenho de engenharia, adquiridos posteriormente, mais perto da data da sua utilização. Tal irá permitir um prazo de entrega mais restrito e uma eficiente mobilização no projeto do empreiteiro de Estrutura, Mecânica e Tubagem.

Os pacotes de desenho e construção irão a concurso e serão concedidos, assim como os contratos de fabrico da oficina e os contratos de obras do projeto. Será feito um esforço para adaptar pacotes específicos de forma a dar oportunidade aos empreiteiros locais de concorrer aos concursos.

5.7.5. Mobilização e Construção

A mobilização e construção estão planeadas começar assim que as atividades de desenho e aquisição o permitirem. Serão aplicadas interfaces de alto nível e normas de gestão de acessos, na preparação do cronograma de implementação.

5.7.6. Comissionamento

O comissionamento será dividido em 3 fases: ensaio de equipamentos, testes do processo e fase de arranque. Está previsto que os testes básicos de funcionalidade, tais como ensaios dos sistemas elétricos, testes de sentido de rotação de motores, inspeções aos sistemas de transmissão, lubrificação, testes de instrumentos, reconhecimento de sistemas de controlo e calibração básica, serão realizados durante a fase de pré-comissionamento.

Os testes do processo irão incluir o enchimento dos tanques e dos espessadores com água, o teste das capacidades das bombas utilizando água, a correção de fugas em juntas, os primeiros enchimentos, a

calibração de instrumentos quando aplicável, e estabelecer o equilíbrio do sistema com a utilização de água sempre que possível.

A fase de arranque começará após o sistema operar de forma estável em modo automático, utilizando de água. A lavaria será alimentada com mineralização e reagentes pela primeira vez e o equilíbrio do sistema será novamente estabelecido à medida que as densidades das polpas aumentarem para os níveis planeados e ocorra a primeira produção. As calibrações finais das densidades serão realizadas e o sistema de controlo da lavaria será ajustado para os parâmetros de desenho e o teste de desempenho será concluído.

5.7.7. Período de entrega

Durante esta fase, os operadores da empresa assumirão o controlo da lavaria com a supervisão da equipa de comissionamento. As configurações e otimizações preferidas do operador podem ser incorporadas e podem ser realizadas simulações, dando formação aos operadores para lidarem com condições e situações operacionais anormais.

6. INFRAESTRUTURAS DE BASE

6.1. ESTRADA DE ACESSO

6.1.1. Objetivos do desenho da Estrada de Acesso

Como parte das infraestruturas de apoio do projeto, será construída uma estrada de acesso que irá estabelecer a ligação da unidade de processamento à rede nacional de estradas. A estrada permitirá o acesso dos trabalhadores, facilitará a entrega de materiais e irá permitir a expedição dos produtos.

Os objetivos do projeto da estrada de acesso estão resumidos a seguir:

- Proporcionar um acesso seguro à unidade de processamento, mediante quaisquer condições meteorológicas, aplicando uma camada de desbaste não pavimentada/em gravilha.
- Minimizar os impactos nas comunidades locais (ex.: segurança, impacto visual, ruído e poeiras).
- Ser adequada à circulação contínua de veículos pesados até 60 toneladas e ocasionalmente para camiões de semirreboque rebaixado (porta máquinas), quando o acesso se encontra encerrado ao restante tráfego (durante a transferência de equipamento).
- Controlar o escoamento e reduzir geração de sedimentos (turbidez das águas).
- Maximizar a utilização das vias existentes, sempre que possível.
- Minimizar a inclinação e sinuosidade.
- Minimizar as interações entre veículos pesados e ligeiros.

6.1.2. Base de Projeto

As bases de desenho da estrada de acesso encontram-se resumidas no Quadro II.14 e Quadro II.15. O Anexo II-10 e Anexo II-11 apresentam os detalhes do desenho das estradas.

Quadro II.14 - Parâmetros gerais do projeto.

GERAL	PARÂMETRO	VALOR
Toda a infraestrutura	Eventos de precipitação 24h:	
	T = 2 anos	104 mm
	T = 10 anos	167 mm
	T = 100 anos	250 mm
Infraestrutura crítica	Ações sísmicas – Operação	Nível sísmico de base de operação (SBP)

GERAL	PARÂMETRO	VALOR
	Ações sísmicas SBP (T = 1000 anos)	Nível sísmico de base de operação (SBP) = 0,11 g
	Fatores de Segurança (valores alvo) - Estático (operação) - Sísmico (Nível sísmico de base de operação (SBP)) - Sísmico (SMC)	1,3 1,1 1,0
Infraestrutura não crítica	As operações terraplenagem/aterro deverão ser projetadas com Fatores de Segurança adequados à estabilidade do talude, mas, ainda assim poderão ocorrer menores instabilidades e deslizamentos durante eventos de precipitação/sísmicos mais intensos.	

Notas: Abreviaturas: T – Período de Retorno, SBP – Sismo base do projeto, SMC –Sismo máximo credível.

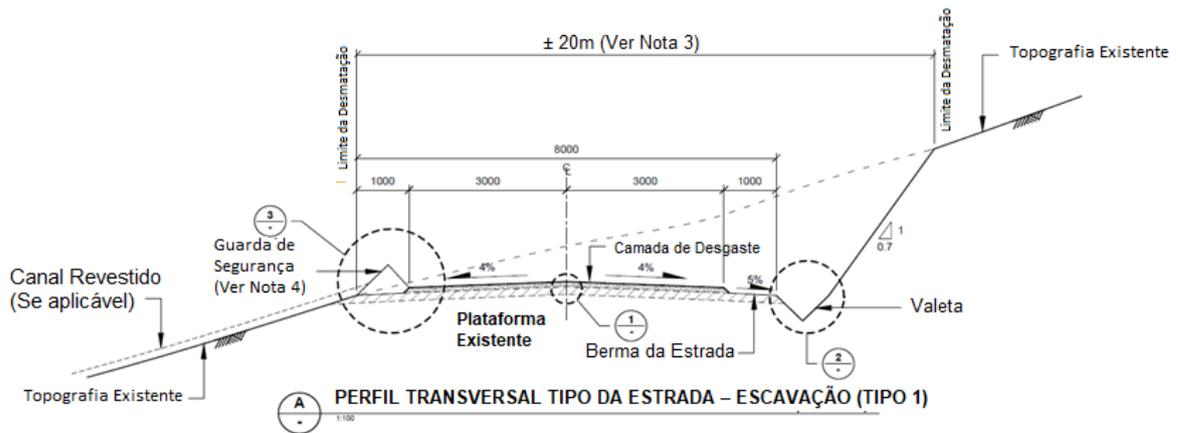
Quadro II.15 - Parâmetros de projeto da estrada de acesso à lavaria.

PARÂMETRO	VALOR
GEOMETRIA	
Secção Transversal da Estrada	Largura da plataforma – 8,0 m Largura da faixa de rodagem– 3,0 m Largura da berma – 1,0 m Inclinação da faixa de rodagem – 4% Inclinação da berma – 5%
Raio Mínimo Horizontal da Curva	20 m
Comprimento Mínimo Vertical da Curva	20 m
Gradiente Vertical Máximo	10 %
Gradiente Vertical Mínimo	1 %
Velocidade de Desenho para Veículos	60 km/h (com reduções pontuais)
Critérios de dimensionamento das passagens hidráulicas	T = 10 anos
Critérios de dimensionamento da valeta	T = 100 anos
Afastamentos Mínimo	5 m até ao limite 15 m até linhas elétricas
Pavimento	250 mm sub-base 100 mm camada de desgaste
Trabalhos de terraplenagem	Talude de escavação = 1V:0,5H (rocha < 6 m)

PARÂMETRO	VALOR
	Talude de enchimento = 1V:2,5H Parede de Gabião nos taludes de enchimento = 1V: 0,25H com reforço de geogrelha
CONSTRUÇÃO	
Materiais de Construção - Enchimento Especificado (Zona C) - Material da Sub-Base - Material da camada de desbaste - Material de proteção à erosão (Zona E) - Enrocamento de gabiões	Retirado das áreas de escavação. Material selecionado resultante das áreas de escavação. Material selecionado resultante das áreas de escavação. Retirado de áreas de empréstimo selecionadas. Material selecionado resultante das áreas de escavação.
PARGAS E ESCOMBREIRAS	
Pargas	Altura máxima 2 m Talude de enchimento = 1V: 2,0H
Escobreiras	Talude de enchimento = 1V: 3,5H
RUÍDO	Limitar os níveis de ruído para menos de 40dB nas áreas residenciais
POEIRAS	Desenho e construção de forma a minimizar a geração de poeiras e a necessária gestão
CONTROLO DE SEDIMENTOS	
Controlo	Todo o escoamento superficial das áreas intervencionadas será direcionado para estruturas de controlo de sedimentos, sempre que adequado
Contenção	Quando adequado
Execução	Captura de sedimentos em eventos de tempestade com T < 10 anos
REABILITAÇÃO	
Taludes de escavação e enchimento	Instalação de vegetação, quando adequado

As Figura II.42 a Figura II.50 mostram as secções típicas e os detalhes utilizados para o desenho conceptual e para a comparação das diferentes opções.

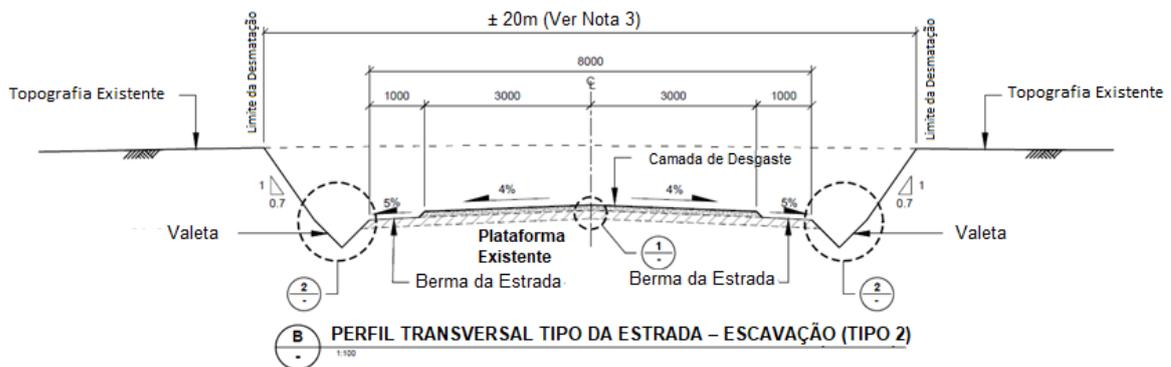
No Anexo II-37 encontra-se figuras com a implantação das opções de estrada de acesso e acessos internos, com secções e perfis longitudinais. Foram consideradas duas configurações de estrada de acesso, apresentando-se os alinhamentos na figura 2.5.1. As figuras 2.5.2 a 2.5.4 incluem secções típicas da estrada de acesso, comuns a cada uma das opções consideradas. O traçado geral, bem como a secção longa da opção 1, é indicado nas figuras 2.5.9 a 2.5.16. As respetivas informações para a Opção 2 são apresentadas nas figuras 2.5.17 a 2.5.22. As figuras 2.5.24 a 2.5.32 apresentam o layout e os perfis das estradas.



NOTAS:

1. AS VALETAS DEVEM DESCARREGAR EM CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES, QUANDO APLICÁVEL, OU PARA CANAIS DE ESCOAMENTO DE CAUDAIS DE CHEIA E DESCARREGADORES LINEARES DE CHEIA ESPAÇADOS REGULARMENTE, CONFORME INDICADO PELO ENGENHEIRO (NO GERAL 150m).
2. TODAS AS ÁREAS INTERVENZIONADAS DEVEM SER REVEGETADAS.
3. OS LIMITES DE DESMATAÇÃO SÃO APENAS INDICATIVOS E SERÁ NECESSÁRIO EXPANDI-LOS PARA AS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO.
4. SÃO NECESSÁRIAS INTERRUPTÕES NA GUARDA DE SEGURANÇA EM INTERVALOS REGULARES PARA DRENAGEM;
5. SE A ALTURA DO TALUDE DE ESCAVAÇÃO FOR >5m, É NECESSÁRIO PROJETO CONCEPTUAL DE ESPECIALIDADE GEOTÉCNICA.

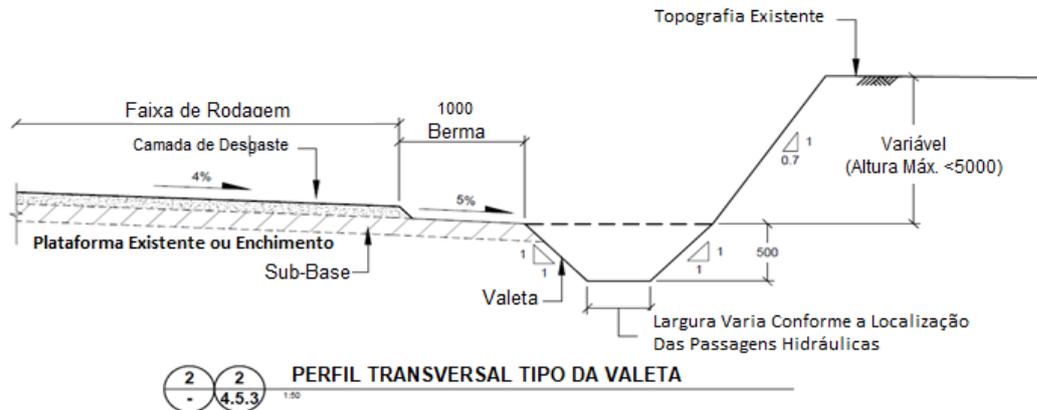
Figura II.42 - Secção transversal da estrada – escavação tipo 1.



NOTAS:

1. AS VALETAS DEVEM DESCARREGAR EM CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES, QUANDO APLICÁVEL, OU PARA CANAIS DE ESCOAMENTO DE CAUDAIS DE CHEIA E DESCARREGADORES LINEARES DE CHEIA ESPAÇADOS REGULARMENTE, CONFORME INDICADO PELO ENGENHEIRO (NO GERAL 150m).
2. TODAS AS ÁREAS INTERVENZIONADAS DEVEM SER REVEGETADAS.
3. OS LIMITES DE DESMATAÇÃO SÃO APENAS INDICATIVOS E SERÁ NECESSÁRIO EXPANDI-LOS PARA AS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO.
4. SÃO NECESSÁRIAS INTERRUPTÕES NA GUARDA DE SEGURANÇA EM INTERVALOS REGULARES PARA DRENAGEM;
5. SE A ALTURA DO TALUDE DE ESCAVAÇÃO FOR >5m, É NECESSÁRIO PROJETO CONCEPTUAL DE ESPECIALIDADE GEOTÉCNICA.

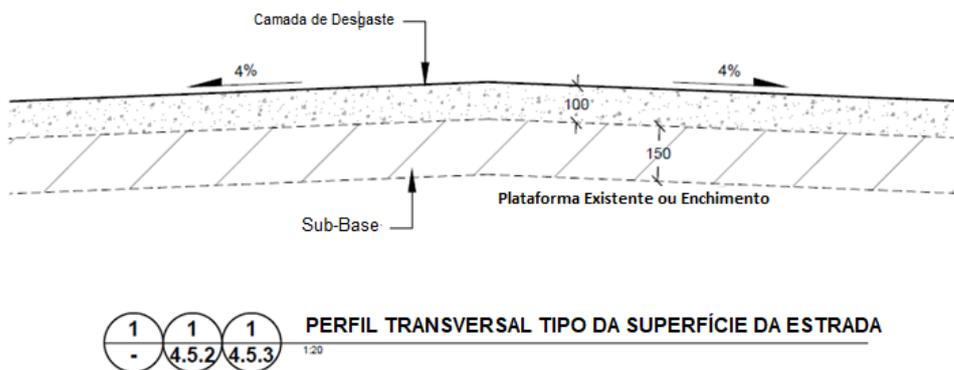
Figura II.43 - Secção transversal da estrada – escavação tipo 2.



NOTAS:

1. AS VALETAS DEVEM DESCARREGAR EM CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES, QUANDO APLICÁVEL, OU PARA CANAIS DE ESCOAMENTO DE CAUDAIS DE CHEIA E DESCARREGADORES LINEARES DE CHEIA ESPAÇADOS REGULARMENTE, CONFORME INDICADO PELO ENGENHEIRO (NO GERAL 150m).
2. TODAS AS ÁREAS INTERVENZIONADAS DEVEM SER REVEGETADAS.
3. OS LIMITES DE DESMATAÇÃO SÃO APENAS INDICATIVOS E SERÁ NECESSÁRIO EXPANDI-LOS PARA AS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO.
4. SÃO NECESSÁRIAS INTERRUPTÕES NA GUARDA DE SEGURANÇA EM INTERVALOS REGULARES PARA DRENAGEM;
5. SE A ALTURA DO TALUDE DE ESCAVAÇÃO FOR >5m, É NECESSÁRIO PROJETO CONCEPTUAL DE ESPECIALIDADE GEOTÉCNICA.

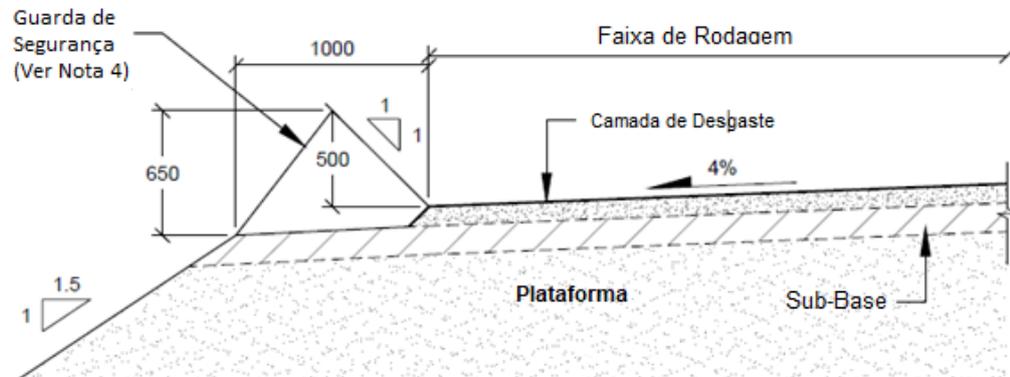
Figura II.44 - Secção transversal da valeta.



NOTAS:

1. AS VALETAS DEVEM DESCARREGAR EM CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES, QUANDO APLICÁVEL, OU PARA CANAIS DE ESCOAMENTO DE CAUDAIS DE CHEIA E DESCARREGADORES LINEARES DE CHEIA ESPAÇADOS REGULARMENTE, CONFORME INDICADO PELO ENGENHEIRO (NO GERAL 150m).
2. TODAS AS ÁREAS INTERVENZIONADAS DEVEM SER REVEGETADAS.
3. OS LIMITES DE DESMATAÇÃO SÃO APENAS INDICATIVOS E SERÁ NECESSÁRIO EXPANDI-LOS PARA AS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO.
4. SÃO NECESSÁRIAS INTERRUPTÕES NA GUARDA DE SEGURANÇA EM INTERVALOS REGULARES PARA DRENAGEM;
5. SE A ALTURA DO TALUDE DE ESCAVAÇÃO FOR >5m, É NECESSÁRIO PROJETO CONCEPTUAL DE ESPECIALIDADE GEOTÉCNICA.

Figura II.45 - Secção transversal da superfície da estrada.



3 3 3
- 4.5.2 4.5.3 1:50
PERFIL TRANSVERSAL TIPO DA BERMA DE SEGURANÇA

NOTAS:

1. AS VALETAS DEVEM DESCARREGAR EM CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES, QUANDO APLICÁVEL, OU PARA CANAIS DE ESCOAMENTO DE CAUDAIS DE CHEIA E DESCARREGADORES LINEARES DE CHEIA ESPAÇADOS REGULARMENTE, CONFORME INDICADO PELO ENGENHEIRO (NO GERAL 150m).
2. TODAS AS ÁREAS INTERVENIONADAS DEVEM SER REVEGETADAS.
3. OS LIMITES DE DESMATAÇÃO SÃO APENAS INDICATIVOS E SERÁ NECESSÁRIO EXPANDI-LOS PARA AS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO.
4. SÃO NECESSÁRIAS INTERRUPÇÕES NA GUARDA DE SEGURANÇA EM INTERVALOS REGULARES PARA DRENAGEM;
5. SE A ALTURA DO TALUDE DE ESCAVAÇÃO FOR >5m, É NECESSÁRIO PROJETO CONCEPTUAL DE ESPECIALIDADE GEOTÉCNICA.

Figura II.46 - Secção transversal da guarda de segurança da estrada.

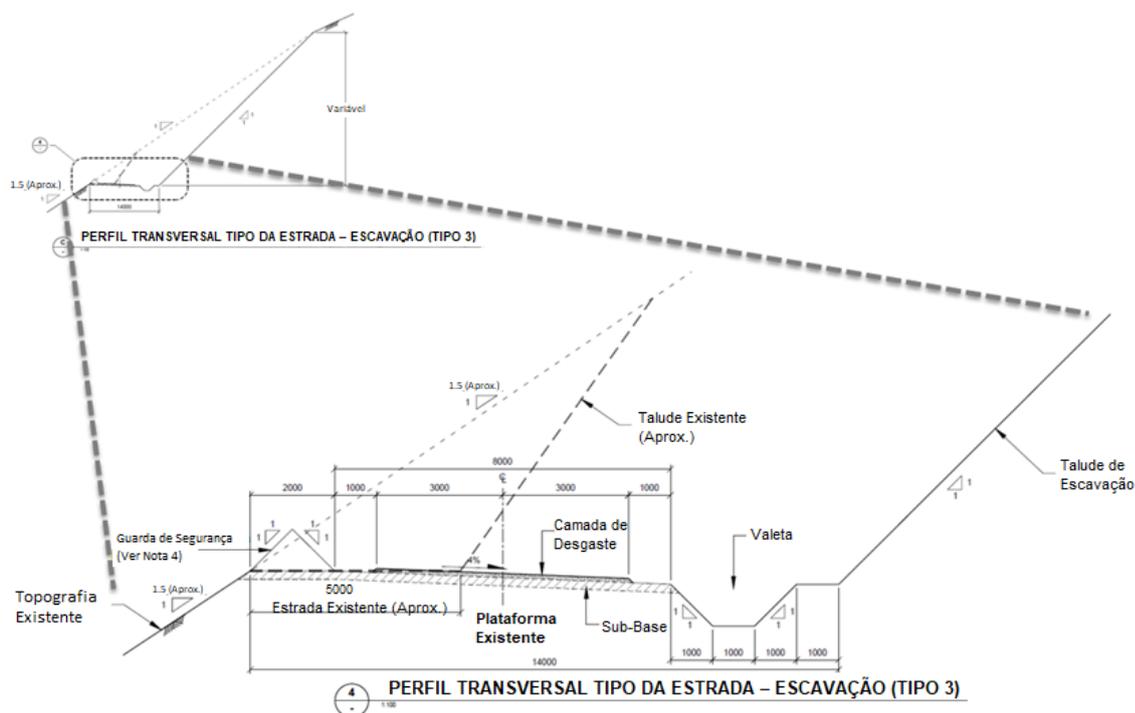
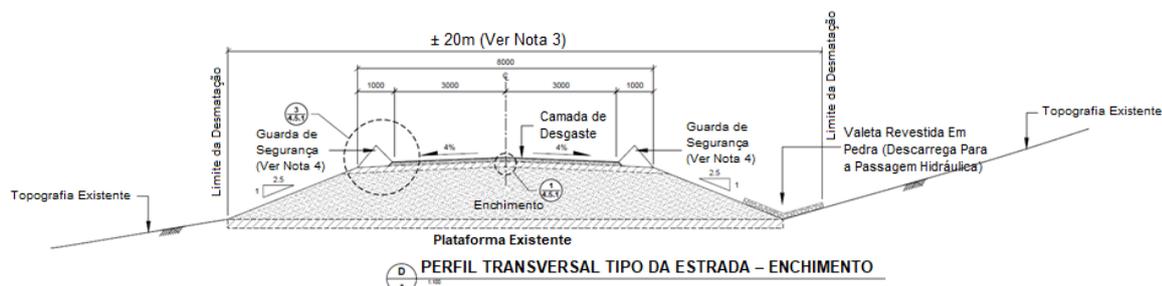


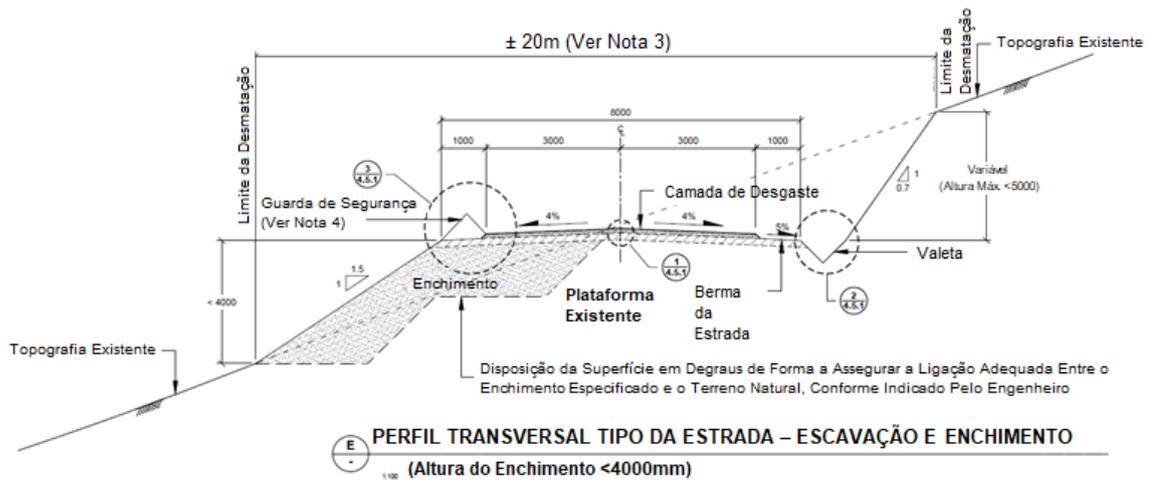
Figura II.47 - Secção transversal da estrada – escavação tipo 3.



NOTAS:

1. AS VALETAS DEVEM DESCARREGAR EM CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES, QUANDO APLICÁVEL, OU PARA CANAIS DE ESCOAMENTO DE CAUDAIS DE CHEIA E DESCARREGADORES LINEARES DE CHEIA ESPAÇADOS REGULARMENTE, CONFORME INDICADO PELO ENGENHEIRO (NO GERAL 150m).
2. TODAS AS ÁREAS INTERVENIONADAS DEVEM SER REVEGETADAS.
3. OS LIMITES DE DESMATAÇÃO SÃO APENAS INDICATIVOS E SERÁ NECESSÁRIO EXPANDI-LOS PARA AS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO.
4. SÃO NECESSÁRIAS INTERRUPTÕES NA GUARDA DE SEGURANÇA EM INTERVALOS REGULARES PARA DRENAGEM;
5. SE A ALTURA DO TALUDE DE ESCAVAÇÃO FOR >5m, É NECESSÁRIO PROJETO CONCEPTUAL DE ESPECIALIDADE GEOTÉCNICA.

Figura II.48 - Secção transversal da estrada – enchimento.



NOTAS:

1. AS VALETAS DEVEM DESCARREGAR EM CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES, QUANDO APLICÁVEL, OU PARA CANAIS DE ESCOAMENTO DE CAUDAIS DE CHEIA E DESCARREGADORES LINEARES DE CHEIA ESPAÇADOS REGULARMENTE, CONFORME INDICADO PELO ENGENHEIRO (NO GERAL 150m).
2. TODAS AS ÁREAS INTERVENÇIONADAS DEVEM SER REVEGETADAS.
3. OS LIMITES DE DESMATAÇÃO SÃO APENAS INDICATIVOS E SERÁ NECESSÁRIO EXPANDI-LOS PARA AS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO.
4. SÃO NECESSÁRIAS INTERRUPTÕES NA GUARDA DE SEGURANÇA EM INTERVALOS REGULARES PARA DRENAGEM;
5. SE A ALTURA DO TALUDE DE ESCAVAÇÃO FOR >5m, É NECESSÁRIO PROJETO CONCEPTUAL DE ESPECIALIDADE GEOTÉCNICA.

Figura II.49 - Secção transversal da estrada – escavação e enchimento.

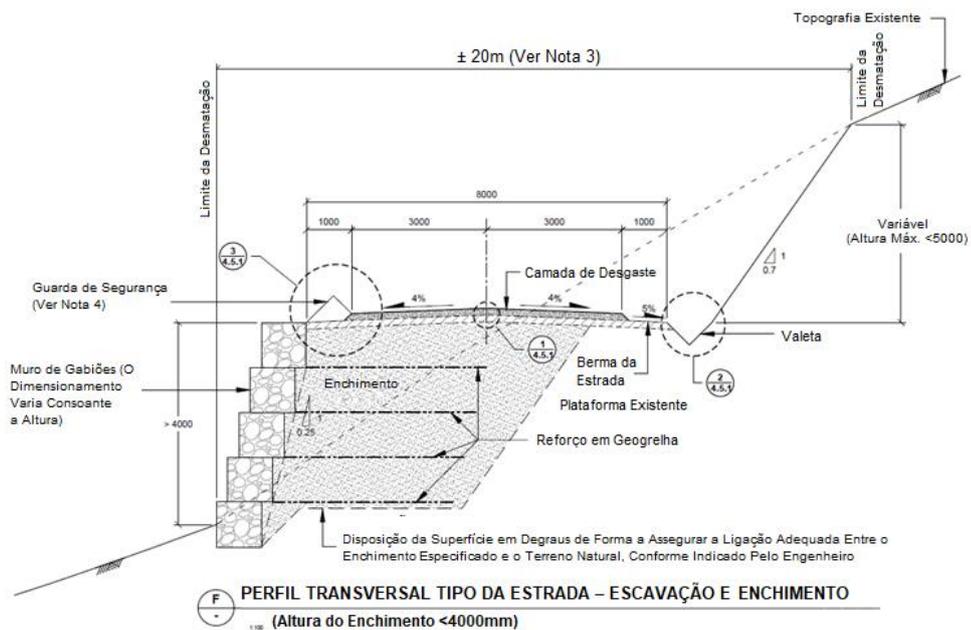


Figura II.50 - Secção transversal da estrada – escavação e enchimento (altura de enchimento >4m).

6.1.3. Opções para a estrada de acesso

Um número de possíveis traçados para a estrada de acesso foi considerado pela Savannah para o estudo de seleção (Anexo II-12). Com base na avaliação de seleção, dois trajetos foram assinalados para uma análise mais detalhada como parte de uma avaliação ao nível de conceito, conforme mostrado na Figura II.51. As opções indicadas para consideração são apresentadas de seguida.

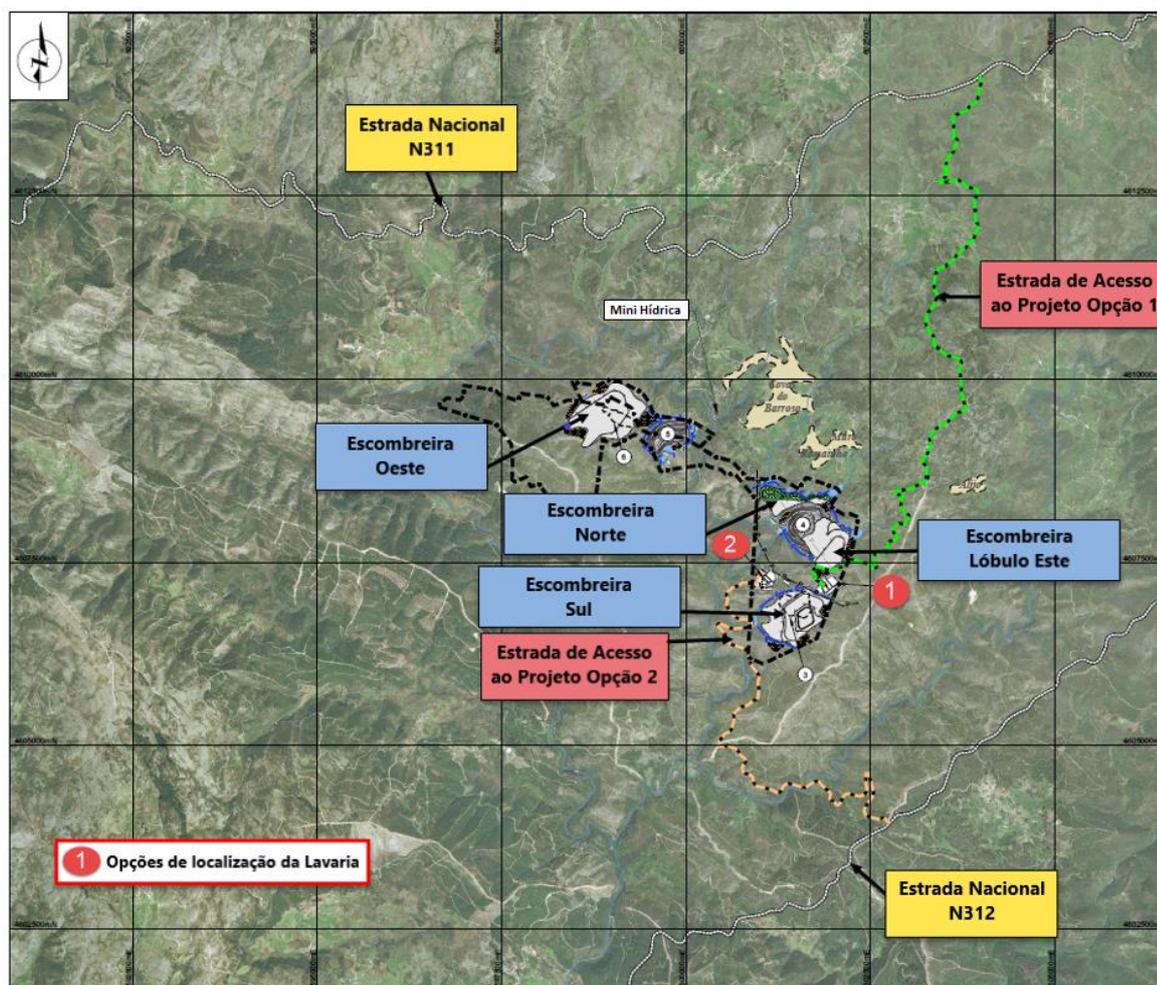


Figura II.51 - Localização das opções para a estrada de acesso ao projeto.

6.1.4. OPÇÃO 1 – Estrada de acesso Norte utilizando vias existentes

A Opção 1 da Estrada de Acesso é aplicável apenas à Opção 1 da Lavaria, e segue predominantemente os traçados de estradas e trilhos existentes. O trajeto ramifica-se a partir da estrada nacional N311, estende-se em direção a Sul e contorna as aldeias de Covas do Barroso, Romainho e Muro até à unidade de processamento proposta.

A estrada tem aproximadamente 11 km de comprimento, com 105 m verticais ascendentes e 430 m verticais descendentes na direção da unidade de processamento. O traçado e a secção longitudinal são mostrados no Anexo II-13.

Esta Opção 1 é mais extensa que a outra alternativa considerada. No entanto, devido à infraestrutura existente e à topografia menos acentuada, requer menor volume de construção e não requer a travessia de rios. Como se trata de um traçado menos montanhoso, deverá possuir custos de manutenção mais baixos ao longo do tempo de vida da mina.

6.1.5. OPÇÃO 2 – Estrada de acesso Este

A Opção 2 da Estrada de Acesso é aplicável apenas à Opção 2 da Lavaria. Esta Opção 2 ramifica-se a partir da estrada nacional N312 e depois estende-se para Oeste. A partir da travessia do Rio Beça, o traçado segue a margem leste do rio Covas para norte, em direção à unidade de processamento.

A estrada tem aproximadamente 8 km de extensão, com 95 m verticais ascendentes e 215 m verticais descendentes ao dirigir-se para a unidade de processamento (Opção 2 da Lavaria). O traçado e a secção longitudinal são apresentados no Anexo II-13.

Ao longo da secção inicial do traçado, a estrada proposta segue trilhos já existentes, que irão requerer melhoramentos. A secção final, próxima da unidade de processamento, irá atravessar terrenos mais acidentados, o que exigirá trabalhos de terraplenagem e o controlo da gestão de águas superficiais (de modo a reduzir o transporte de sedimento para o rio Covas, localizado imediatamente a jusante).

Neste traçado será necessária uma ponte sobre o Rio Beça. Devido à proximidade ao rio Covas, numa extensão de cerca de 4 km, será necessário um plano detalhado de gestão para reduzir o transporte de sedimentos para o rio, consistindo em drenos de águas superficiais, pequenos desvios, barreiras de silte e estruturas/bacias de controlo de sedimentação.

É provável que o trânsito na estrada não seja visível nas aldeias existentes, pois o traçado localiza-se, na sua maioria, em vales encaixados.

6.1.6. Comparação de custos de capital

O Quadro II.16 apresenta um resumo dos principais itens de construção. Todo o material escavado excedente será utilizado na construção de bermas de segurança ou outras infraestruturas rodoviárias de transporte ou será transportado e armazenado numa das instalações de resíduos (Aterros), podendo ser utilizado no processo de construção ou de reabilitação.

Com base nesses volumes, foram estimados custos preliminares para cada opção. Os custos estão resumidos no Quadro II.17.

Quadro II.16 - Principais quantidades da construção.

Item	Unidade	Quantidade	
		Opção 1	Opção 2
Escavação	m ³	210 000	480 000
Enchimento	m ³	140 000	60 000
Bruto	m ³	70 000 (Excesso de escavação)	420 000 (Excesso de escavação)
Comprimento	m	10 600	8 000
Área de afetação 2D	m ²	175 000	165 000
Área de afetação 3D	m ²	200 000	200 000
Travessias de rios	Item	N/A	1

Quadro II.17 - Comparação preliminar de custos das opções.

Item	Valor [€]	Unidade	Custo Estimado de Terraplenagem	
			Opção 1	Opção 2
Escavação de solo 10%	2,43 €	m ³	0,05 M€	0,12 M€
Escavação de rocha 90%	8,33 €	m ³	0,42 M€	3,10 M€
Escavação e enchimento de solo	3,82 €	m ³	0,08 M€	0,19 M€
Escavação e enchimento de rocha	9,72 €	m ³	1,16 M€	0,12 M€
Empréstimo + enchimento	2,18 €	m ³	0	0
camada de desgaste	6,02 €	m ³	0,11 M€	0,07 M€
Ponte	2 315 000 €	Item	0	2,31 M€
Desmatização	0,24 €	m ²	0,05 M€	0,05 M€
TOTAL			1,85 M€	6,0 M€

6.1.7. Travessias de rios

Será necessária uma ou duas pontes para permitir a travessia de rios, dependendo da opção selecionada. Uma ponte será construída como parte do traçado da Estrada de Acesso Este (se selecionado), atravessando o Rio Beça. A outra ponte será construída no rio Covas (comum em ambas as opções de acesso), como parte da construção da estrada interna de transporte de material necessárias para transferir para a lavaria a mineralização extraída nas cortas do NOA e Reservatório.

A localização da travessia proposta, juntamente com a localização das pontes existentes que cruzam os rios Covas e Beça são mostradas na Figura II.52.

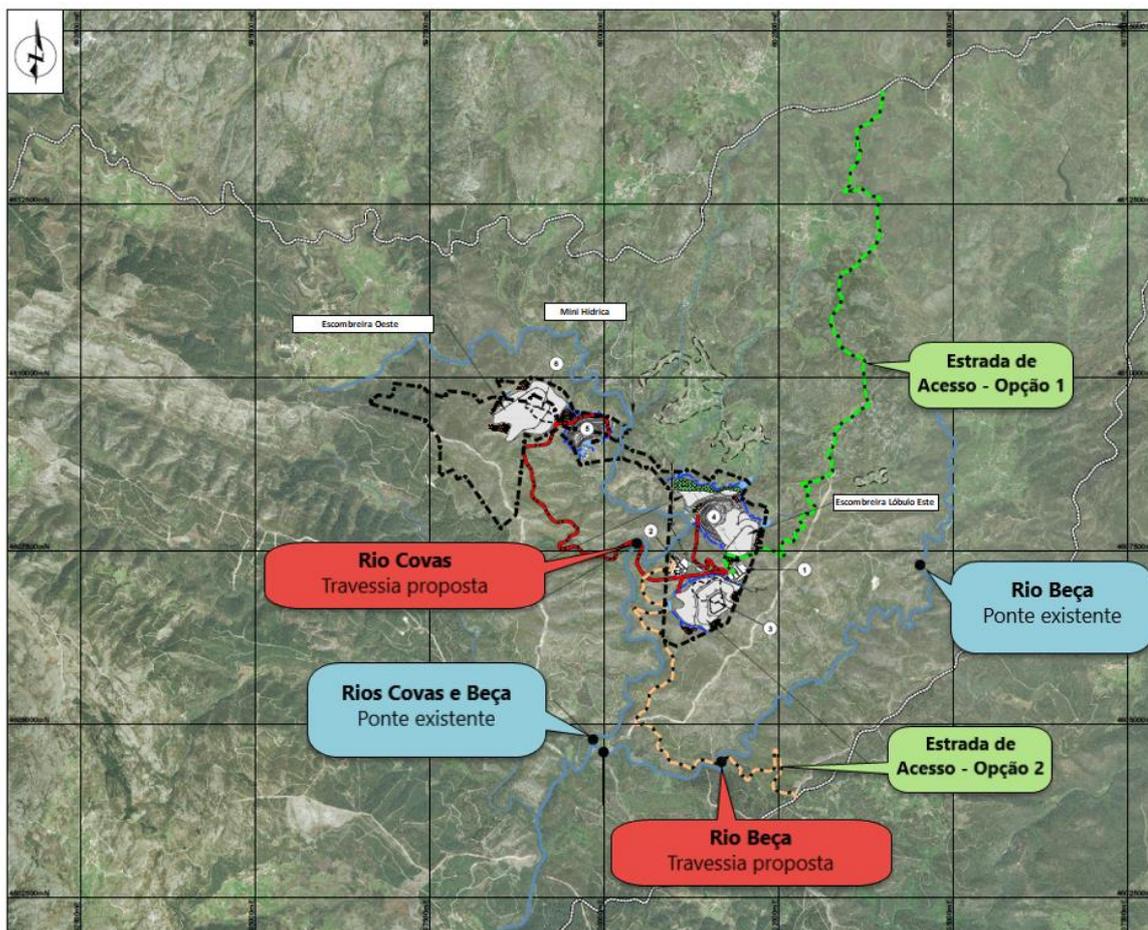


Figura II.52 - Localização das Travessias Existentes e Propostas.

O projeto conceptual da ponte tem um vão de 25 m entre os dois encontros, com uma largura de 15,8 m. A ponte terá acesso bidirecional (duas faixas de rodagem) para camiões rodoviários até 60 t (estrada de acesso ao exterior) e de faixa única para *dumpers* (no acesso às cortas do NOA e do Reservatório). A ponte incluirá barreiras de segurança adequadas para o tráfego pesado.

A superestrutura (tabuleiro) da ponte está assente em dois muros de encontro de betão armado, que por sua vez são suportados por estacas e seguros ao aterro com ancoragens. Nenhuma das pontes possui pilares ou estacas dentro dos rios. Os detalhes típicos da ponte são apresentados nas figuras seguintes.

O desenho da ponte e a sequência de construção tiveram por base a redução dos impactes sobre os rios Beça e Covas. Não estão planeados quaisquer trabalhos de terraplenagem nas margens e áreas de inundação dos rios. Todas as atividades de construção serão realizadas nos encontros.

Nas figuras 2.5.5. a 2.5.8. do Anexo II-37, encontram-se as representações gráficas das pontes a implantar.

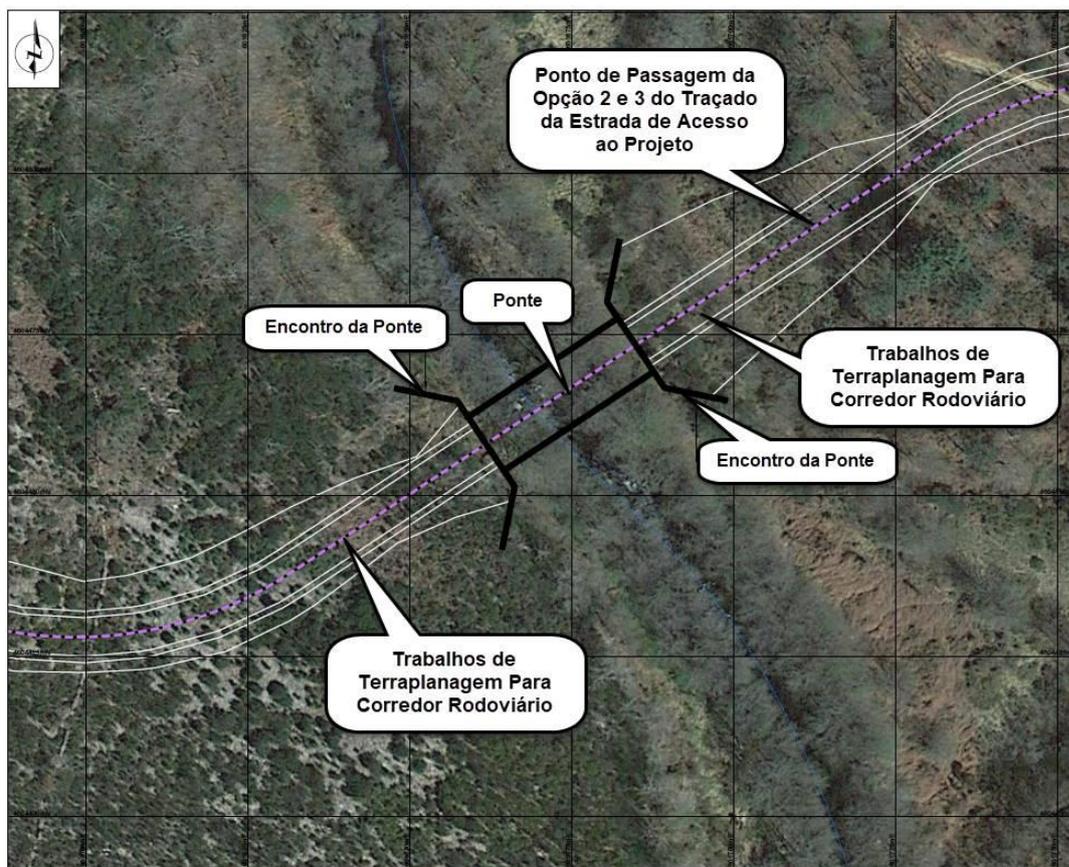


Figura II.53 - Desenho do traçado da estrada e da ponte para atravessar o Rio Beça.



Figura II.54 - Ponto de travessia proposto para o Rio Beça.



Figura II.55 - Ponto de travessia proposto para o rio Covas.

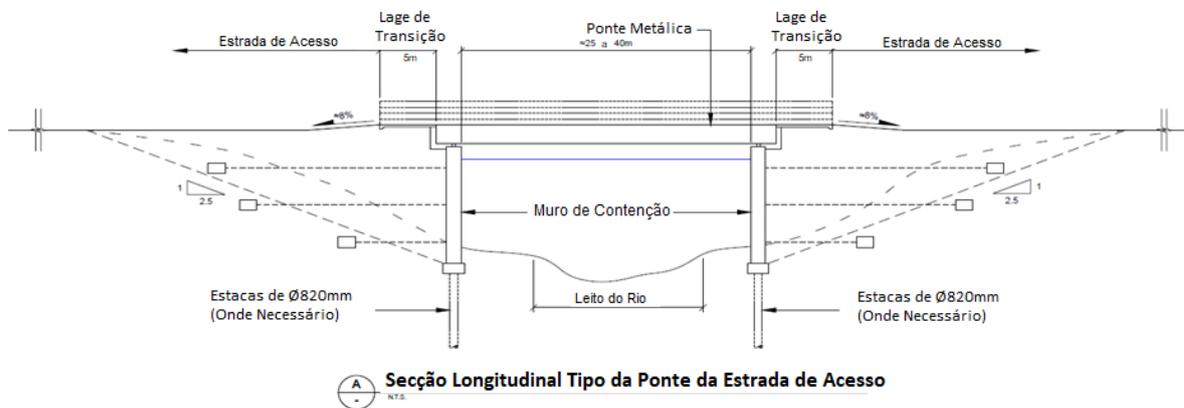


Figura II.56 - Secção longitudinal da construção da ponte.

Serão utilizadas bacias de decantação (sedimentação) e dispositivos de intercepção (por exemplo, barreiras de silte) durante a construção, para controlar a carga de sedimentos transportada para os rios.

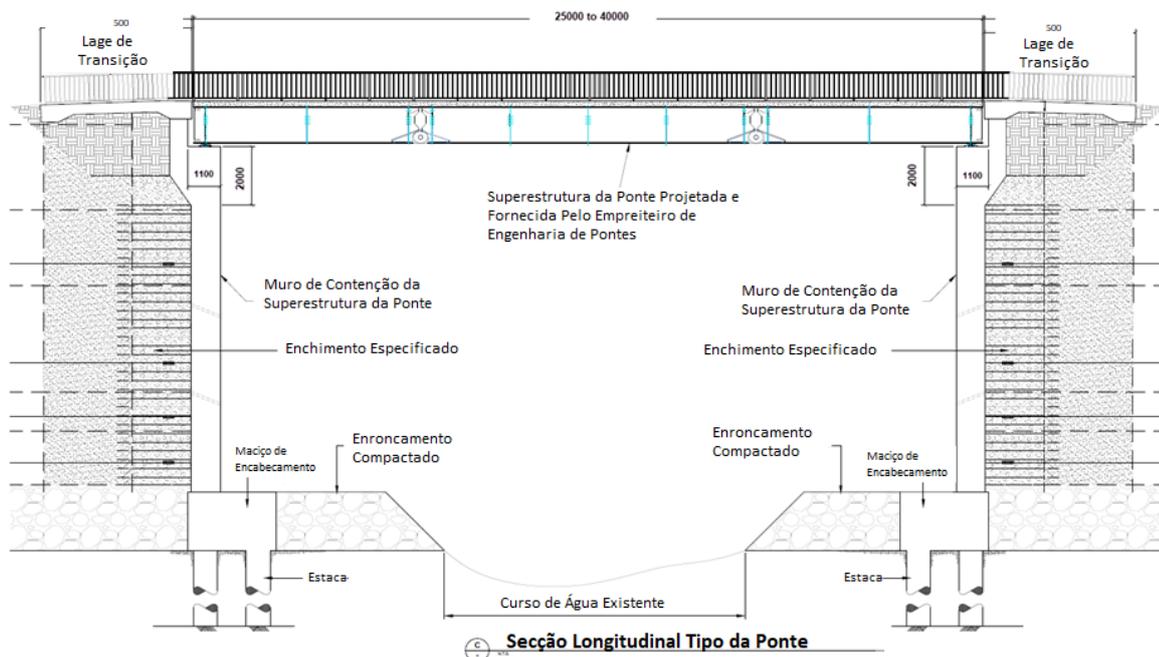


Figura II.57 - Detalhe da secção longitudinal da construção da ponte.

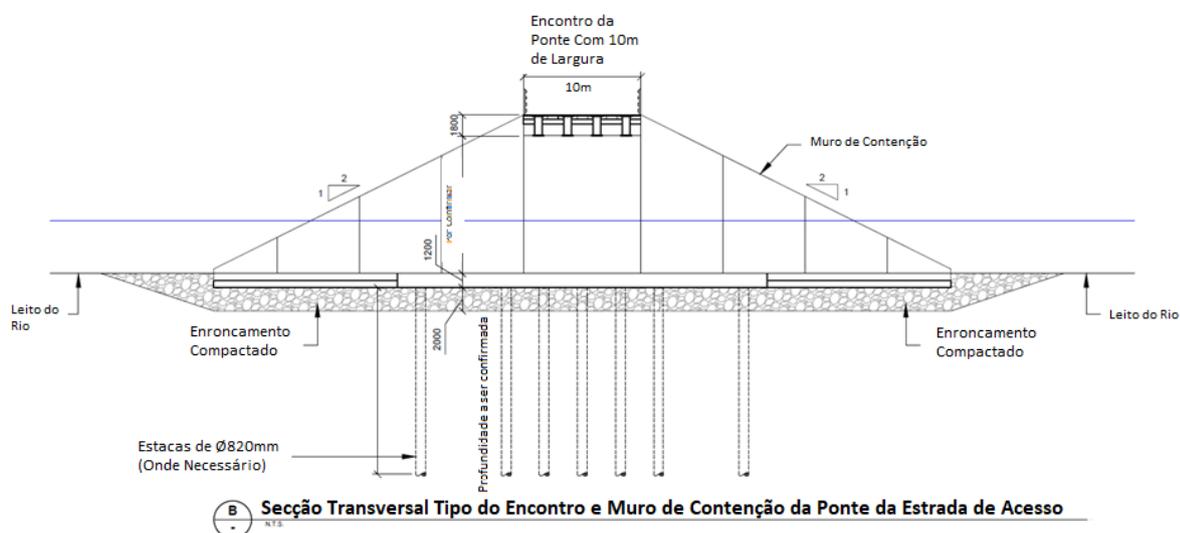


Figura II.58 - Secção transversal da construção da ponte.

A sequência geral de construção é resumida da seguinte forma:

- Instalação de estruturas de controlo de sedimentos, incluindo bermas de desvio menores, canais de desvio menores, barreiras de silte e bacias de sedimentação nas margens do rio.
- Escavação da estrada de acesso à área de construção, de ambas as margens, seguindo o traçado a os gradientes do desenho conceptual.

- Construção de uma plataforma de terra a partir de enchimento especificado selecionado para acomodar o equipamento de instalação da estacaria.
- Instalação de estacas: Estacas de betão armado produzidas *in situ* serão utilizadas quando as condições do terreno não são favoráveis. O acesso para a obra de estacaria será feito a partir de cada encontro sem ser necessário intervencionar as margens do rio.
- Instalação do maciço de encabeçamento: um maciço de encabeçamento de betão armado será instalado sobre o grupo de estacas para fornecer o suporte para os encontros da ponte.
- Construção do encontro/muros de contenção: Um muro de contenção em betão armado será construído sobre o maciço de encabeçamento. Os encontros/muros de contenção serão seguros com fiadas de ancoragens, localizadas no enchimento especificado selecionado, colocado em camadas controladas em cada encontro.
- No tardo de cada muro do encontro, existe uma camada de drenagem composta por gravilha e areia para evitar o aumento da pressão hidrostática.
- Enchimento dos encontros e instalação dos blocos de ancoragem: Os encontros da ponte serão construídos a partir de material de enchimento especificado selecionado, disponível no local, e aterrado até os níveis correspondentes à construção dos encontros. Após a conclusão das operações de enchimento, os aterros são cobertos por uma espessa camada de proteção de rochas e gabões para reduzir a erosão durante eventos de cheia.
- Instalação do tabuleiro compósito, transição e barreiras: O tabuleiro é composto por vigas de aço apoiadas nos muros dos encontros, com uma cobertura de betão armado, construída *in situ*. O acesso para instalar o tabuleiro da ponte será efetuado a partir de cada encontro.

6.1.8. Construção e gestão da estrada

A intenção do desenho conceptual de todos os trabalhos de terraplenagem necessários para desenvolver o projeto é controlar o escoamento de águas superficiais e proporcionar o controlo de sedimentos para todas as áreas intervencionadas, conforme resumido seguidamente:

- Intercetar o escoamento superficial da precipitação das áreas perturbadas pelas atividades de construção e exploração. Tal será alcançado com uma série de canais, drenos pouco profundos e bermas baixas que direcionarão a água para as estruturas de contenção.
- As estruturas de contenção serão estrategicamente localizadas e concebidas de forma a gerir o fluxo resultante de tempestades, de modo controlado.
- As estruturas serão projetadas para reduzir o seu impacto nos regimes de escoamento existentes. Por exemplo, todas as descargas no rio Covas (a ocorrer apenas perante eventos extremos de pluviosidade) ocorrerão perto ou no ponto de descarga natural da bacia hidrográfica original e os caudais não serão significativamente alterados em relação às condições de existentes antes das operações mineiras.
- Todas as tentativas de contenção de sedimentos intercetados pelo sistema serão realizadas antes da descarga nos principais sistemas fluviais, que ocorrerá apenas no caso de um evento de

pluviosidade extremo, onde seja atingida a capacidade máxima de armazenamento de água. Água de baixa qualidade, como por exemplo as descargas das cortas, serão direcionadas para sistemas de tratamento de água para sua utilização como água de processo na unidade de processamento.

- O escoamento das bacias hidrográficas não perturbadas será separado do escoamento superficial das áreas intervencionadas.

As estradas de acesso e as estradas internas de transporte de material irão ser construídas como parte do desenvolvimento inicial do projeto e irão proporcionar o acesso para a construção, processamento e para as atividades de exploração.

A construção das estradas será realizada utilizando métodos padrão de terraplenagem em construção, sendo que a maior parte do traçado da estrada será predominantemente feito por escavação, devido à topografia acentuada e à possível instabilidade dos taludes de enchimento. Espera-se que os taludes de escavação sejam formados maioritariamente em rocha competente, e a estabilização dependerá da especificação dos taludes apropriados determinada no local à medida que as condições *in situ* forem expostas.

Para as áreas limitadas de escavação em solo, estas serão escavadas com um ângulo de talude apropriado, modeladas e vegetadas para manter um talude estável, reduzir o escoamento superficial de sedimentos e os impactos visuais. O material escavado nos traçados das estradas será utilizado para a construção das barreiras de terra, que fazem parte das medidas planeadas de controlo visual das zonas intervencionadas em relação às localidades (a norte).

As estradas de acesso terão duas faixas adequadas a camiões rodoviários, para a expedição de produtos e para a movimentação dos trabalhadores, equipamento, combustível e consumíveis, e a *dumpers* articulados (transporte da mineralização para a unidade de processamento).

Existirão bermas de segurança nas secções de topografia acidentada do traçado, de forma a reduzir o risco de despiste dos veículos.

As estradas serão revestidas com uma camada de desgaste de gravilha, que estará continuamente sob manutenção por uma frota de terraplanagem civil (niveladora, cilindro, escavadora giratória e camião de rega de caminhos) para manter a geometria da estrada, controlar o escoamento superficial da precipitação e reduzir as emissões das poeiras.

O escoamento superficial da precipitação dos traçados das estradas será intercetado por drenos, bermas e canais de gestão das águas superficiais. O escoamento superficial será direcionado para estruturas localizadas de controlo de sedimentos para sedimentação antes de seguir o seu curso natural.

Serão implementados procedimentos operacionais para as estradas de acesso para garantir uma utilização segura e que as interações entre veículos ocorram de forma segura e controlada. As seguintes ações serão implementadas como parte do procedimento de operação em segurança das estradas:

- Inspeções diárias (2 por dia) da estrada pelo supervisor de turno da lavaria
- Inspeção semanal da infraestrutura da ponte

- Procedimento para fechar o acesso rodoviário durante períodos de forte precipitação
- Inspeção e avaliação imediatas das condições da estrada após um período de forte precipitação
- Desenvolver um cronograma para a manutenção da infraestrutura da estrada e de drenagem
- Manutenção de sinalização rodoviária e dos refletores de segurança
- Implementar um protocolo de comunicação para o acesso rodoviário que inclua sinalética apropriada para os pontos de comunicação requeridos

6.1.9. Estradas internas de transporte de material

Duas estradas internas de transporte de material serão construídas entre as infraestruturas de exploração para permitir a transferência de mineralização e estéril extraídos dentro da área da mina. Uma estrada irá ligar as áreas de extração do Reservatório e NOA à lavaria e a outra estabelecerá a ligação entre a área da corta do Grandão à unidade de processamento. Outras estradas de menor dimensão ligam a lavaria à Escombeira Sul (corta Pinheiro) e a estrada interna Este-Oeste à Escombeira Oeste. As Figura II.59 e Figura II.60 mostram a localização dos traçados planeados das estradas internas de transporte de material.

As estradas internas foram desenhadas e serão construídas utilizando os mesmos critérios e métodos de desenho que as estradas principais de acesso ao projeto, com a exceção da instalação de uma berma de terra continua mais elevada, utilizado como berma de segurança para impedir o despiste dos grandes *dumpers*.

A extração no Reservatório e no NOA começará no ano 8 da operação do projeto, pelo que será necessária, a partir deste ano, uma estrada interna que ligue a lavaria a essas áreas. A estrada proposta para este efeito, segue trilhos existentes sempre que possível, mas foi desviada em vários locais para manter os declives abaixo de 10% ou situar a estrada no lado oeste de uma linha de cumeeira, de forma a restringir a sua visibilidade e a geração de ruído às aldeias de Covas do Barroso e de Romainho. A estrada que liga o Reservatório e lavaria irá requerer a travessia do rio Covas através de uma ponte. Os detalhes sobre a travessia do rio e o desenho conceptual da ponte constam no capítulo 6.1.7.

Foi avaliada com detalhe apenas uma opção para a estrada interna que liga as áreas de extração do Reservatório e do NOA à lavaria. Foram investigadas opções alternativas, no entanto, devido às restrições impostas pela topografia acentuada do terreno ou pela proximidade das áreas das aldeias resultaram em opções inviáveis.

Para limitar o movimento do tráfego noturno na estrada de transporte do Reservatório para a lavaria, o transporte de mineralização das cortas do Reservatório e do NOA para a lavaria ocorrerá apenas durante o dia. A mineralização que é extraída à noite será armazenada na entrada da mina, onde será recarregada em *dumpers* no seguinte dia e transportada para a lavaria. Assim sendo, operando apenas durante dia, serão necessárias em média 45 viagens por dia (entre as cortas do Reservatório/NOA e a lavaria), o que corresponde a uma frequência de passagem de um *dumper* a cada 17 minutos, para assegurar o fornecimento de material para a lavaria.

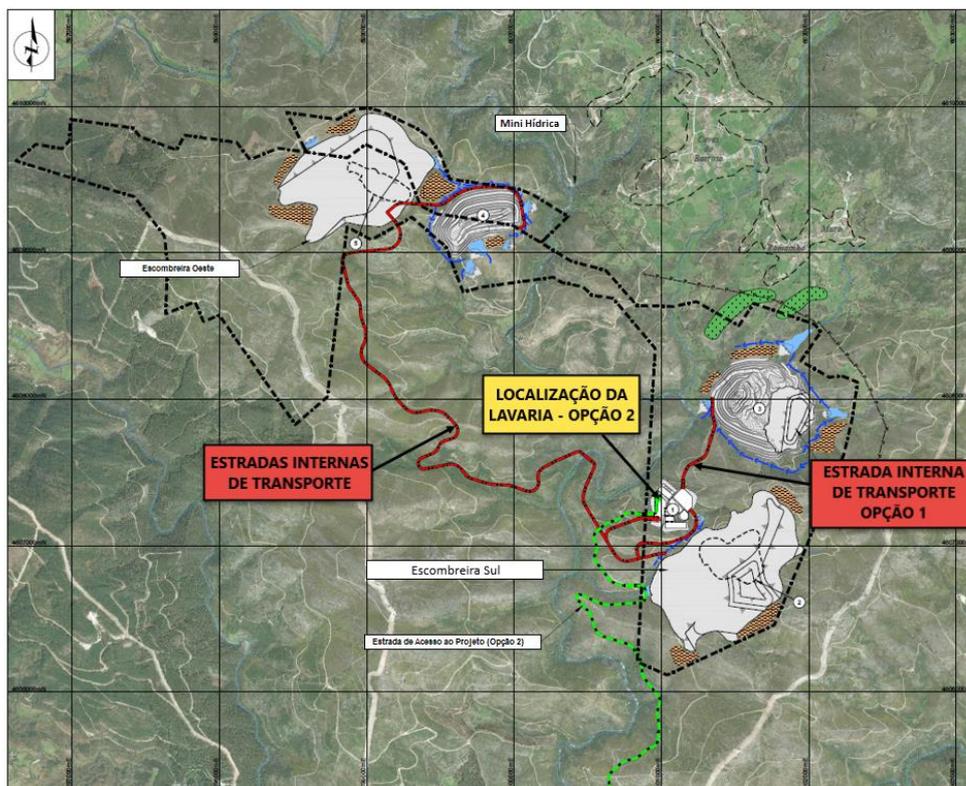


Figura II.59 - Localização da opção 1 da estrada interna de transporte de material do projeto.

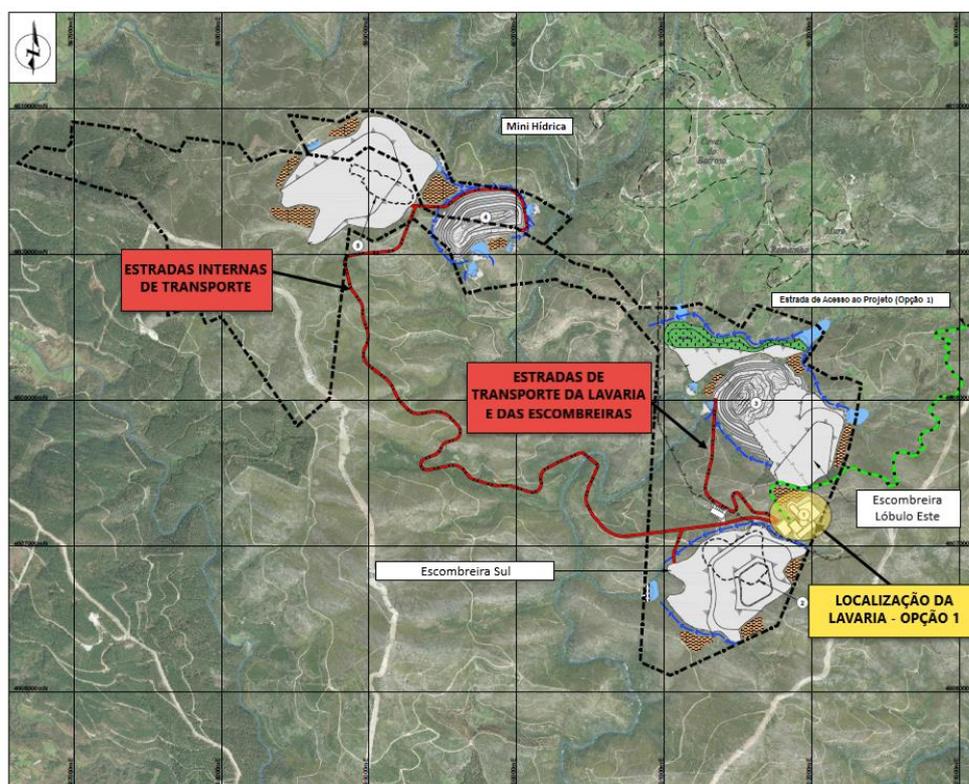


Figura II.60 - Localização da opção 2 da estrada interna de transporte de material do projeto.

Também será necessária uma estrada interna que ligue a área de extração do Grandão às opções da lavaria. O traçado segue trilhos existentes desde o ponto de saída da corta (Quadro II.18). O traçado da estrada depende da opção selecionada para a lavaria. Com a opção 2 da lavaria, a estrada segue as curvas de nível para a opção 2 da lavaria. Se a opção 1 da lavaria for selecionada, a estrada segue inicialmente ao longo de um vale antes de subir, para a lavaria por uma secção de estrada sinuosa. Serão necessários alguns desvios aos trilhos existentes, em determinados pontos, para manter os gradientes da estrada abaixo de 10%.

Quadro II.18 - Resumo dos valores das estradas de transporte interno.

Item	Unidade	Quantidade			
		Opção 1		Opção 2	
		Cortas Oeste para a lavaria	Grandão para a lavaria	Cortas Oeste para a lavaria	Grandão para a lavaria
Escavação	m ³	1 160 000	140 000	1 070 000	180 000
Enchimento	m ³	210 000	90 000	205 000	15 500
Bruto	m ³	950 000 (Excedente de escavação)	50 000 (Excedente de escavação)	865 000 (Excedente de escavação)	164 500 (Excedente de escavação)
Comprimento	m	7 600	1 425	7 200	720
Área de afetação 2D	m ²	305 000	65 000	290 000	41 000
Área de afetação 3D	m ²	350 000	70 000	335 000	48 000
Travessias de rios	Item	1	N/A	1	N/A
Altura ascendente	m	315	125	245	0
Altura descendente	m	245	0	255	5

6.1.10. Avaliação das opções da estrada de acesso

Como parte do processo de avaliação das opções de estradas de acesso e de todas outras infraestruturas, foi desenvolvida uma matriz de avaliação para classificar os vários traçados das estradas, com base em critérios específicos ponderados de acordo com a sua importância. A matriz de decisão foi dividida nas seguintes secções principais, com vários critérios, sendo cada secção avaliada e pontuada:

- Capital do Projeto/Custos de Desenvolvimento
- Aprovações ambientais e de Projeto
- Social e Comunidade
- Operacional
- Encerramento

Cada critério-chave é definido e ponderado, dependendo da sua importância para as partes interessadas e, em seguida, é dividido em vários itens específicos de "subcritérios" que podem ser comparados qualitativamente para cada opção (por exemplo, dentro do critério "Custos", os subcritérios podem incluir custos de capital iniciais, custos de operação, custos de reabilitação, etc.). Por sua vez, a cada item específico é atribuída uma ponderação dentro da secção de critério-chave com base nos riscos/impactos e desafios previstos na opção (por exemplo: o capital inicial tem uma ponderação mais elevada do que a atribuída aos custos de encerramento).

Para cada opção, os subcritérios são comparados qualitativamente para construir uma classificação dos critérios. As "melhores" opções obtêm uma pontuação mais elevada, enquanto que as "piores" opções obtêm uma pontuação mais baixa. O total é somado e as opções são classificadas de melhor (pontuação mais alta) a menos favoráveis (pontuação mais baixa).

De salientar que no processo de avaliação, a ponderação e a pontuação são qualitativas e destinam-se a fornecer orientações gerais sobre a opção preferida.

O Quadro II.19 apresenta um resumo dos resultados da pontuação. A matriz de decisão completa pode ser consultada no Anexo II-12.

Quadro II.19 - Matriz de avaliação das opções da estrada de acesso.

Critérios de Avaliação	Fator de ponderação	Opção 1		Opção 2	
		Valor	Posição	Valor	Posição
	%	Valor	Posição	Valor	Posição
Custo	20	1000	1	400	2
Ambiental	14	406	1	168	2
Social	50	212	2	860	1
Operacional	15	378	2	501	1
Encerramento	1	50	1	10	2
TOTAL	100	2046	1	1939	2

Com base na avaliação, são retiradas as seguintes conclusões:

- A opção 1 seria a estrada de acesso mais direta a ser construída, refletida nos menores custos estimados de construção e operação. No entanto, como este traçado resultará num aumento considerável do tráfego próximo às aldeias de Covas do Barroso, Romainho e Muro, esta opção provavelmente seria considerada penalizada devido aos impactes sociais.
- A opção 2 da estrada de acesso ao projeto é adequada apenas à opção 2 da unidade de processamento (lavaria).
- A opção 2 seria considerada a preferida com base nas diferenças de gradientes / altitude ao longo do traçado e na sua localização remota relativamente às aldeias existentes. No entanto, os problemas de construção associados ao terreno rochoso de topografia acentuada e à proximidade ao rio Covas tornarão esta opção a mais cara e desafiadora para desenvolver, manter e operar.

- Serão necessárias uma ponte e a construção de algumas secções novas de estrada para a opção 2, enquanto que para a opção 1 não é necessária uma travessia sobre o rio.

6.2. OFICINA DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS

O edifício da oficina de equipamentos móveis irá ser constituído por uma área coberta para manutenção e revisão de equipamentos móveis pesados utilizados na operação mineira, tais como *dumpers*, niveladoras, buldózers e escavadoras giratórias. Também irá abranger uma área coberta para o fabrico, reparação e manutenção mecânica e elétrica de maquinaria e equipamentos. A área da oficina também inclui uma área pavimentada impermeabilizada para estacionamento de equipamentos e para armazenamento de combustível e pneus.

Na área de armazenamento de combustível estarão dois tanques, que assegurarão o depósito de combustível da oficina, cada um com 9 m de comprimento e 2,5 m de largura.

A capacidade da bacia de retenção de cada depósito de combustível a instalar terá em conta os n.º 5 e n.º 6, artigo 8º, do Decreto-lei n.º 131/2002, de 9 de fevereiro, que aprova o Regulamento relativo à construção e exploração de postos de abastecimento de combustível, assegurando que:

- Os reservatórios de gasóleo superficiais e todos os seus componentes devem estar colocados em bacias de retenção pavimentadas, de paredes impermeáveis, que possam estancar e recolher quaisquer derrames dos reservatórios nele contidos.
- A capacidade da bacia de exploração referida anteriormente será igual a 50 % da capacidade do cisterna.
- No local das cisternas não existirá combustível ou outros materiais estranhos à sua operação.

A área necessária para a oficina e para a área pavimentada terá 100 m de comprimento por 60 m de largura. A Figura II.61 mostra um plano da disposição das áreas da oficina. A oficina de equipamentos móveis terá escritório e equipa administrativa separados do restante pessoal e equipa da mina.

A oficina será uma área coberta para manutenção e revisão de equipamentos utilizados na lavaria, bem como veículos como guas, *dumpers*, empilhadores e veículos ligeiros. Também irá abranger uma área coberta para o fabrico, reparação e manutenção mecânica e elétrica de maquinaria e equipamentos. O armazém estará munido com áreas de armazenamento de ferramentas e peças menores e uma área coberta para limpeza e lavagem de veículos e equipamentos. Na Figura II.62 apresentam-se os alçados preconizados para a oficina.

A localização da oficina de equipamentos móveis depende da seleção da localização da lavaria. A oficina estará melhor localizada se estiver adjacente à estrada principal de transporte de material, que se liga à lavaria, uma vez que a maioria dos equipamentos que necessitam de manutenção são os *dumpers*, que irão passar continuamente por este local (ver plantas no Anexo II-38).

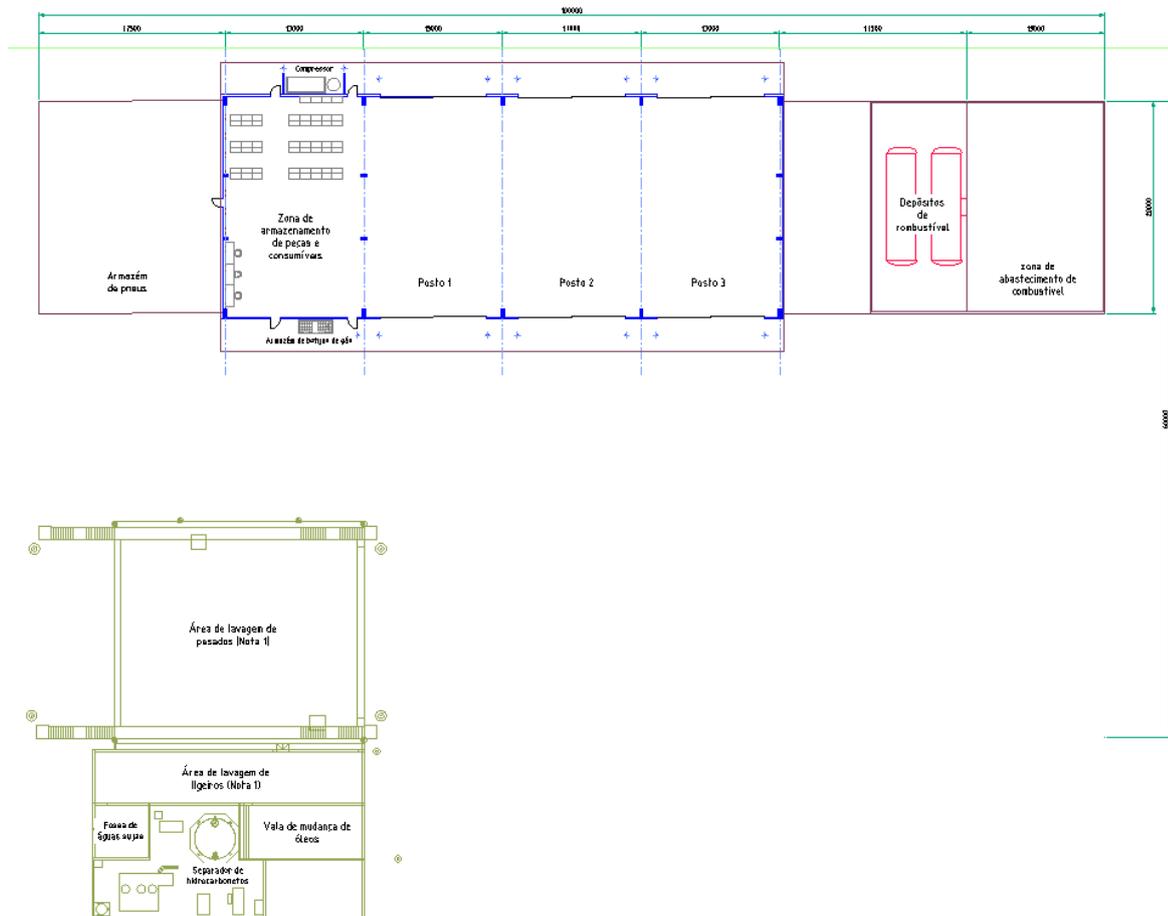


Figura II.61 - Disposição e planta da Oficina de Equipamentos Móveis.

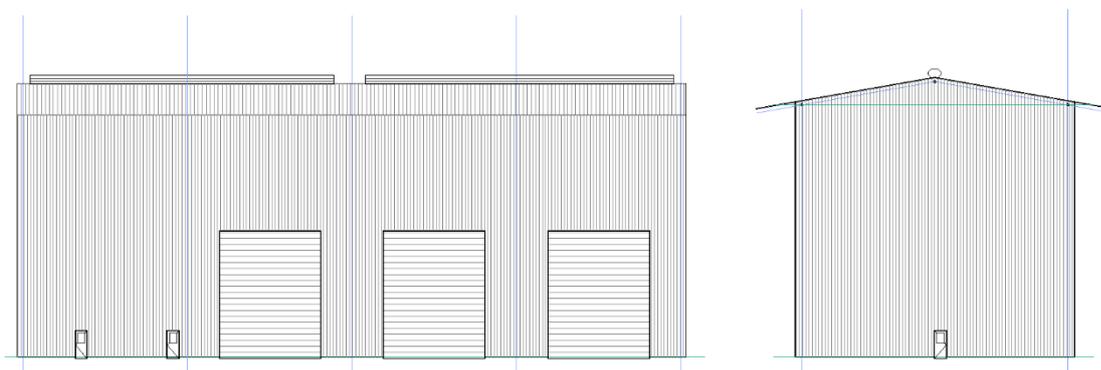


Figura II.62 - Vistas Frontal e Lateral da Oficina de Equipamentos Móveis.

Na Opção 1 da lavaria, a oficina está localizada a cerca de 500 m a Oeste, numa área mais plana. Na Opção 2 da lavaria, a oficina localiza-se diretamente ao lado do patamar do stock de mineralização bruta e da unidade de processamento. A Figura II.63 mostra as localizações proposta das duas áreas.

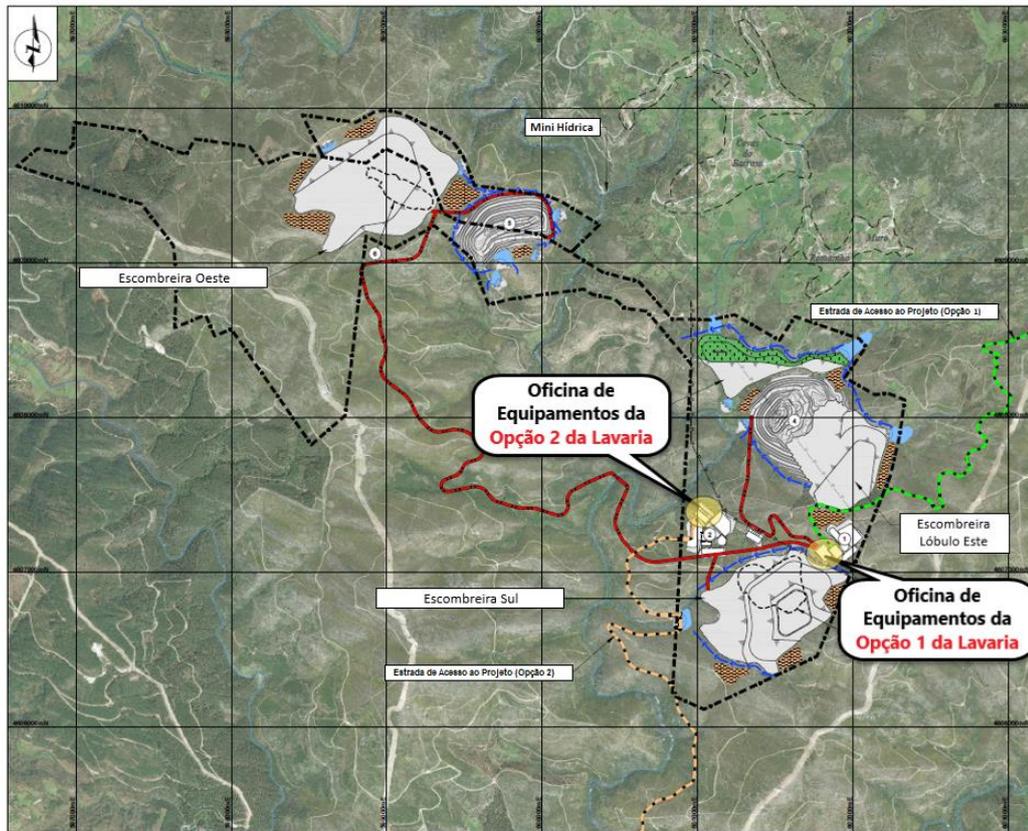
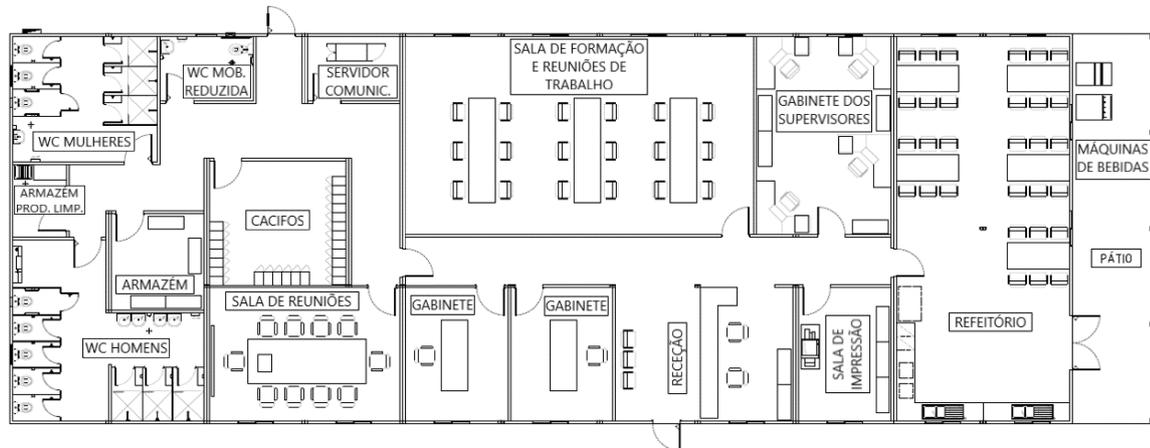


Figura II.63 - Localização da Oficina de Equipamentos Móveis.

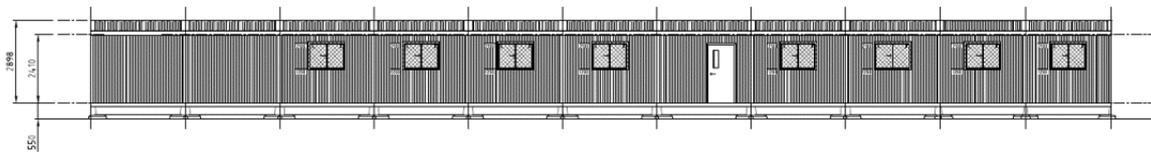
6.3. ESCRITÓRIO DE ADMINISTRAÇÃO E APOIO

A Figura II.64 apresenta a disposição preliminar do edifício administrativo. O edifício será composto por escritórios para a gestão e administração do pessoal de operações, sanitários, vestiários, refeitório, salas de reunião, salas de servidores e tecnologias de informação e outras infraestruturas para apoiar as operações.

Este edifício de operação da Mina do Barroso localiza-se no local da lavaria (Figura II.65), tendo no geral uma disposição comum para todas as alternativas.



PLANTA



VISTA FRONTAL

Figura II.64 - Disposição do Edifício de Administração.

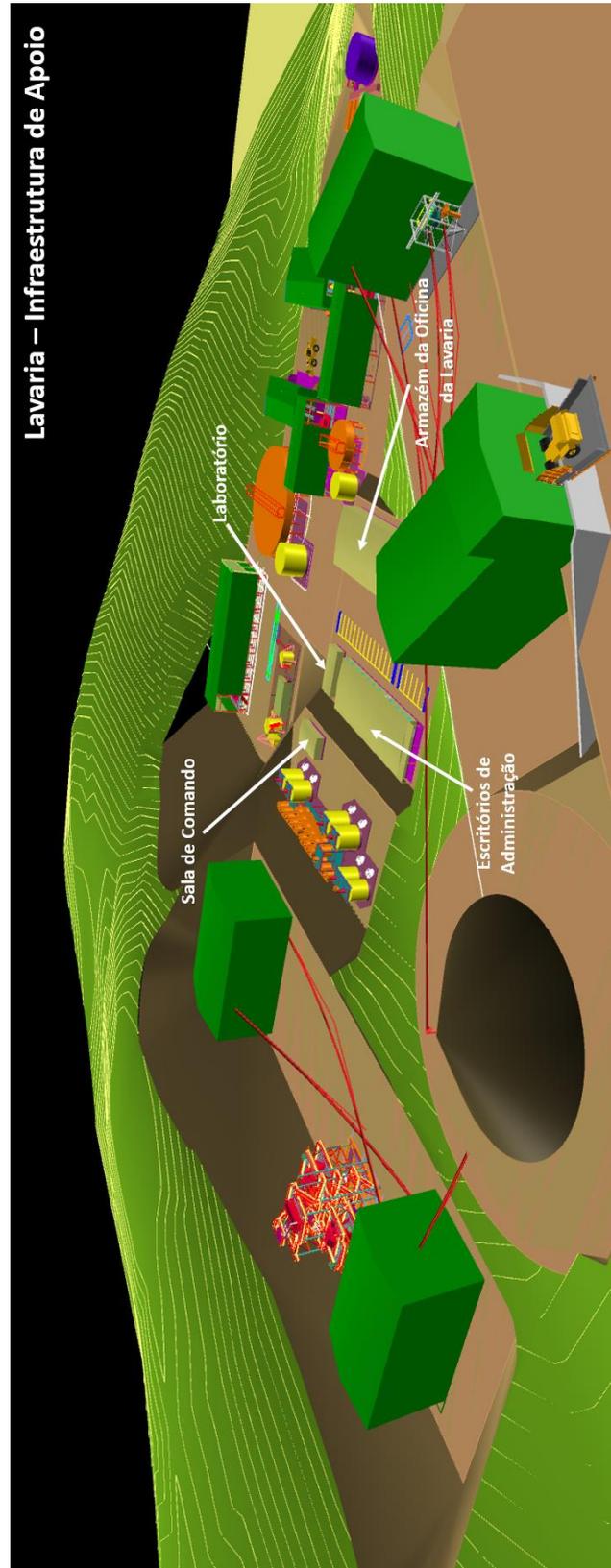


Figura II.65 - Localização do Edifício de Administração.

7. EXPLORAÇÃO

7.1. ENQUADRAMENTO

Este Plano de Lavra é apresentado em fase de Estudo Prévio, contemplando três alternativas de execução do projeto. As alternativas foram estabelecidas com a garantia que qualquer uma é técnica e economicamente viável.

A exploração subterrânea foi equacionada inicialmente, tendo sido descartada por não ser economicamente viável (Anexo II-14).

Uma vez que a localização dos jazigos e respetivas cortas não é passível de realocação, as alternativas distinguem-se maioritariamente por:

- Localização dos acessos ao exterior;
- Localização da Lavaria e instalações de apoio;
- Localização das instalações de resíduos;
- Sequência de exploração das cortas.

Em termos sucintos podem-se caracterizar as três alternativas de acordo com as figuras seguintes.

Alternativa 1

Esta alternativa caracteriza-se por implantar as instalações de resíduos o máximo possível no interior das cortas. Assim, as cortas do Pinheiro e NOA serão completamente tapadas, sendo a corta do Grandão parcialmente aterrada. Todas as instalações de resíduos terão apenas estéreis (rocha extraída sem qualquer transformação), com exceção da Escombreira Sul que também receberá os rejeitados da lavaria. A instalação de resíduos Escombreira Norte terá também a função de cortina visual e acústica, sendo a primeira a ser construída. A lavaria ficará a NE da corta Pinheiro e o caminho para o exterior da mina terá um percurso para Norte a partir da Lavaria. A linha elétrica existente terá uma proposta de novo troço (desvio) por Oeste da corta Grandão.

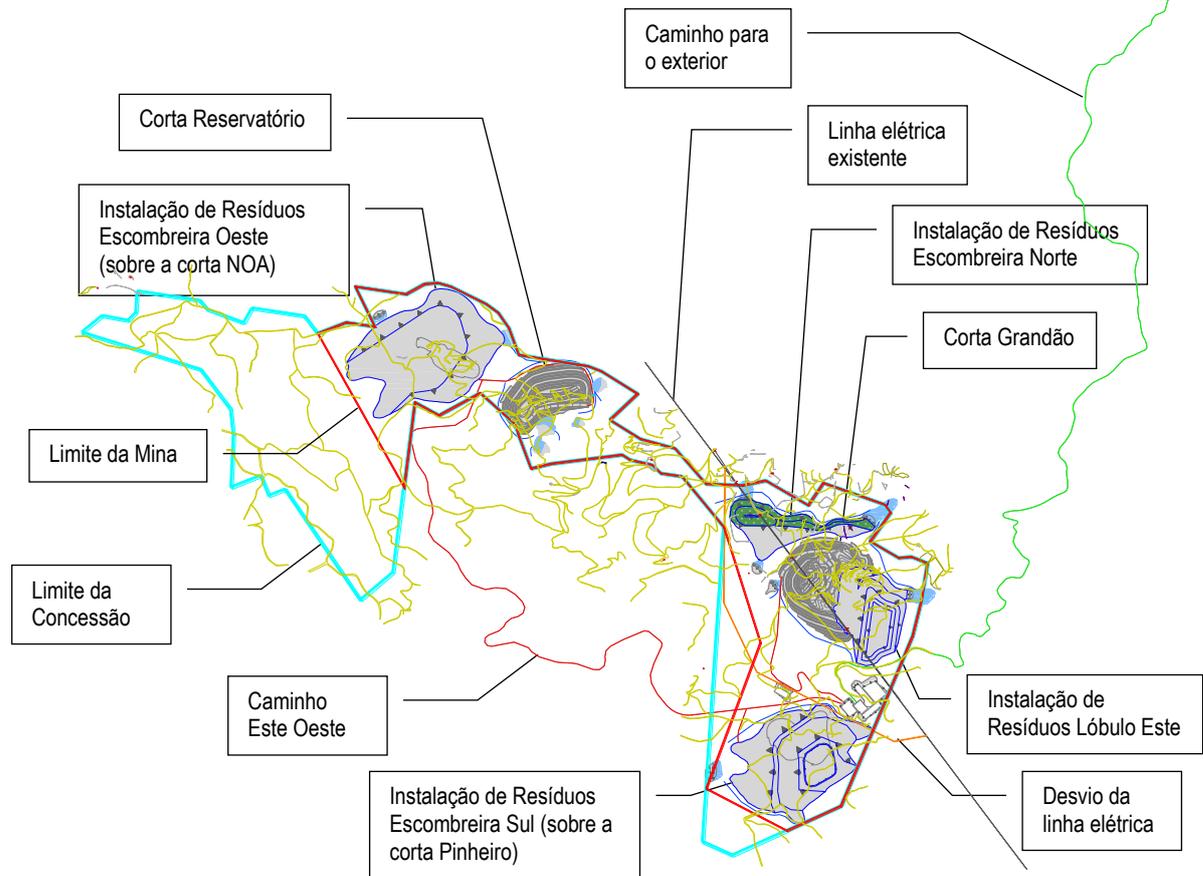


Figura II.66 – Esquema da mina na Alternativa 1.

A sequência de exploração desta Alternativa 1 é iniciada no Grandão, explorando-se o Pinheiro ao mesmo tempo, a partir do 3º ano de exploração, seguindo-se o NOA e finalmente o Reservatório (Quadro II.30).

Alternativa 2

A sequência de exploração desta alternativa é iniciada no Pinheiro, iniciando-se o Grandão logo de seguida. Dois anos antes da exploração do Grandão terminar, inicia-se a do NOA (que dura 2 anos) e cerca de 1,5 anos depois inicia-se a do Reservatório (Quadro II.31).

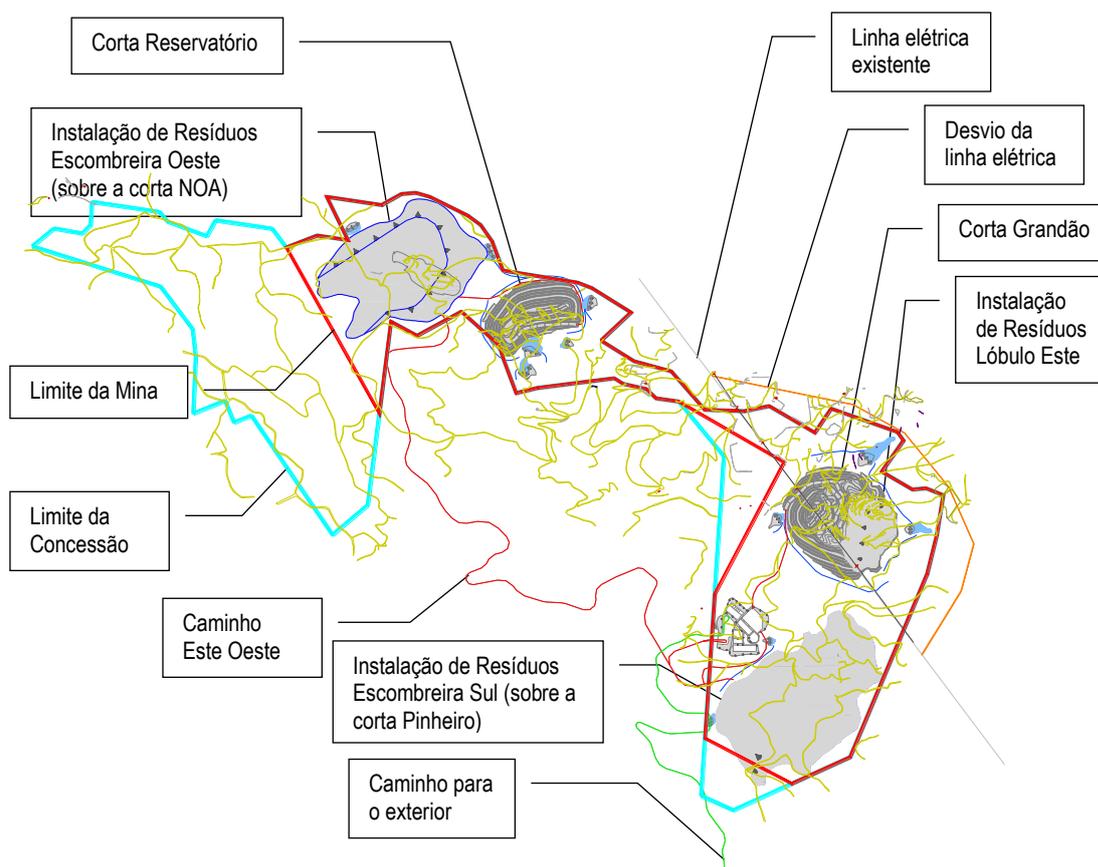


Figura II.67 – Esquema da mina na Alternativa 2.

Esta Alternativa 2 caracteriza-se por implantar a lavaria a NW da corta Pinheiro e o caminho para o exterior da mina terá um percurso para Sul e Sudeste a partir da Lavaria. A linha elétrica existente terá uma proposta de novo troço (desvio) por Este da corta Grandão. As instalações de resíduos sobrepõem-se às cortas de Pinheiro e NOA, bem como parcialmente no Grandão. Todas as instalações de resíduos terão apenas estéreis (rocha extraída sem qualquer transformação), com exceção da Escombreira Sul que receberá os rejeitados da lavaria, além de estéreis. A Instalação de Resíduos Lóbulo Este será menor nesta alternativa em relação à anterior.

Alternativa 3

A sequência de exploração desta alternativa é iniciada no Pinheiro, iniciando-se o Grandão logo de seguida. Uns anos antes da exploração do Grandão terminar, inicia-se a do Reservatório e seguidamente a do NOA, terminando a exploração destas duas em simultâneo (Quadro II.32).

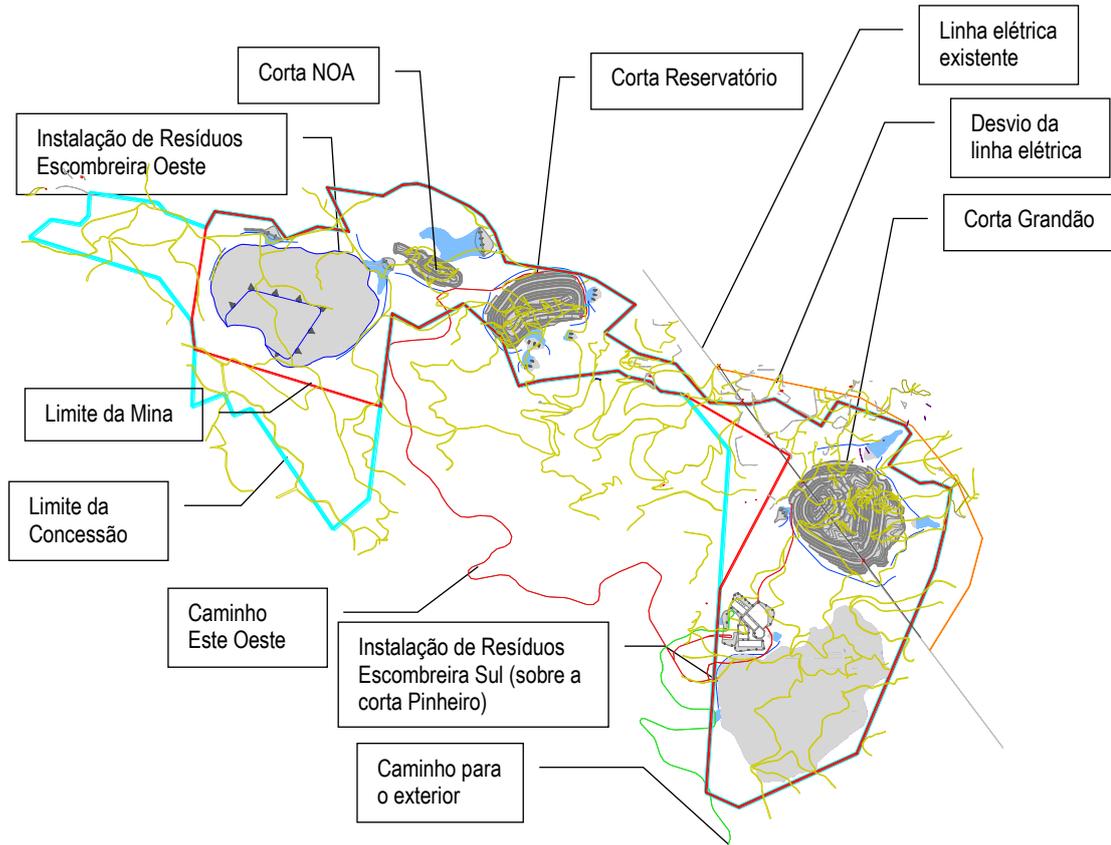


Figura II.68 – Esquema da mina na Alternativa 3.

A Alternativa 3 caracteriza-se por implantar a lavaria a NW da corta Pinheiro e o caminho para o exterior da mina terá um percurso para Sul e Sudeste a partir da Lavaria (idêntico ao definido na Alternativa 2). A linha elétrica existente terá uma proposta de novo troço (desvio) por Nordeste da corta Grandão. As instalações de resíduos não se sobrepõem às cortas, exceto à do Pinheiro. Todas as instalações de resíduos terão apenas estéreis (rocha extraída sem qualquer transformação), com exceção da Escombreira Sul que receberá os rejeitados da lavaria, além de estéreis.

7.2. ZONAMENTO DA ÁREA DA MINA

A mina terá um conjunto de áreas de acordo com as suas finalidades: áreas a manter e acessos, áreas de escavação, Lavaria e instalações de apoio, instalações de resíduos (escombreiras) e área de pargas. Os valores da área das várias zonas identificadas, para cada uma das três alternativas, estão descritas no Quadro II.20.

Quadro II.20– Áreas das diversas zonas que constituem cada alternativa de projeto.

Zonas		Áreas [m ²]		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Zonas sem intervenção		1 450 469	1 568 512	2 322 876
Acessos internos		71 000	69 500	73 200
Estruturas de desvio de água e decantação		130 000	130 000	130 000
Lavaria e Instalações de apoio		85 600	85 600	85 600
Área de escavação	Grandão [m ²]	359 241		
	Cota superior	620		
	Cota inferior	340		
	Pinheiro [m ²]	109 142		
	Cota superior	595		
	Cota inferior	460		
	Reservatório [m ²]	184 216		
	Cota superior	650		
	Cota inferior	465		
	NOA [m ²]	53 939		
	Cota superior	690		
	Cota inferior	610		
Instalações de Resíduos	Instalação de Resíduos Escombreira Sul	446 192	637 706	696 243
	Instalação de Resíduos Escombreira Oeste	544 215	544 215	573 475
	Instalação de Resíduos Lóbulo Este	228 918	107 345	—
	Instalação de Resíduos Escombreira Norte	166 221	—	—
Pargas		170300	188600	172000
Área afeta aos trabalhos		2 390 733	2 313 050	2 441 886
Área total da Mina (área de intervenção)		3 838 280	3 878 540	4 761 740
Área da Concessão de Exploração		5 933 871		

Assim, as áreas do projeto em apreço (ampliação da mina em 2020), possuem como principais tipologias de ocupação as constantes no quadro seguinte.

Quadro II.21 – Principais áreas envolvidas no projeto de ampliação da Mina do Barroso.

Ocupação	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Área de escavação [m ²]	706 538	706 538	706 538
Escombreiras definitivas* [m ²]	1 385 546	1 289 266	1 269 718
Instalações de apoio [m ²]	85 600	85 600	85 600
Área afeta aos trabalhos** [m ²]	2 390 733	2 313 050	2 441 886
Área da concessão [m ²]	5 933 871		

* existem escombreiras que se sobrepõe parcialmente com áreas de escavação.

** inclui pargas, estruturas de desvio de águas e acessos.

No caso da alternativa 1, as escombreiras Sul e Oeste vão tapar as cortas do Pinheiro e do NOA, respetivamente. Também a escombreira do lóbulo Este está parcialmente inserida na corta do Grandão.

A área de exploração diz respeito ao somatório das áreas das 4 cortas (áreas de escavação), enquanto que a área a intervencionar se refere a toda a área que vai ser ocupada ou afetada pela mina, incluindo nomeadamente acessos internos, estruturas de desvio de água e decantação, lavaria e instalações de apoio, áreas de escavação e escombreiras.

As zonas de defesa em relação aos prédios rústicos vizinhos e às linhas de águas de regime permanente, uma vez que o Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de Março, não define as distâncias de defesa, sempre que possível, foram atribuídas por analogia com base na Lei de Pedreiras, ou seja, no anexo II do Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de Outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 340/2007, de 12 de Outubro.

Globalmente, o zonamento da mina, nas suas três alternativas, encontra-se representado nas figuras 2.2.1. a 2.2.3 no Anexo II-34, bem como no Desenho 3A, Desenho 3B e Desenho 3C. As instalações anexas da mina, tanto as industriais como as de apoio, encontram-se representadas nas figuras do Anexo II-38.

Para além das zonas que compõem a área de intervenção do projeto existem zonas fora da área de intervenção, designadamente os acessos exteriores, que não estão incluídos no quadro anterior, mas podem ser observados no Desenho 1, Desenho 3A, Desenho 3B e Desenho 3C (para as diferentes alternativas).

No Anexo II-43 encontram-se as *shapefiles* do projeto ao longo dos primeiros 14 anos de vida (os anos 15 e 16 são para a desativação), mostrando a evolução anual da mina para cada alternativa, com o posicionamento das diversas estruturas.

7.3. CONFIGURAÇÃO DAS CORTAS

Os consultores Knight Piésold Limited (Knight Piésold) foram contratados pela Savannah para realizar o estudo de geotecnia das cortas a céu aberto (Grandão, Reservatório e NOA). No Pinheiro não foi feita uma avaliação geotécnica específica, devido à sua proximidade com o depósito do Grandão, tendo sido usados os mesmos critérios de projeto deste último. A avaliação detalhada das condições geológicas e geotécnicas foi conduzida e incluiu os dados fornecidos pela Savannah, informações de documentos e relatórios existentes e uma visita ao projeto, que incluiu a revisão das sondagens geotécnicas pelos engenheiros da Knight Piésold (Desenho 4 e Desenho 5).

Foram executadas especificamente para esta avaliação, oito sondagens carotadas orientadas, em vários locais de cada depósito, de forma a intercepar os taludes de escavação finais das cortas propostas. Através do exame e teste das carotes colhidas durante as sondagens, foi possível determinar qual o ângulo dos taludes de escavação que permite uma lavra segura das cortas. Cada carote foi descrita para identificar fraturas e quaisquer outras características que impactariam na estabilidade dos taludes. Seções de carotes foram testadas em laboratórios certificados para determinar a resistência do maciço rochoso. Este trabalho foi realizado sob a direção dos engenheiros geotécnicos da Knight Piésold, que compilaram um relatório abrangente, detalhando os procedimentos e as conclusões das suas investigações, e que consta no Anexo II-15.

De seguida é apresentado um resumo dos principais aspetos do relatório:

- Os taludes de escavação finais de todos os depósitos são constituídos por xisto com algum pegmatito nos taludes da corta do Grandão;
- As estruturas de pequena escala foram identificadas a partir de levantamentos acústicos televiewer (ATV) e de sondagens carotadas orientadas, tendo os dados disponíveis, embora limitados, sido aplicados a cada depósito;
- Foram determinados, para cada corta, os setores e respetivos domínios geotécnicos, dependendo da orientação e dos parâmetros geotécnicos dos taludes de escavação;
- Os parâmetros geotécnicos e o critério Hoek-Brown generalizado foram derivados da revisão dos dados geotécnicos disponíveis.
- Foi feito o desenho da configuração da escavação (bancadas e patamares), com base na análise cinemática e na capacidade das bancadas, e teve as seguintes conclusões:
 - O elevado risco de ocorrência de roturas planares e em cunha à escala da bancada, nos sectores 1 e 5 do Grandão, sectores 1, 3 e 5 do Reservatório e sector 1 do NOA, determinou ser necessário adotar uma menor inclinação das frentes de desmonte nestes sectores (o setores constam do Anexo II-15);
 - No desenho das bancadas de desmonte foi considerada uma altura de 20 m;
 - Foi definida como adequada uma largura de 8 m para os patamares das bancadas de desmonte em todos os setores, a fim de evitar 80 % de ocorrência de potenciais roturas em cunha ou planares.

As análises de estabilidade de taludes foram realizadas utilizando os métodos de elementos finitos, para determinar as recomendações dos parâmetros de desenho das cortas que conduzam a um fator de segurança adequado. Foi aplicada uma zona de perturbação de 50m a partir dos limites das frentes de desmonte da corta, para representar a perturbação resultante dos desmontes de produção e da descompressão das rochas circundantes. Foi considerado um perfil piezométrico conservador, localizado atrás dos taludes de escavação finais das cortas, aproximadamente da parte de trás de cada bancada até à base do talude de escavação.

As análises indicaram serem necessárias bancadas inter-rampa para garantir a estabilidade na corta de Grandão e nos taludes mais altos da corta do Reservatório. As análises de estabilidade realizadas mostraram fatores de segurança acima da meta estabelecida para cada desenho recomendado.

As principais conclusões e recomendações decorrentes das avaliações geotécnicas das cortas para o projeto da Mina do Barroso são:

- Não foram identificados problemas de estabilidade com os parâmetros geotécnicos médios utilizados para o projeto;
- Utilizando valores limite inferiores, as análises de estabilidade diminuíram abaixo do valor alvo, mas ainda assim acima de um fator de segurança de 1,1. Recomenda-se a execução de investigações geotécnicas adicionais antes da fase de detalhe do projeto de forma a aumentar a confiança nos parâmetros médios;
- Os valores limite superiores mostram um aumento substancial nos fatores de segurança, o que poderia levar a possíveis otimizações do talude de escavação, se as investigações adicionais mostrarem uma maior probabilidade dos valores limite superiores;
- Foram identificadas nos depósitos apenas pequenas variações nos parâmetros geotécnicos. Recomendam-se investigações direcionadas a cada setor para confirmar o uso de parâmetros consistentes em todo o projeto ou para identificar a variabilidade;
- O controlo das águas subterrâneas através da drenagem dos taludes de escavação das cortas pode permitir a otimização do projeto.

7.3.1. Avaliação da estabilidade dos taludes de escavação

7.3.1.1. Grandão

Os critérios de desenho do talude de escavação recomendados para o Grandão constam no Quadro II.22.

Quadro II.22 - Critérios de dimensionamento dos taludes de escavação recomendados para o Grandão.

Sector	Ângulo da Face da Bancada [°]	Largura do Patamar da Bancada [m]	Altura da Bancada [m]	Largura do Patamar da Bancada Inter-rampa [m]	Ângulo Global aproximado do Talude de Escavação [°]
1 (W-E)	70	8	20	16	50
2 (N-S)	70	8	20	18	49

3 (E-W)	65	8	20	18	46
4 (NW-SE)	70	8	20	16	51
5 (SW-NE)	65	8	20	16	47

As bancadas inter-rampa estão localizadas a cada terceira bancada projetada a partir da base da corta, a cada 60m de altura. A largura e altura das bancadas permanecem constantes em cada sector da corta, dando origem a ângulos inter-rampa de 49° e 53° para os ângulos de face da bancada de 65° e 70°, respetivamente.

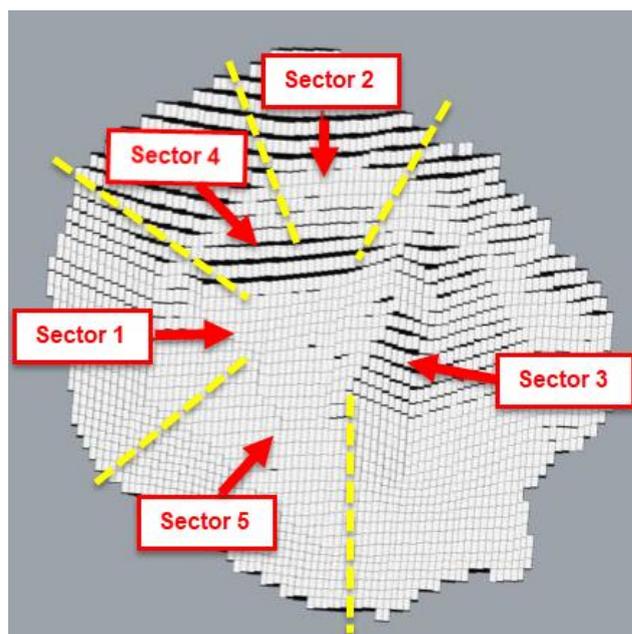


Figura II.69 - Sectores do Domínio Geotécnico do Grandão.

7.3.1.2. Pinheiro

Foi realizado um número limitado de sondagens carotadas no depósito do Pinheiro, pelo que não foi feita uma avaliação geotécnica específica. Devido à sua proximidade com o depósito do Grandão, os mesmos critérios de projeto foram utilizados para desenhar a corta.

7.3.1.3. Reservatório

Os critérios de desenho do talude de escavação recomendados para o Reservatório constam no Quadro II.23.

Quadro II.23 - Critérios de dimensionamento do talude de escavação recomendados para o Reservatório.

Sector	Ângulo da Face da Bancada (°)	Largura do Patamar da Bancada (m)	Altura da Bancada (m)	Largura do Patamar da Bancada Inter-rampa (m)	Ângulo Global aproximado do
--------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------	---	-----------------------------

					Talude de Escavação (°)
1 (S-N)	70	8	20	18	49
2 (N-S)	65	8	20	16	47
3 (SE-NW)	70	8	20	-	53
4 (NW-SE)	70	8	20	18	49
5 (SW-NE)	65	8	20	-	50

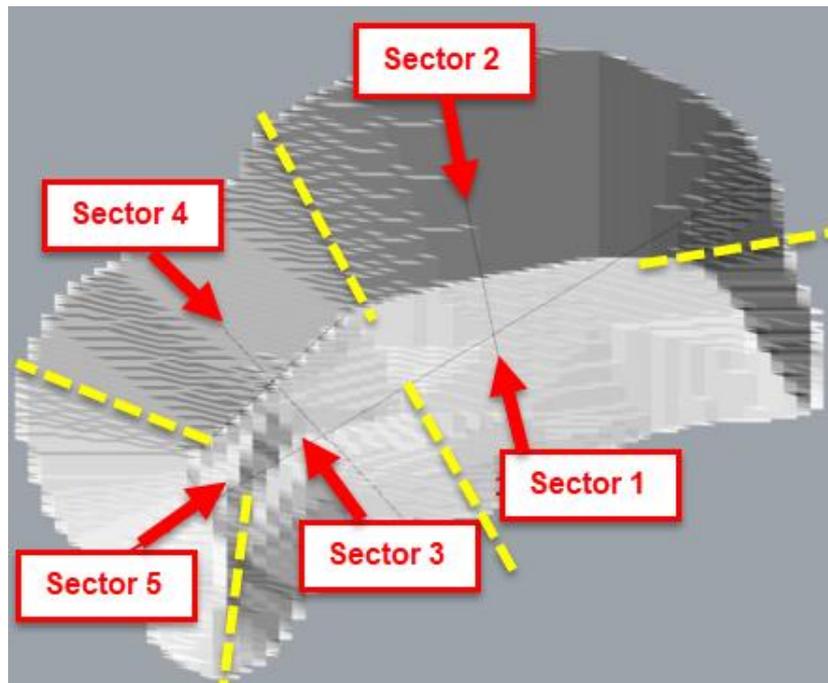


Figura II.70 - Sectores do Domínio Geotécnico do Reservatório.

As bancadas inter-rampa são apenas necessárias em três sectores da corta do Reservatório; sectores 1, 2 e 4. Tal como na corta do Grandão, as bancadas inter-rampa localizam-se a cada 60 m a partir da base da corta. Também aqui, a largura e altura das bancadas permanecem consistentes em cada sector da corta, dando origem a ângulos inter-rampa de 49° e 53° para os ângulos de face da bancada de 65° e 70°, respetivamente.

7.3.1.4. NOA

Os critérios de desenho do talude de escavação recomendados para o Noa constam no Quadro II.24. No depósito do NOA não serão necessárias bancadas inter-rampa uma vez que a profundidade de escavação é relativamente pequena.

Quadro II.24 - Critérios de dimensionamento do talude de escavação recomendados para o NOA.

Sector	Ângulo da Face da Bancada (°)	Largura do Patamar da Bancada (m)	Altura da Bancada (m)	Largura do Patamar da Bancada Inter-rampa (m)	Ângulo Global aproximado do Talude de Escavação (°)
1 (S-N)	65	8	20	-	51
2 (N-S)	75	8	20	-	61

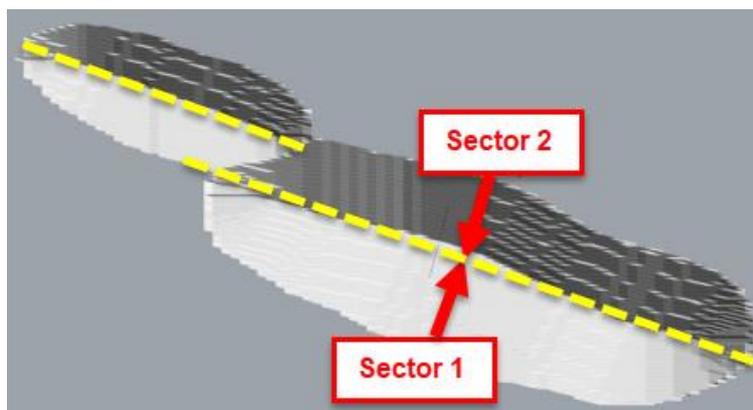


Figura II.71 - Sectores do Domínio Geotécnico do NOA.

7.3.2. Otimização

O desenho final de uma corta a céu aberto corresponde ao formato ou configuração que satisfaz os requisitos operacionais para taludes de escavação seguros, promove o aproveitamento técnico-económico eficiente do recurso mineral, garante a proteção ambiental e é viável em termos económicos. O limite final da corta proporciona a forma no final da sua vida útil. Devido a requisitos operacionais, este formato final pode ser desenvolvido em fases ao longo de vários anos, aumentando progressivamente o tamanho da corta até que os limites desta sejam atingidos, como é o caso dos desenvolvimentos das cortas do Grandão e Reservatório.

Existem vários fatores-chave que afetam a decisão no processo de desenho das cortas, listados abaixo:

1. Topografia
2. Limites da Propriedade
3. População e Habitação Existentes
4. Áreas ambientalmente sensíveis
5. Geologia e Resistência das Rochas
6. Inclinação do talude de escavação da corta
7. Localização e dimensões da mineralização

8. Teor da mineralização
9. Taxas de produção
10. Custos de Extração
11. Custos de Processamento
12. Taxas de Recuperação Mineral
13. Taxas de Produção
14. Considerações de Marketing

Todos estes fatores são considerados no processo de desenho, que se inicia com uma otimização económica para definir até que limite a mineralização pode ser extraída.

Para determinar a profundidade ótima para cada depósito, foi aplicado um processo de otimização utilizando o software *Whittle 4D*. Este software utiliza fatores económicos e físicos para avaliar o Valor Atual Líquido (VAL) da extração de um depósito em profundidades variadas. Diferentes preços de venda são testados para avaliar a sensibilidade do modelo aos vários fatores. Os parâmetros de otimização de cada depósito utilizados no software constam no Quadro II.25.

O resultado deste processo é uma série de cortas que representam os vários parâmetros de profundidades e de taludes de escavação. As cortas ótimas resultantes para os quatro depósitos são mostradas na Figura II.72, Figura II.73, Figura II.74 e Figura II.75.

Quadro II.25 - Parâmetros da Otimização.

Item	Unidade	Grandão e Pinheiro	Reservatório e NOA
		Valor	Valor
Preço do Lítio	€/t	634	634
Royalty do Estado (Li)	%	3,0%	3,0%
Preço de Venda Li da Otimização	€/t	609,78	609,78
Recuperação Metalúrgica Li	%	80,0%	80,0%
Valor Recuperado	€/t	487,82	487,82
Custo de Tratamento (Li)	€/t processada	16,93	16,93
Royalty Fixa	€/t processada	0,01	0,01
Manuseamento do material a Jusante (Li)	€/t processada	7,56	7,56
Créditos dos Subprodutos	€/t processada	-8,58	-8,58
Custos Administrativos	€/t processada	1,96	1,96
Serviços Técnicos	€/t processada	0,76	0,76

Item	Unidade	Grandão e Pinheiro	Reservatório e NOA
		Valor	Valor
Drenagem	€/t processada	0,46	0,46
Controlo de Teores	€/t processada	0,92	0,92
Empreiteiro fixo	€/t processada	2,49	2,49
Transporte da mineralização	€/t processada	0,00	5,69
Custo Total de Processamento	€/t processada	22,52	28,21
Diluição na Mina	%	10%	10%
Recuperação na mina	%	95	95

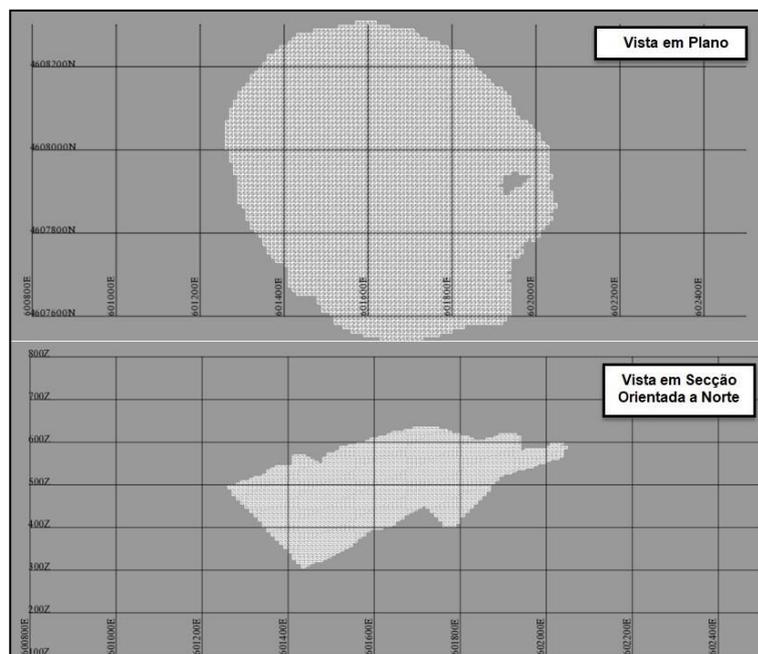


Figura II.72 - Corta Ótima do Grandão.

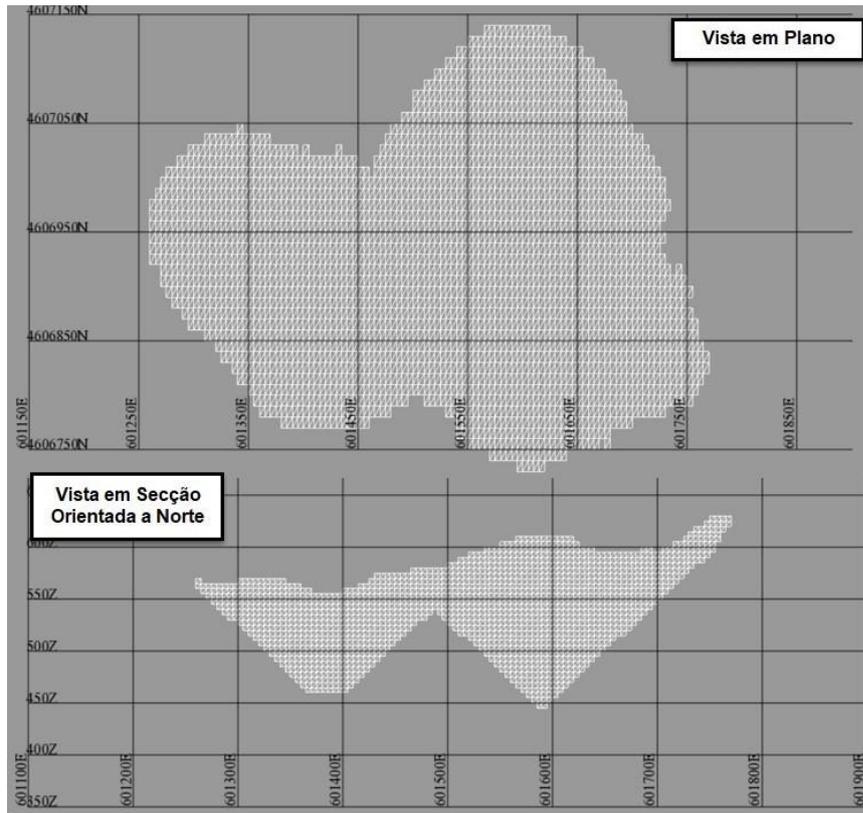


Figura II.73 - Corta Ótima do Pinheiro.

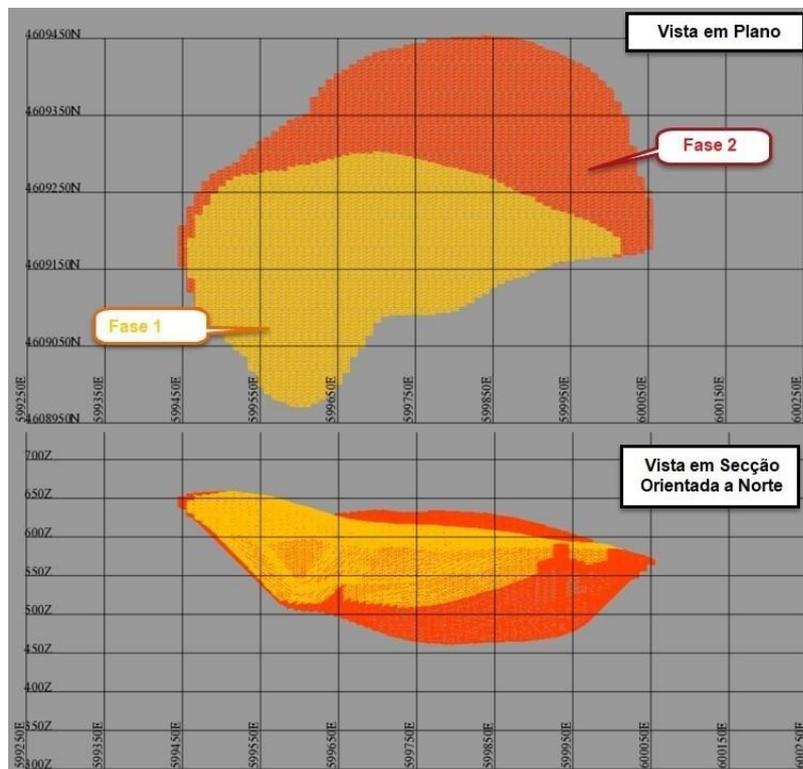


Figura II.74 - Corta Ótima do Reservatório.

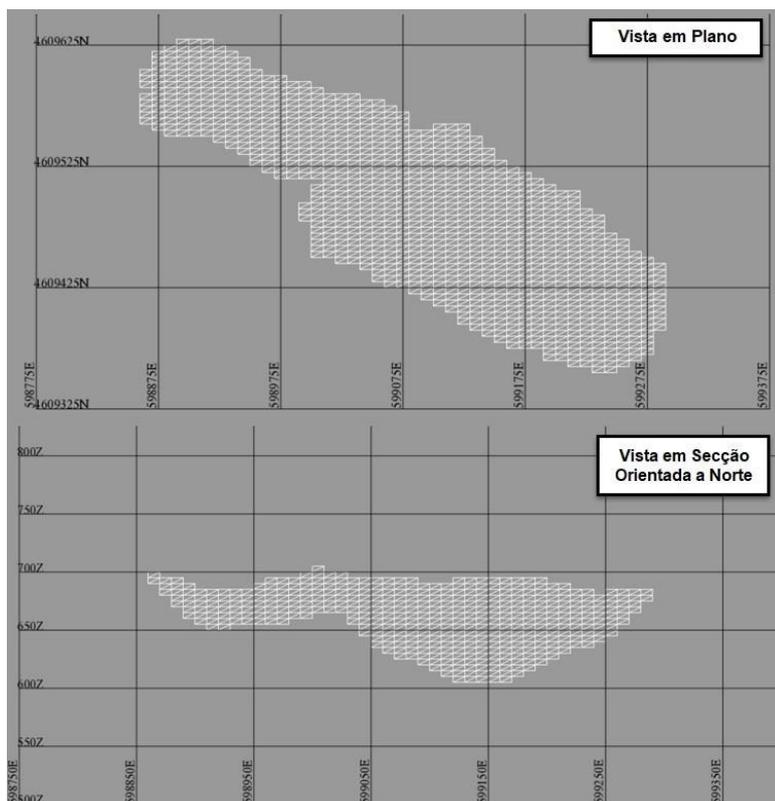


Figura II.75 - Corta Ótima do NOA.

Estas cortas serviram de base para a definição das respetivas explorações a céu aberto, com auxílio do software Surpac. As rampas de transporte de material dentro da corta foram projetadas para acomodar *dumpers* com capacidade para 90 toneladas, tendo estas uma única faixa de rodagem nos últimos 40 m (na vertical/cota) antes de atingir a base de cada corta e duas faixas de rodagem na restante extensão até à superfície. Cada rampa irá incorporar uma berma de segurança com 1,4 m de altura. Esta altura é metade da altura dos pneus dos *dumpers* propostos. Os critérios de desenho da rampa constam no Quadro II.26.

Quadro II.26 - Critérios de Desenho das Rampas.

Faixas	Gradiente (%)	Largura (m)
Única	12,5	15
Dupla	10,0	23

A largura projetada de 23 m proporciona uma dimensão adequada para a passagem segura dos *dumpers* propostos, que têm 6,1 m de largura. As rampas de faixa única têm passagens a intervalos de 160 m.

7.3.3. Desenho da corta do Grandão

Devido à sua dimensão, propõe-se extrair o depósito do Grandão em duas fases. A primeira irá alimentar a lavaria durante aproximadamente quatro anos e possui uma relação estéril-minério de 2,7 t de estéril

para 1 t de mineralização. A fase 2 da corta corresponde aproximadamente a três anos de alimentação da lavaria. Esta tem uma relação estéril-minério de 6,5:1.

A Figura II.76 mostra o desenho da fase 1, enquanto o desenho (final) da fase 2 é mostrado na Figura II.77.

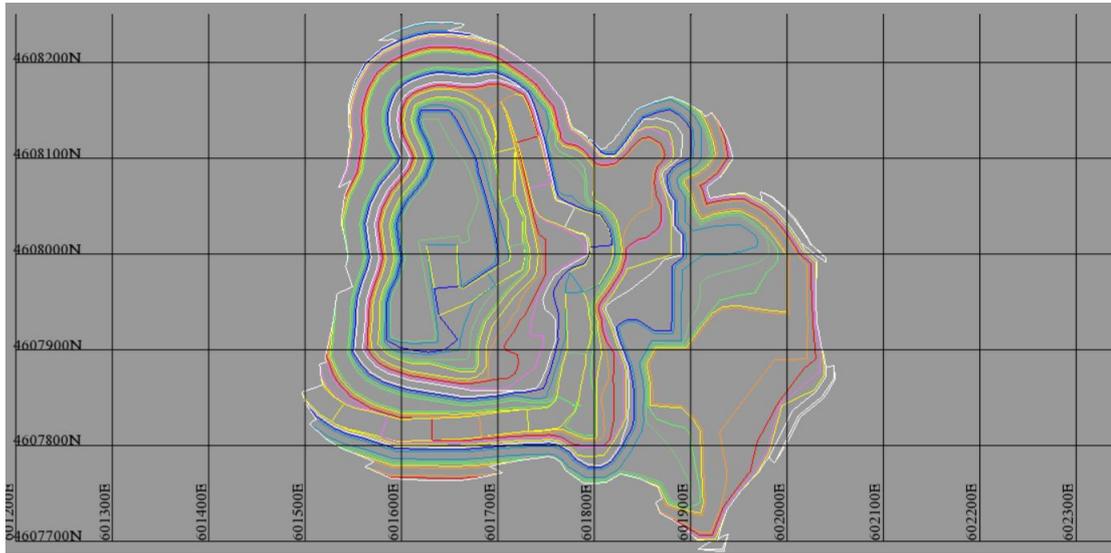


Figura II.76 - Desenho da fase 1 da corta do Grandão.

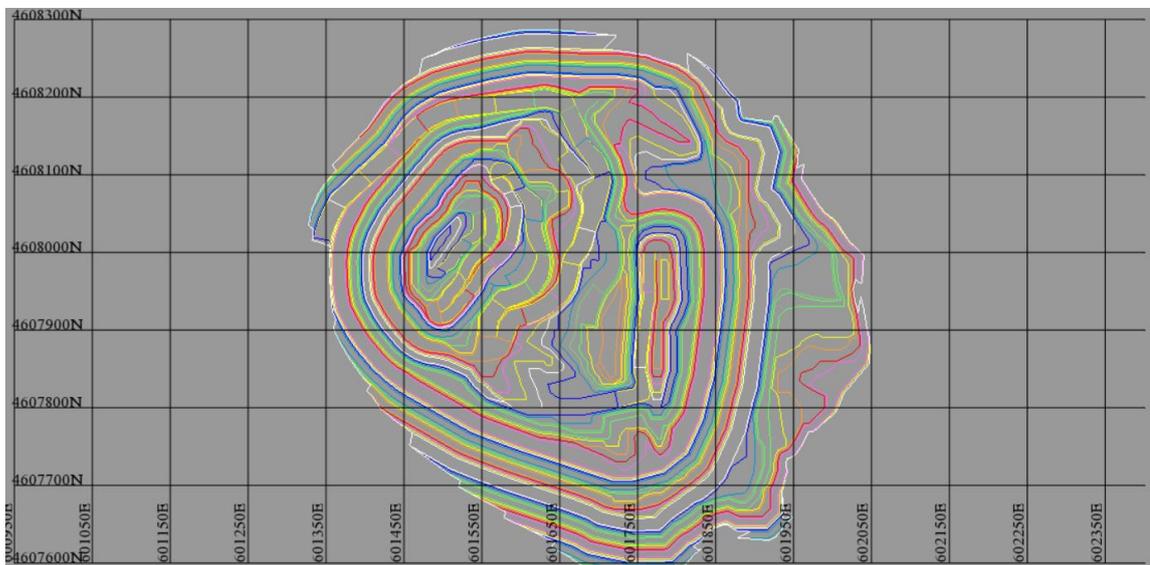


Figura II.77 - Desenho final da corta do Grandão.

A remoção do estéril começa no lado nascente da corta, a uma cota de 590 m. Serão construídas rampas temporárias para os stocks de mineralização bruta e de estéril à medida que a extração se desenvolve até à cota de 530 m, a partir da qual as operações mineiras continuam abaixo do nível atual da superfície. A rampa de acesso à base da corta inicia-se no extremo sudeste da corta e desce 100 m até a base. A zona mineralizada principal mergulha aproximadamente 30° para oeste, tendo o seu contacto inferior com

a rocha encaixante sido utilizado para determinar a inclinação e a posição do talude de escavação nascente da corta. A fase 1 contém 6,3 Mt de mineralização e 16,9 Mt de estéril.

O acesso à mineralização da corta para a fase 2 (final) requer a remoção de aproximadamente 8Mt de estéril que serão extraídas simultaneamente com a fase 1, o que também irá permitir aceder à zona mineralizada vertical localizada na secção nascente da corta.

A extração da fase 2 começa à cota de 590 m. A rampa de acesso inicia-se à cota de 495 m e desce até à cota de 340 m. O acesso ao corpo pegmatítico vertical é feito por uma rampa que se ramifica da rampa de acesso principal à cota de 445 m. No entanto, o acesso a este corpo vertical é suprimido quando a extração do corpo principal prossegue abaixo da cota de 445 m. A corta da fase 2 contém 4,7 Mt de mineralização e 30,7 Mt de estéril. A Figura II.78 mostra uma secção transversal com os contornos das fases de exploração da corta (Desenho 4 e Desenho 5).

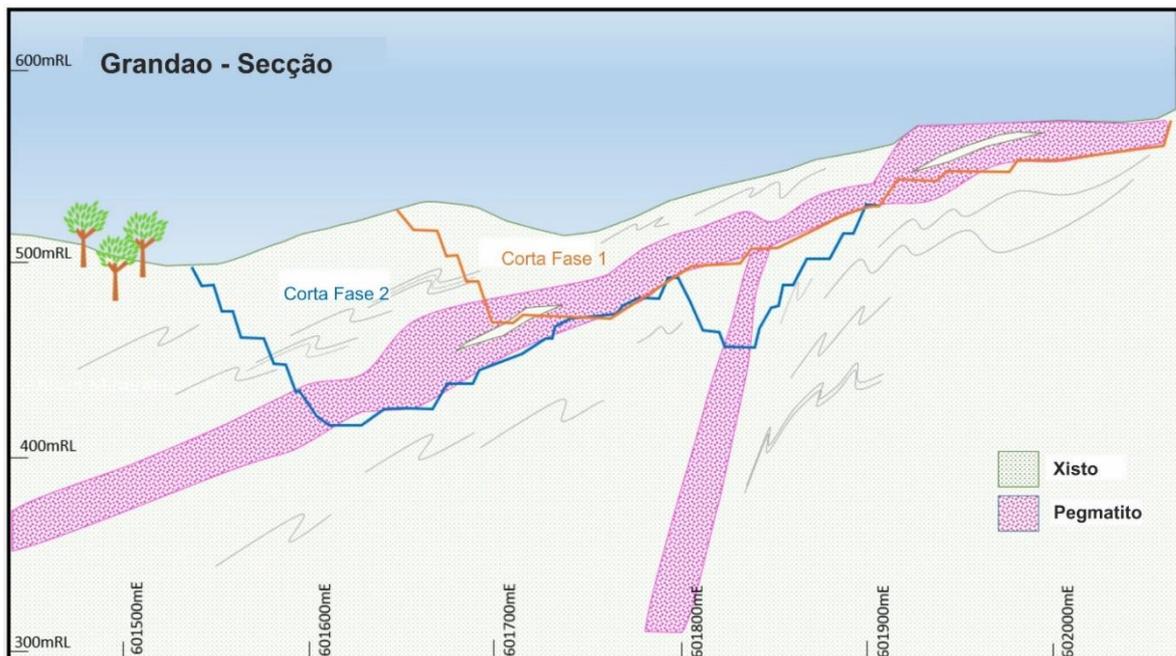
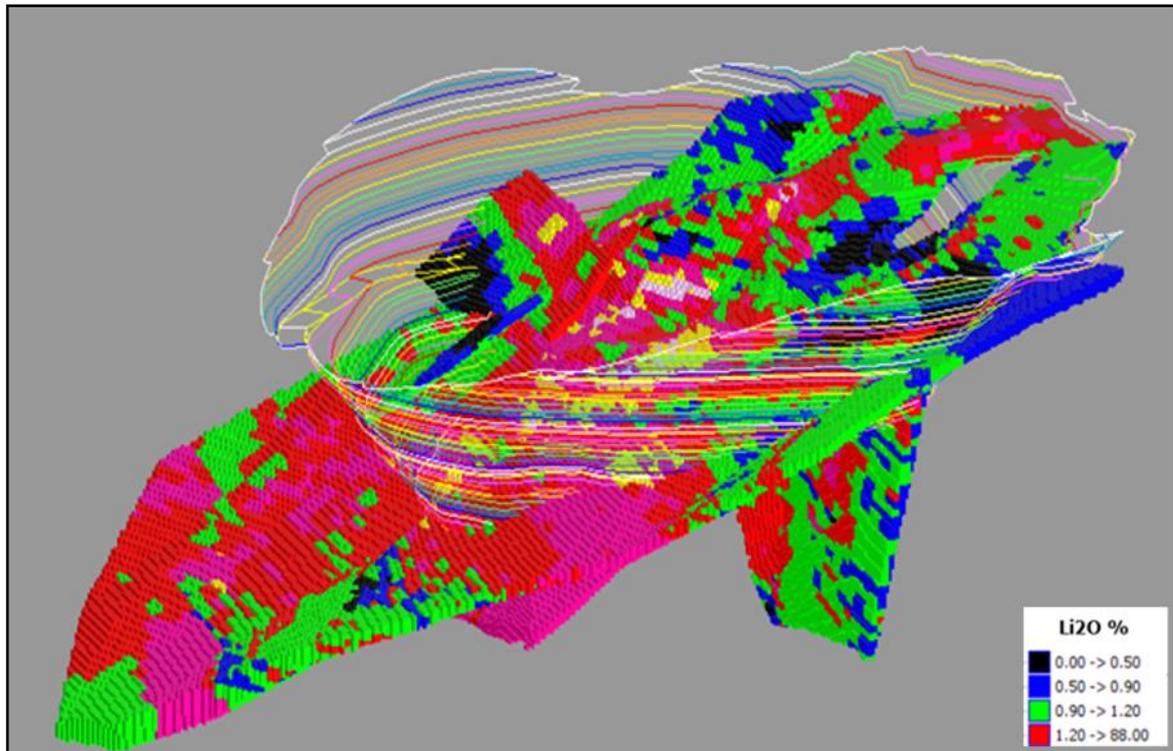


Figura II.78 - Secção transversal do Grandão mostrando as fases da corta.

7.3.4. Desenho da corta do Reservatório

O depósito do Reservatório está localizado a aproximadamente 2 km a oeste do Grandão. Propõe-se extrair este depósito em duas fases. O desenho da fase 1 é mostrado na Figura II.79.

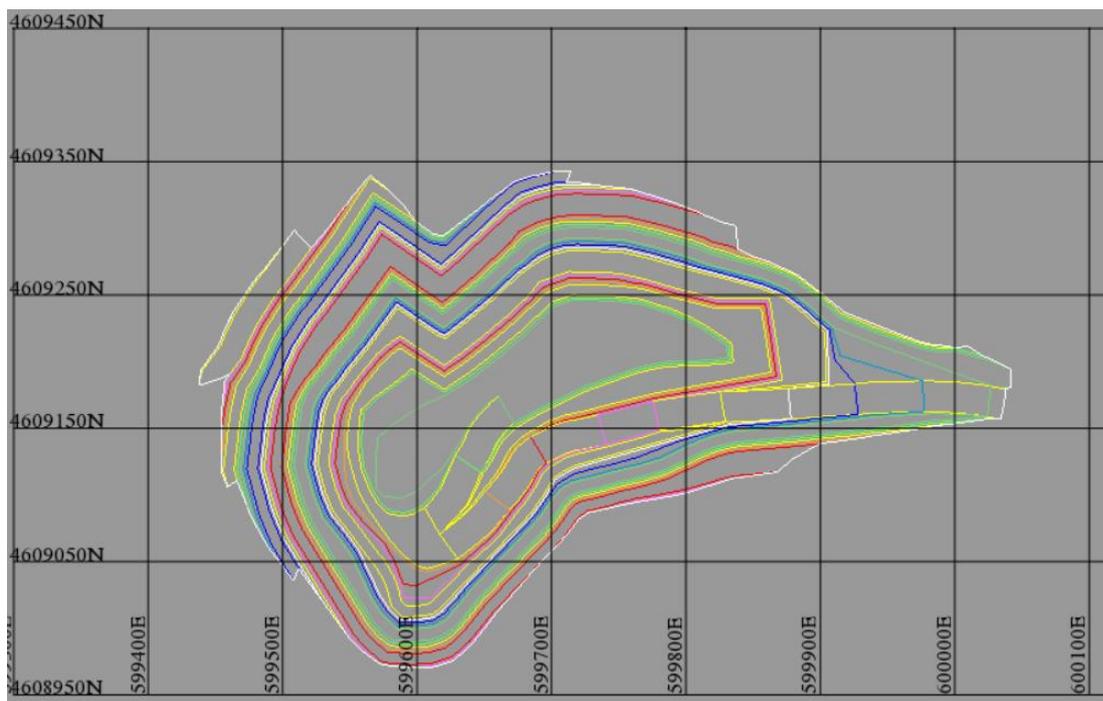


Figura II.79 - Desenho da fase 1 da corta do Reservatório.

A extração da fase 2 começa a leste da fase 1, à cota 630 m. A rampa de acesso final inicia-se à cota de 570 m e desce até à base da corta, que se situa à cota de 465 m. A fase 2 contém 1,8 Mt de mineralização e 10,4 Mt de estéril. O desenho da fase 2 (final) é mostrado na Figura II.80.

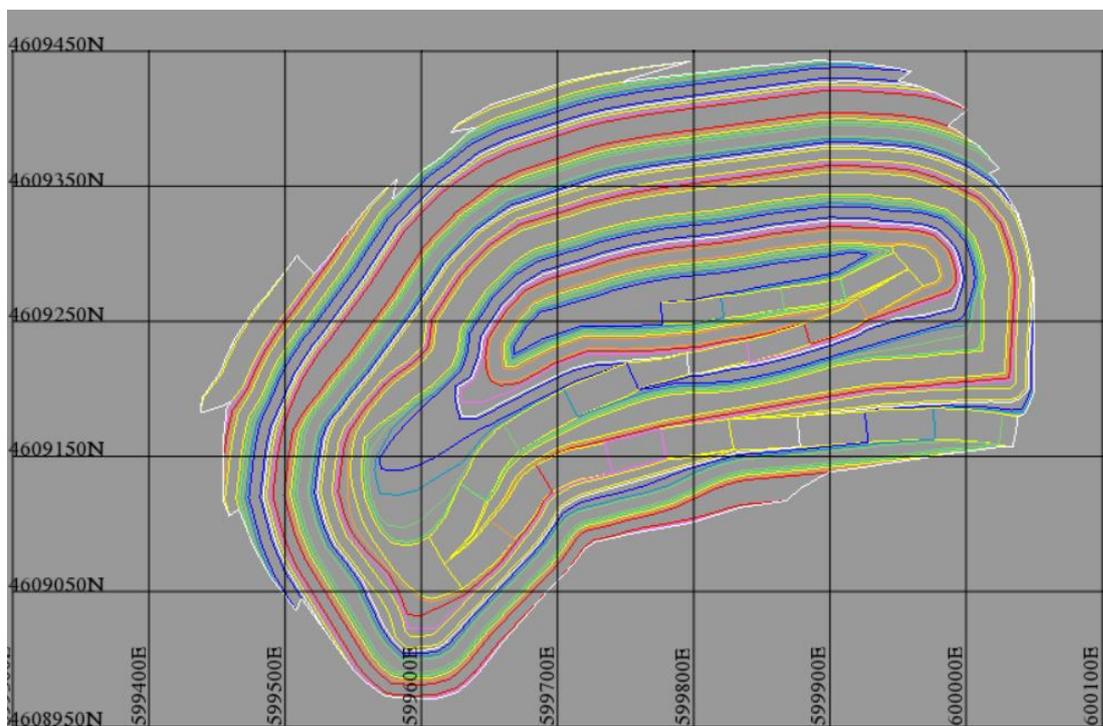


Figura II.80 - Desenho da fase 2 (final) da corta do Reservatório.

A extração começa no lado poente à cota de 650 m (Desenho 4 e Desenho 5). A rampa de acesso inicia-se à cota de 570 m e desce até à base à cota de 520 m. A corta da fase 1 contém 2,7 Mt de mineralização e 11,8 Mt de estéril. Como mostra a Figura II.81, a mineralização é de natureza tabular e mergulha acentuadamente para poente.

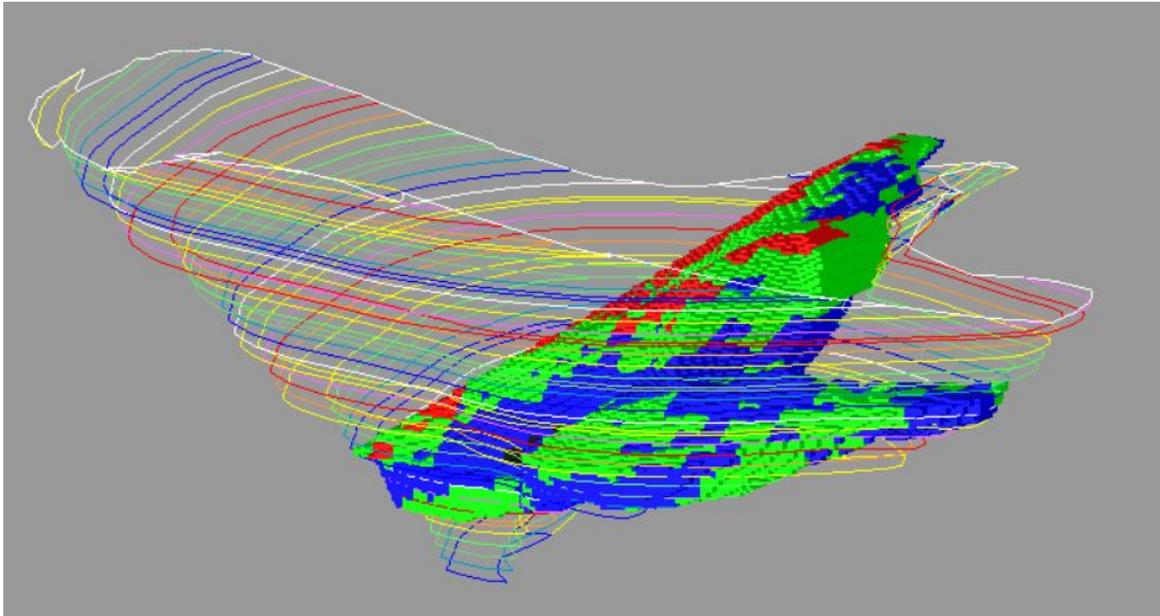


Figura II.81 - Mineralização do Reservatório.

7.3.5. Desenho da corta do NOA

O depósito do NOA está localizado a aproximadamente 200 m a noroeste do Reservatório e o desenho da corta consta na Figura II.82.

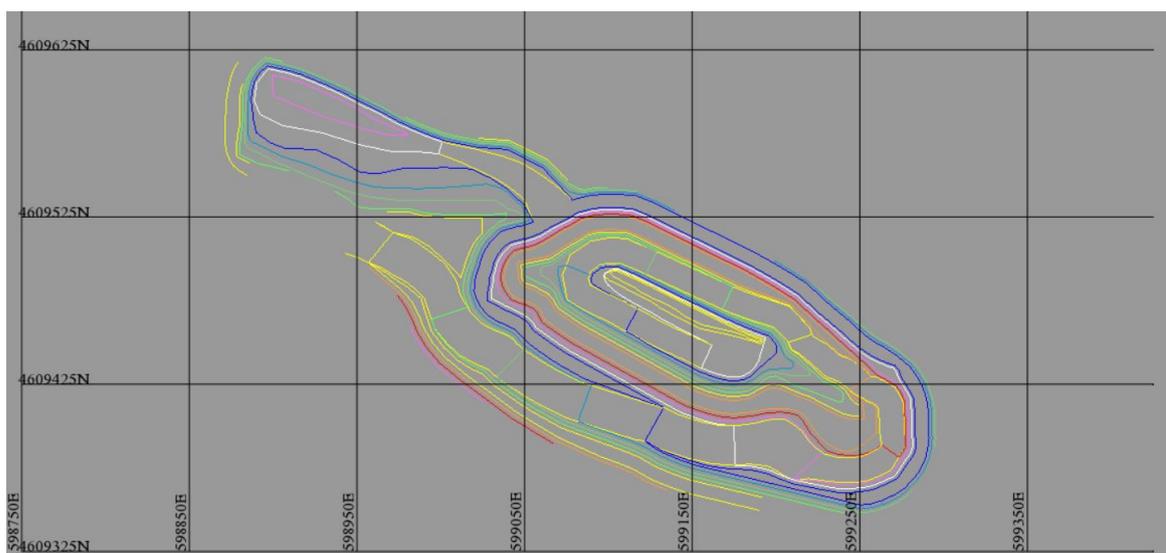


Figura II.82 - Desenho da corta do NOA.

A corta contém 0,5 Mt de mineralização e 2,8 Mt de estéril. Propõe-se explorar a corta numa única fase. A extração começa à cota de 708 m e a rampa de acesso inicia-se à cota de 690 m (Desenho 4 e Desenho 5). A rampa desce até à base que se situa à cota de 615 m. Como mostra a Figura II.83, a mineralização é constituída por três corpos próximos, mas separados.

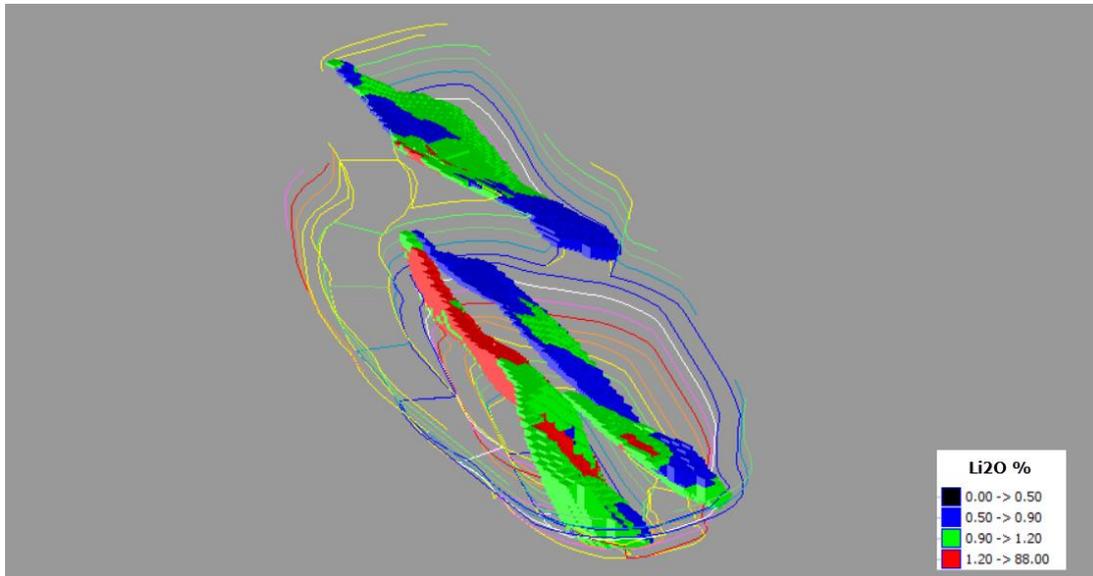


Figura II.83 - Mineralização do NOA.

7.3.6. Desenho da corta do Pinheiro

O depósito do Pinheiro fica imediatamente a sul da corta do Grandão. A corta do Pinheiro contém aproximadamente um ano de fornecimento de mineralização para a unidade de processamento (lavaria) e será extraída primeiro para acomodar o estéril proveniente da exploração da corta do Grandão. Propõe-se explorá-la numa única fase. O desenho consta na Figura II.84.

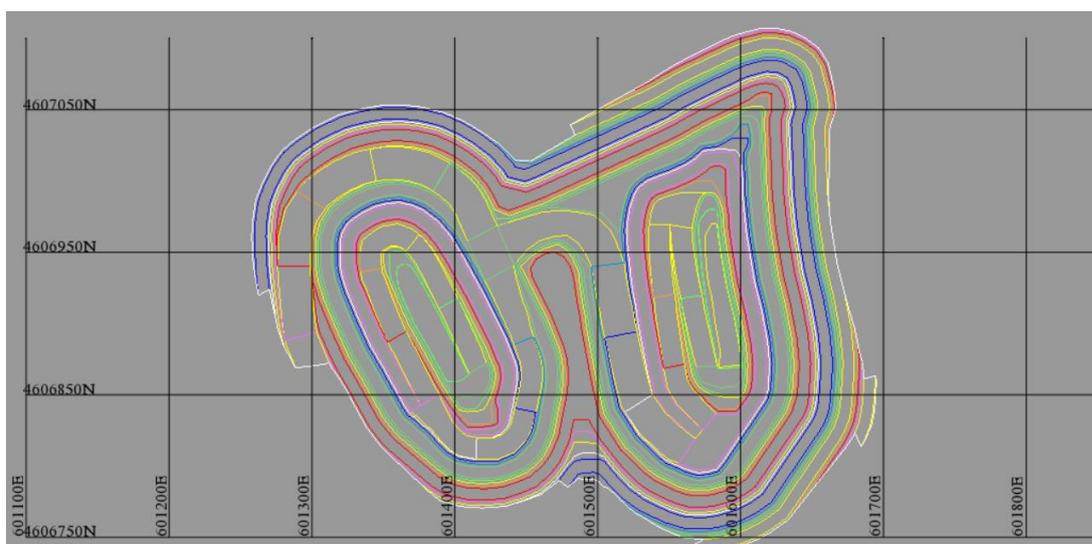


Figura II.84 - Desenho final da corta do Pinheiro.

A extração começa no lado nascente, à cota de 590 m. A mineralização que se encontra dentro da corta é mostrada na Figura II.85.

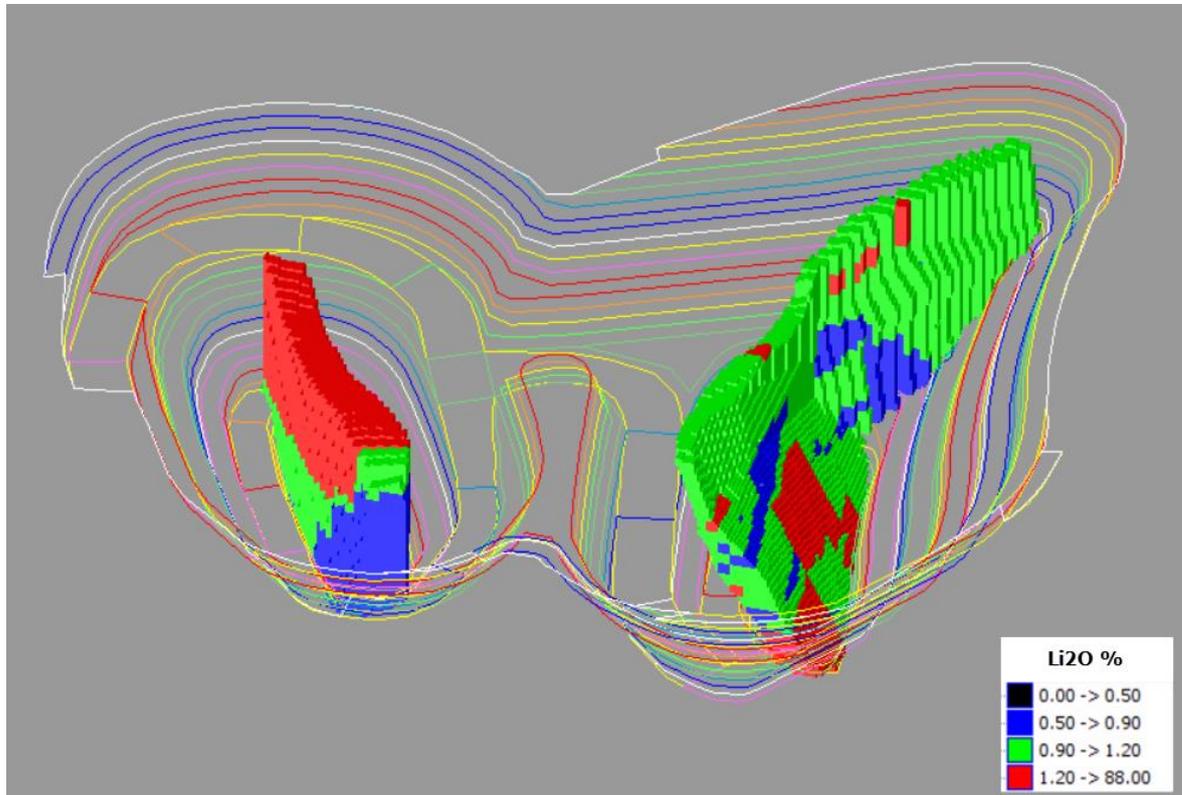


Figura II.85 - Zonas mineralizadas do Pinheiro.

Como se mostra na figura anterior, a mineralização consiste em dois corpos separados, sub-verticais. É possível extrair os corpos separadamente, mas a exploração da corta teria ainda assim que ser realizada num ano para manter o abastecimento de mineralização da unidade de processamento.

A rampa de acesso inicia-se aproximadamente à cota de 540 m e desce até à base da corta à cota 465 m (Desenho 4 e Desenho 5). O acesso à base do corpo leste ramifica-se da rampa principal à cota de 515 m e desce à cota de 460 m. A corta contém 1,3 Mt de mineralização e 11,2 Mt de estéril.

7.4. INVENTÁRIO DA MINERALIZAÇÃO

A Savannah optou por não usar o termo "Reservas de Minério" para discutir a parte possível de ser extraída economicamente dos recursos minerais da Mina do Barroso. A Savannah considera que, no momento da redação deste documento, não possui detalhes suficientes para alguns dos principais critérios necessários para atender à definição do termo "Reservas de Minério" sob a classificação do código JORC¹⁶. A intenção da Savannah é concluir todos os estudos e licenças necessárias para que as Reservas de Minério sejam reportadas no futuro antes que a decisão final de investimento seja tomada.

Uma "Reserva de Minério" é a parte possível de ser extraída economicamente de um Recurso Mineral Medido e/ou Indicado. Inclui diluição de materiais e provisões para perdas, que podem ocorrer quando o material é extraído e é definida por estudos a nível de Pré-Viabilidade ou Viabilidade, conforme apropriado, que inclui a aplicação de Fatores de Modificação. Tais estudos demonstram que, no momento do relatório, a extração poderia ser razoavelmente justificada e que deve haver motivos razoáveis para esperar que todas as aprovações governamentais necessárias para licenciar as atividades de extração serão recebidas.

A Savannah utilizará os termos "inventário da mineralização" e "mineralização" relativamente ao que considera ser a porção economicamente explorável dos recursos minerais da Mina do Barroso.

O projeto da Mina do Barroso consiste na exploração de quatro depósitos minerais:

- Grandão;
- Pinheiro;
- Reservatório;
- NOA.

O Grandão e o Pinheiro localizam-se no sector este da concessão e a sul do rio Covas, enquanto que os restantes depósitos se situam no sector oeste e a norte do rio Covas.

O consultor de engenharia de minas Minesure Pty foi contratado pela Savannah para elaborar um estudo de avaliação da viabilidade de vários métodos de exploração para extrair o recurso mineral do Grandão e principalmente para determinar se uma extração subterrânea era economicamente viável. A avaliação da lavra subterrânea determinou que a exploração do recurso do Grandão resultaria num fluxo de caixa negativo de 32,5 milhões de euros. O Anexo II-14 apresenta os detalhes desta avaliação. Uma vez que o resultado da avaliação da extração subterrânea foi extremamente negativo, todas as outras avaliações foram realizadas utilizando a extração a céu aberto.

¹⁶ The JORC Code, 2012 Edition. Joint Ore Reserves Committee

Foi compilado um inventário da potencial mineralização economicamente recuperável utilizando os parâmetros de conceção do projeto e os custos estimados a partir de princípios fundamentais. O Inventário da Mineralização usado para a avaliação do projeto consta no Quadro II.27 e na Figura II.86.

Quadro II.27 - Inventário da Mineralização.

Depósito	Toneladas (kt)	% Li ₂ O
Grandão Fase 1	6 284	0,98
Grandão Fase 2	4 719	0,84
Total Grandão	11 003	0,92
Pinheiro	1 275	0,99
Reservatório Fase 1	2 699	0,93
Reservatório Fase 2	1 843	0,96
Total Reservatório	4 543	0,94
NOA	523	0,90
Total do Inventário	17 346	0,93

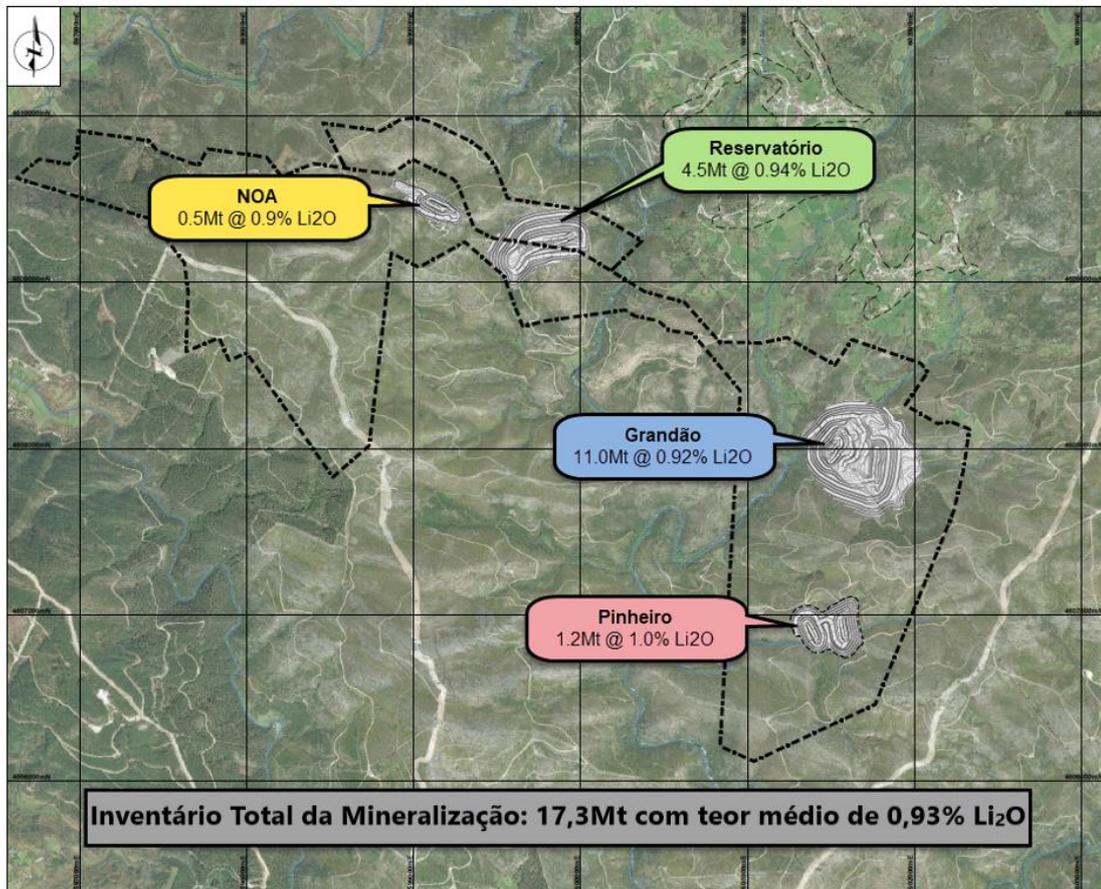


Figura II.86 - Inventário da Mineralização e configuração conceptual das cortas.

7.5. VIDA ÚTIL E FASEAMENTO DA MINA

7.5.1. Vida útil e opções de exploração

A Mina do Barroso, após esta ampliação de área e amplitude de projeto, terá uma duração estimada de 16 anos. Antes de existir qualquer intervenção no terreno, terão de ser obtidas licenças e aprovações assessorias (e.g. Licença Ambiental - controlo integrado da poluição, Licenças de captação de águas - Domínio Hídrico, etc.).

Os primeiros dois anos serão para:

- Desvio da linha elétrica que atravessa a corta do Grandão;
- Construção do acesso da mina ao exterior;
- Construção da Lavaria;
- Construção dos acessos interiores entre as áreas de escavação Este e a lavaria;
- Construção das infraestruturas de desvio e controlo de águas pluviais na zona Este;

Assim, apenas no terceiro ano da implantação do projeto se dará início à exploração propriamente dita. O Quadro II.30, Quadro II.31 e Quadro II.32 apresentam os cronogramas do trabalho a desenvolver para cada alternativa estudada.

Foi realizada uma análise estratégica de várias opções de desenvolvimento das cortas para identificar a solução ótima, que permita a utilização máxima dos recursos minerais, considerando todas as restrições ambientais, de engenharia e de logística do projeto. O principal objetivo desta análise foi desenvolver uma melhor compreensão dos impactos no fluxo de caixa para cada depósito e, especificamente, de cada fase de cada depósito, para que pudesse ser definida a sequência ideal de exploração das cortas.

Todos os recursos minerais definidos no projeto da Mina do Barroso foram considerados para a avaliação, incluindo os recursos no depósito do Pinheiro, que não faziam parte da avaliação inicial da mina.

No total, foram analisadas três opções de desenvolvimento das cortas, que constam na seguinte lista:

- Opção 1 - Grandão 1, Pinheiro, Grandão 2, NOA, Res 1, Res 2;
- Opção 2 - Pinheiro, Grandão 1, Grandão 2, NOA, Res 1, Res 2;
- Opção 3 - Pinheiro, Grandão 1, Grandão 2, Res 1, Res 2, NOA.

Cada opção de faseamento da lavra foi também combinada com as possíveis opções de armazenamento de estéril apresentadas neste projeto (Parte III, Capítulo 4.3.1.12.), pois o faseamento depende da área da mina que deve ser aterrada. Cada opção projeta a extração das diferentes cortas segundo várias sequências, permitindo a compreensão dos impactos económicos no projeto e que seja selecionado o planeamento de exploração ótimo. Estas opções, combinadas com as opções de escombrelas, local da lavaria e acessos à mina, constituem as três alternativas estudadas.

Atendendo às características distintas nos vários corpos mineralizados existe a necessidade de explorar várias cortas em simultâneo. Com este procedimento será possível criar lotes de mineralização e, simultaneamente, racionalizar a lavra e garantir o bom aproveitamento do recurso mineral. Dentro da mesma corta serão exploradas várias frentes em simultâneo, com a finalidade de expor vários tipos de mineralização. A abertura dessas frentes será efetuada de acordo com as necessidades e no cumprimento da estratégia de lavra apresentada.

A exploração simultânea de várias cortas dentro da mesma fase será efetuada com os mesmos meios, através da alocação alternada para cada local. Com esta metodologia será possível melhorar o desempenho operacional e ambiental da exploração, nomeadamente:

- Diminuindo os trajetos de transporte e os consequentes impactes negativos, com benefícios económicos consideráveis;
- Evitando a duplicação de meios e dos respetivos impactes cumulativos ao nível do ruído, qualidade do ar, vibrações, etc.;
- Garantindo a possibilidade de explorar corpos mineralizados de características distintas, promovendo o bom aproveitamento do jazigo mineral.

As quantidades de mineralização explorável anualmente na mina, nas várias cortas, foram estimadas considerando as áreas de escavação e as configurações finais de escavação (Desenho 4 e Desenho 5), definidas em função da localização e morfologia dos corpos mineralizados e da relação estéril/mineralização.

Atendendo à capacidade definida para a lavaria (cerca de 1,7 Mt/ano), a quantidade média de minerais úteis explorados anualmente serão cerca de 1 446 000 t/ano. De facto, ao longo dos 12 anos de extração (Quadro II.28), teremos um mínimo de 1 023 000 t/ano e um máximo de 1 604 000 t/ano.

Quadro II.28- Extração da Mineralização.

Depósito	Toneladas (t)	Tempo de exploração (anos)
Grandão	11 003 000	7,61
Pinheiro	1 275 000	0,88
Reservatório	4 543 000	3,14
NOA	523 000	0,36
Total do Inventário	17 346 000	11,99

Em termos de estéril, a quantidade média a extrair anualmente será cerca de 6 851 000 t/ano, com um mínimo de 2 119 000 t/ano e um máximo de 11 528 000 t/ano.

Quadro II.29 – Quantidades de Estéril.

Estéril	Toneladas (t)
Grandão	47 583 000
Pinheiro	11 200 000
Reservatório	22 198 000
NOA	2 811 000
Total	83 792 000

Os trabalhos preparatórios implicam também trabalhos de escavação e preparação dos caminhos, locais de implantação das infraestruturas, lavaria, etc. Assim, relativamente aos acessos ao exterior, temos:

- Acesso para Norte (da Alternativa 1): Escavação de 550 000 m³, Aterro de 20 000 m³;
- Acesso para SE (das alternativas 2 e 3): Escavação de 480 000 m³, Aterro de 50 000 m³.

Estes materiais escavados serão utilizados para proteção na bordadura dos caminhos e armazenados nas áreas designadas para aterro. No caso da Alternativa 1, os materiais sobrantes da construção do acesso serão usados na cortina arbórea prevista para Norte do Grandão (Instalação de Resíduos Escombreira Norte).

(Página intencionalmente deixada em branco)

Quadro II.30 - Cronograma de atividades na Alternativa 1.

TAREFA	ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4		ANO 5		ANO 6		ANO 7		ANO 8		ANO 9		ANO 10		ANO 11		ANO 12		ANO 13		ANO 14		ANO 15		ANO 16	
	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS																		
Licenças eletricidade e desvio da linha	■	■																														
Construção do acesso exterior		■	■																													
Construção da Lavaria			■	■																												
Construção do acesso interior Lavaria – Pinheiro			■																													
Construção do acesso interior Lavaria – Grandão			■																													
Construção das estruturas de desvio de águas na Zona Este			■	■																												
Exploração da corta Grandão					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Exploração da corta Pinheiro							■	■																								
Funcionamento da Escombreira Norte (Cortina arbórea)			■	■	■																											
Funcionamento da Escombreira Sul (Lavaria)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Funcionamento da Escombreira Lóbulo Este (corta Grandão)																	■	■	■	■	■	■	■									
Construção dos acessos interiores Lavaria – Noa/Reservatório														■	■																	
Construção das Estruturas de desvio de águas na Zona Oeste														■	■																	
Exploração da Corta Reservatório																						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Exploração da Corta NOA																						■	■									
Funcionamento da Escombreira Oeste (Corta NOA)																						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Recuperação Corta Grandão											■			■			■					■	■	■								
Recuperação Corta Reservatório																									■				■	■		
Recuperação da Escombreira Norte (Cortina arbórea)				■	■																											
Recuperação da Escombreira Sul (Corta Pinheiro/Lavaria)							■			■			■			■			■			■		■			■	■	■	■		
Recuperação da Escombreira Lóbulo Este (Corta Grandão)																						■	■									
Recuperação da Escombreira Oeste (Corta NOA)																						■			■			■	■	■		
Desativação/Recuperação Estruturas de desvio de águas (Este)																												■				
Desativação/Recuperação Estruturas de desvio de águas (Oeste)																												■				
Desativação/Recuperação da Lavaria																												■	■			
Manutenção e Observação																														■	■	

■ Obras civis e infraestruturas

■ Exploração

■ Recuperação e desativação

Quadro II.31 - Cronograma de atividades na Alternativa 2.

TAREFA	ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4		ANO 5		ANO 6		ANO 7		ANO 8		ANO 9		ANO 10		ANO 11		ANO 12		ANO 13		ANO 14		ANO 15		ANO 16	
	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS																		
Licenças eletricidade e desvio da linha	■	■																														
Construção do acesso exterior (E1 ou E2)		■	■																													
Construção da Lavaria			■	■																												
Construção do acesso interior Lavaria – Pinheiro			■																													
Construção do acesso interior Lavaria – Grandão			■																													
Construção das estruturas de desvio de águas na Zona Este			■	■																												
Exploração da Corta Grandão					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Exploração da Corta Pinheiro					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Funcionamento da Escombreira Sul (Lavaria)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Funcionamento da Escombreira Lóbulo Este (corta Grandão)																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Construção dos acessos interiores Lavaria – Noa/Reservatório														■	■																	
Construção das Estruturas de desvio de águas na Zona Oeste														■	■																	
Exploração da Corta Reservatório																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Exploração da Corta NOA																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Funcionamento da Escombreira Oeste (Corta NOA)																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Recuperação Corta Grandão																■			■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Recuperação Corta Reservatório																									■	■	■	■	■	■	■	
Recuperação da Escombreira Sul (Corta Pinheiro/Lavaria)							■			■			■			■			■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Recuperação da Escombreira Lóbulo Este (Corta Grandão)																																
Recuperação da Escombreira Oeste (Corta NOA)																																
Desativação/Recuperação Estruturas de desvio de águas (Este)																																
Desativação/Recuperação Estruturas de desvio de águas (Oeste)																																
Desativação/Recuperação da Lavaria																																
Manutenção e Observação																																

■ Obras civis e infraestruturas

■ Exploração

■ Recuperação e desativação

Quadro II.32 - Cronograma de atividades na Alternativa 3.

TAREFA	ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4		ANO 5		ANO 6		ANO 7		ANO 8		ANO 9		ANO 10		ANO 11		ANO 12		ANO 13		ANO 14		ANO 15		ANO 16	
	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS	1ºS	2ºS																		
Licenças eletricidade e desvio da linha	■	■																														
Construção do acesso exterior (E1 ou E2)		■	■																													
Construção da Lavaria			■	■																												
Construção do acesso interior Lavaria – Pinheiro			■																													
Construção do acesso interior Lavaria – Grandão			■																													
Construção das estruturas de desvio de águas na Zona Este			■	■																												
Exploração da Corta Grandão					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Exploração da Corta Pinheiro					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Funcionamento da Escombreira Sul (Corta Pinheiro/Lavaria)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Construção dos acessos interiores Lavaria – Noa/Reservatório															■	■																
Construção das Estruturas de desvio de águas na Zona Oeste															■	■																
Exploração do Corta Reservatório																																
Exploração da Corta NOA																																
Funcionamento da Escombreira Oeste																																
Recuperação Corta Grandão															■																	
Recuperação Corta Reservatório																																
Recuperação da Escombreira Sul (Corta Pinheiro/Lavaria)															■																	
Recuperação da Escombreira Oeste																																
Recuperação Corta NOA																																
Desativação/Recuperação Estruturas de desvio de águas (Este)																																
Desativação/Recuperação Estruturas de desvio de águas (Oeste)																																
Desativação/Recuperação da Lavaria																																
Manutenção e Observação																																

■ Obras civis e infraestruturas ■ Exploração ■ Recuperação e desativação

(Página intencionalmente deixada em branco)

Em termos de escavação mineira, preconiza-se o ritmo do quadro seguinte, tendo-se considerado os dois primeiros anos da mina como fase de instalação.

Quadro II.33– Escavação anual na mina (anos de funcionamento da mina).

Anos	Material	Escavação [×10 ⁶ t/ano]		
		Opção 1	Opção 2	Opção 3
3	Útil	1,312	1,374	1,374
	Estéril	2,800	11,529	11,529
4	Útil	1,715	1,436	1,436
	Estéril	12,530	5,969	5,969
5	Útil	1,210	1,529	1,529
	Estéril	5,160	7,881	7,881
6	Útil	1,708	1,401	1,401
	Estéril	7,824	5,998	5,998
7	Útil	1,702	1,565	1,565
	Estéril	7,796	5,799	5,799
8	Útil	1,464	1,459	1,459
	Estéril	8,194	8,216	8,216
9	Útil	1,232	1,604	1,604
	Estéril	8,459	7,513	7,513
10	Útil	1,717	2,154	1,402
	Estéril	7,343	8,852	10,316
11	Útil	1,241	0,958	1,540
	Estéril	9,163	8,250	6,671
12	Útil	1,650	1,399	1,552
	Estéril	7,628	8,496	6,006
13	Útil	1,445	1,831	1,462
	Estéril	5,888	4,926	5,775
14	Útil	0,951	0,431	1,023
	Estéril	1,008	0,232	2,119

7.5.2. Horários das atividades

Na fase de implantação (Ano 1 e 2), que envolve a construção da lavaria, dos acessos, e das restantes estruturas necessárias para o início da atividade de exploração, todas as atividades decorrerão no período diurno (das 7h às 20h).

Na fase de exploração mineira, as atividades da mina decorrem com horários diferenciados, dependendo-se da operação e do local em causa. A lavaria trabalhará 24 h por dia, durante 365 dias por ano. O Quadro II.34 apresenta os períodos de trabalho da mina.

Quadro II.34 – Períodos de trabalho das diversas atividades na mina.

	Locais	Perfuração	Detonação	Lavaria	Transporte para a lavaria	Transporte de estéril
Ano 3	Pinheiro	24h em 365 dias/ano	Cada 2 dias (excluindo fins de semana e feriados)	24h em 365 dias/ano	24h em 365 dias/ano	24h em 365 dias/ano
	Grandão	Das 7h às 20h	Cada 2 dias (excluindo fins de semana e feriados)	24h em 365 dias/ano	Das 7h às 20h	Das 7h às 20h
	Reservatório	-	-	-	-	-
	NOA	-	-	-	-	-
Ano 4 a 10	Pinheiro	-	-	-	-	-
	Grandão	24h em 365 dias/ano	Cada 2 dias (excluindo fins de semana e feriados)	24h em 365 dias/ano	24h em 365 dias/ano	24h em 365 dias/ano
	Reservatório	-	-	-	-	-
	NOA	-	-	-	-	-
Ano 11 a 14	Pinheiro	-	-	-	-	-
	Grandão	-	-	-	-	-
	Reservatório	Das 7h às 20h	Cada 2 dias (excluindo fins de semana e feriados)	24h em 365 dias/ano	Das 7h às 20h	24h em 365 dias/ano
	NOA	Das 7h às 20h	Cada 2 dias (excluindo fins de semana e feriados)	24h em 365 dias/ano	Das 7h às 20h	24h em 365 dias/ano

Nos anos 15 e 16, dedicados à desativação da mina e trabalhos remanescentes de recuperação paisagística, as atividades decorrerão apenas no período diurno, ou seja, das 7 h às 20 h.

7.5.3. Planeamento da exploração na Alternativa 1

A fase de escavação mais superficial do Grandão deve começar no primeiro ano de exploração (terceiro ano da mina), de forma a produzir material suficiente para a construção da escombreira Norte. Uma vez estabelecida a área desta escombreira, a extração da corta do Pinheiro é necessária para permitir a criação e preparação atempadas da área da escombreira Sul e para o aterro (enchimento) da corta do Pinheiro, uma vez concluída a extração desta corta.

A extração da fase subjacente da corta do Grandão decorre entre os anos 4 e 9 da exploração, sendo que uma parcela significativa do estéril será armazenada na área de desenvolvimento da fase 1 já concluída.

A extração do NOA começa no ano 8 de exploração. A corta do NOA é subsequentemente aterrada após a conclusão da sua exploração, com o estéril resultante da lavra das fases 1 e 2 do Reservatório, que serão desenvolvidas nos anos 9 a 12 da operação mineira.

O Quadro II.35 e a Figura II.87 apresentam um resumo anual da exploração planeada para a Alternativa 1.

Quadro II.35 – Planeamento da Exploração na Alternativa 1 - Resumo Anual da Produção.

Alternativa 1		Total	Ano											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grandão Fase 1	Mineralização [x10 ³ t]	6 284	1 312	439	1 210	1 650	1 016	658						
	Teor % Li ₂ O	0.98	0,88	0,79	0,82	1,05	1,12	1,18						
	Estéril [x10 ³ t]	16 885	2 800	1 330	5 160	5 601	1 393	601						
Grandão Fase 2	Mineralização [x10 ³ t]	4 719				58	686	806	1 232	1 475	462			
	Teor % Li ₂ O	0.84				0,64	0,56	0,65	0,79	1,05	1,05			
	Estéril [x10 ³ t]	30 697				2 223	6 403	7 592	8 459	5 784	236			
Pinheiro	Mineralização [x10 ³ t]	1 276		1 276										
	Teor % Li ₂ O	0.99		0,99										
	Estéril [x10 ³ t]	11 2		11 200										
Reservatório Fase 1	Mineralização [x10 ³ t]	2 7									499	1570	632	
	Teor % Li ₂ O	0.93									1,03	0,93	0,85	
	Estéril [x10 ³ t]	11 824									7 675	3 527	622	
Reservatório Fase 2	Mineralização [x10 ³ t]	1 844										80	813	951
	Teor % Li ₂ O	0.96										1,23	0,97	0,92
	Estéril [x10 ³ t]	10 375										4 101	5 266	1 008
NOA	Mineralização [x10 ³ t]	523								242	281			
	Teor % Li ₂ O	0.90								0,72	1,05			
	Estéril [x10 ³ t]	2 81								1 559	1 251			
Total	Mineralização [x10 ³ t]	17 346	1 312	1 715	1 210	1 708	1 702	1 464	1 232	1 717	1 241	1 650	1 445	951
	Teor % Li ₂ O	0.93	0,88	0,94	0,82	1,04	0,9	0,89	0,79	1	1,04	0,94	0,92	0,92
	Estéril [x10 ³ t]	83 792	2 800	12 530	5 160	7 824	7 796	8 194	8 459	7 343	9 163	7 628	5 888	1 008
	Rejeitado [x10 ³ t]	13 852	1 048	1 370	966	1 364	1 359	1 169	984	1 371	992	1 318	1 154	759
	Concentrados [x10 ³ t]	3 492	264	345	244	344	343	295	248	346	250	332	291	191

Nota: anos correspondentes à exploração das cortas cujo início é apenas no ano 3 da mina, após os 2 anos de instalação.

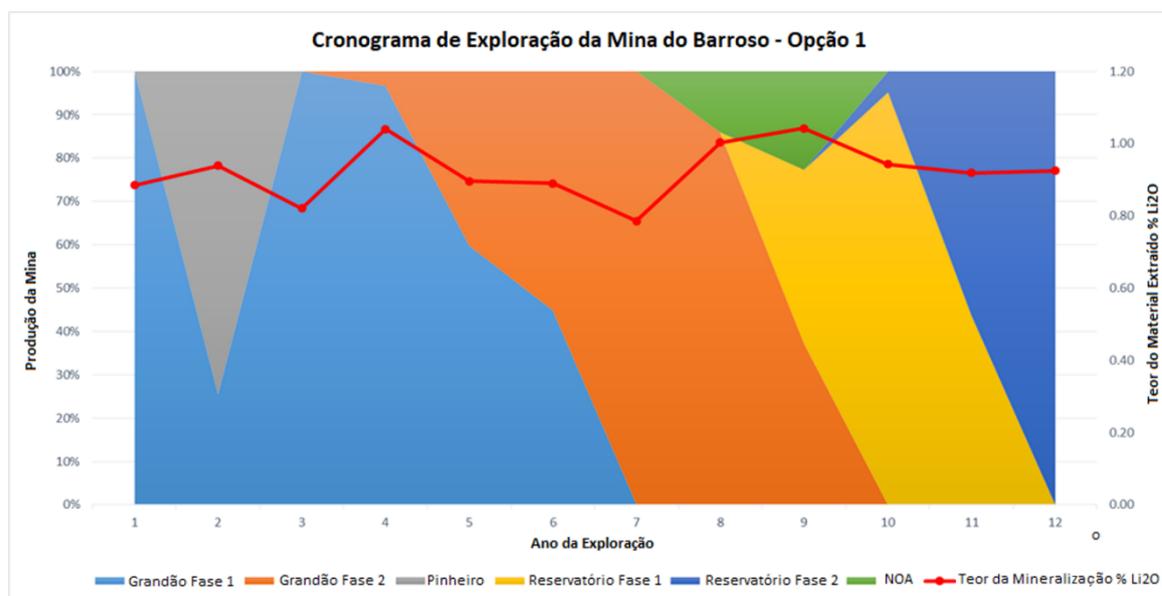


Figura II.87 - Planeamento da Exploração da Mina do Barroso – Alternativa 1.

7.5.4. Planeamento da exploração na Alternativa 2

A fase mais superficial (fase 1) da corta do Grandão apresenta a menor relação estéril-mineralização, o que irá proporcionar um melhor retorno do projeto se extraída primeiro. No entanto, existem limitações na opção 2 quanto ao local onde o estéril pode ser armazenado. Consequentemente, propõe-se a exploração integral do Pinheiro no primeiro ano, para criar espaço suficiente para o armazenamento necessário subsequente. O estéril inicial resultante da lavra do Pinheiro será utilizado para construir infraestruturas, tais como barreiras visuais e de ruído entre as cortas e os recetores sensíveis. Qualquer estéril excedente será armazenado em torno do perímetro da corta.

A exploração do Pinheiro será realizada num ano, após o qual toda a produção será obtida a partir da fase 1 do Grandão. Devido à baixa relação estéril-mineralização no Grandão, haverá uma necessidade de sobreposição de apenas um mês nos desenvolvimentos das cortas.

Devido ao volume relativamente elevado de operações de decapagem necessárias para expor a mineralização da fase 2 da corta do Grandão, é necessário utilizar capacidade de escavação adicional da extração da fase 1 no desenvolvimento da fase 2 da corta. A lavra da fase 1 do Grandão começa no início do segundo ano e termina no ano sete. A exploração da fase 2 do Grandão também começa no ano dois e termina no ano nove.

No ano 8, o desenvolvimento mineiro do NOA começa e é concluído até o final do mesmo ano, para permitir o aterro (enchimento) subsequente do vazio criado com estéril resultante das fases da corta do Reservatório, que são extraídas dos anos 8 a 12 do projeto. Para manter as taxas de produção, haverá uma sobreposição de produção entre o Grandão, NOA e Reservatório. Devido à distância entre as cortas, será necessária uma frota completa independente para cada corta.

O Quadro II.36 e a Figura II.88 apresentam um resumo anual da exploração planeada para a Alternativa 2.

Quadro II.36– Planeamento da Exploração na Alternativa 2 - Resumo Anual da Produção.

Alternativa 2		Total	Ano														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Grandão Fase 1	Mineralização [x10 ³ t]	6 284	98	1 314	1 086	1 401	1 212	592	581								
	Teor % Li ₂ O	0,98	0,86	0,88	0,79	1	1,06	1,16	1,19								
	Estéril [x10 ³ t]	16 885	328	2 771	3 989	5 998	2 543	746	511								
Grandão Fase 2	Mineralização [x10 ³ t]	4 719		123	442	0	354	867	1 023	1 631	280						
	Teor % Li ₂ O	0,84		0,65	0,56	0	0,57	0,69	0,8	1,06	1,01						
	Estéril [x10 ³ t]	30 697		3 198	3 893	0	3 256	7 470	7 002	5 786	92						
Pinheiro	Mineralização [x10 ³ t]	1 276	1 276														
	Teor % Li ₂ O	0,99	0,99														
	Estéril [x10 ³ t]	11 200	11 200														
Reservatório Fase 1	Mineralização [x10 ³ t]	2 495								0	678	1 198	620				
	Teor % Li ₂ O	0,94								0	1,02	0,92	0,87				
	Estéril [x10 ³ t]	11 692								255	8 158	2 568	710				
Reservatório Fase 2	Mineralização [x10 ³ t]	1 844										202	1 211	431			
	Teor % Li ₂ O	0,96										1,18	0,93	0,94			
	Estéril [x10 ³ t]	10 375										5 927	4 216	232			
NOA	Mineralização [x10 ³ t]	523								523							
	Teor % Li ₂ O	0,9								0,9							
	Estéril [x10 ³ t]	2 81								2 81							
Total	Mineralização [x10 ³ t]	17 141	1 374	1 436	1 529	1 401	1 565	1 459	1 604	2 154	958	1 399	1 831	431			
	Teor % Li ₂ O	0,93	0,98	0,86	0,72	1	0,95	0,88	0,94	1,02	1,02	0,96	0,91	0,94			
	Estéril [x10 ³ t]	83 659	11 529	5 969	7 881	5 998	5 799	8 216	7 513	8 852	8 250	8 496	4 926	232			
	Rejeitado [x10 ³ t]	13 688	1 097	1 148	1 220	1 119	1 251	1 165	1 281	1 720	765	1 118	1 462	344			
	Concentrados [x10 ³ t]	3 451	277	289	308	282	315	294	323	434	193	282	369	87			

Nota: anos correspondentes à exploração das cortas cujo início é apenas no ano 3 da mina, após os 2 anos de instalação.

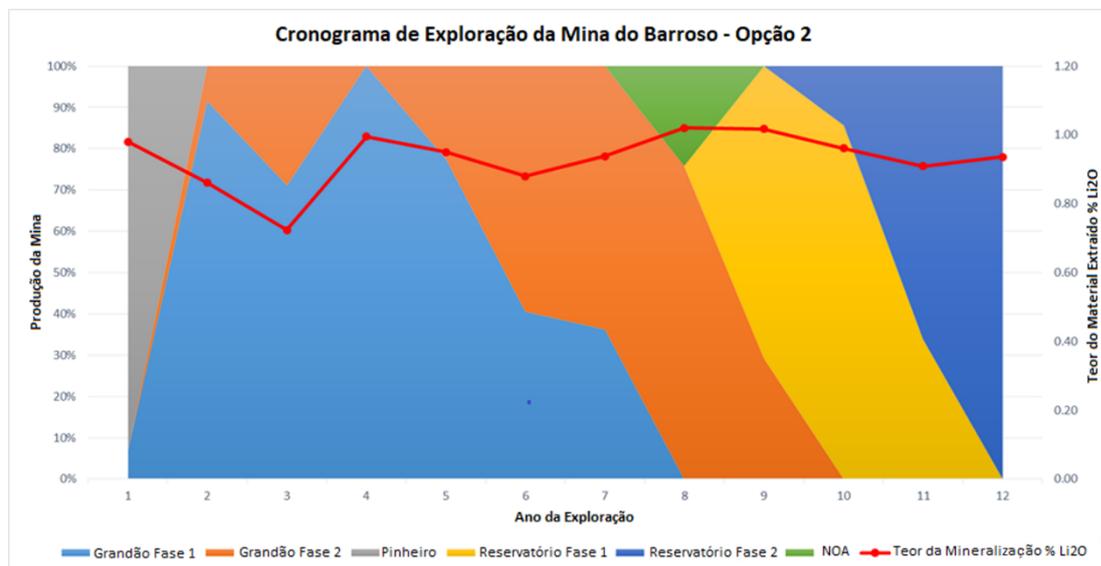


Figura II.88 - Planeamento da Exploração da Mina do Barroso – Alternativa 2.

7.5.5. Planeamento da Exploração na Alternativa 3

A Alternativa 3 segue um planeamento semelhante à Alternativa 2 nos oito anos iniciais. Entre os anos 8 e 12, as fases 1 e 2 do Reservatório são integralmente exploradas. Nesta opção 3, não é proposto aterrar a corta do NOA com estéril. Devido ao menor retorno resultante da extração do NOA, esta é extraída numa etapa mais tardia do planeamento, nos 11 e 12 anos da operação. Tal como na Alternativa 2, no ano 8 existe uma sobreposição na lavra do Reservatório e do Grandão, o que requer a utilização de uma frota mineira completa independente para cada corta.

O Quadro II.37 e a Figura II.89 apresentam um resumo anual da exploração planeada.

Quadro II.37– Planeamento da Exploração na Alternativa 3 - Resumo Anual da Produção.

Alternativa 3		Total	Ano												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Grandão Fase 1	Mineralização [x10 ³ t]	6 284	98	1 314	1 086	1 401	1 212	592	581						
	Teor % Li ₂ O	0,98	0,86	0,88	0,79	1	1,06	1,16	1,19						
	Estéril [x10 ³ t]	16 885	328	2 771	3 989	5 998	2 543	746	511						
Grandão Fase 2	Mineralização [x10 ³ t]	4 719		123	442	0	354	867	1 023	1 364	547				
	Teor % Li ₂ O	0,84		0,65	0,56	0	0,57	0,69	0,8	1,05	1,06				
	Estéril [x10 ³ t]	30 697		3 198	3 893	0	3 256	7 470	7 002	5 546	332				
Pinheiro	Mineralização [x10 ³ t]	1 276	1 276												
	Teor % Li ₂ O	0,99	0,99												
	Estéril [x10 ³ t]	11 2	11 200												
Reservatório Fase 1	Mineralização [x10 ³ t]	2 7								37	993	1 384	285		
	Teor % Li ₂ O	0,93								1,08	0,99	0,9	0,84		
	Estéril [x10 ³ t]	11 824								4 770	4 754	2 102	198		
Reservatório Fase 2	Mineralização [x10 ³ t]	1 844									0	167	1 003	674	
	Teor % Li ₂ O	0,96									0	1,2	0,94	0,93	
	Estéril [x10 ³ t]	10 375									1 585	3 904	4 348	537	
NOA	Mineralização [x10 ³ t]	523												174	349
	Teor % Li ₂ O	0,9												0,67	1,01
	Estéril [x10 ³ t]	2 81												1 229	1 582
Total	Mineralização [x10 ³ t]	17 346	1 374	1 436	1 529	1 401	1 565	1 459	1 604	1 402	1 540	1 552	1 462	1 023	
	Teor % Li ₂ O	0,93	0,98	0,86	0,72	1	0,95	0,88	0,94	1,05	1,02	0,93	0,89	0,96	
	Estéril [x10 ³ t]	83 792	11 529	5 969	7 881	5 998	5 799	8 216	7 513	10 316	6 671	6 006	5 775	2 119	
	Rejeitado [x10 ³ t]	13 852	1 097	1 148	1 220	1 119	1 251	1 165	1 281	1 119	1 230	1 239	1 167	817	
	Concentrados [x10 ³ t]	3 492	277	289	308	282	315	294	323	282	310	312	294	206	

Nota: anos correspondentes à exploração das cortas cujo início é apenas no ano 3 da mina, após os 2 anos de instalação.

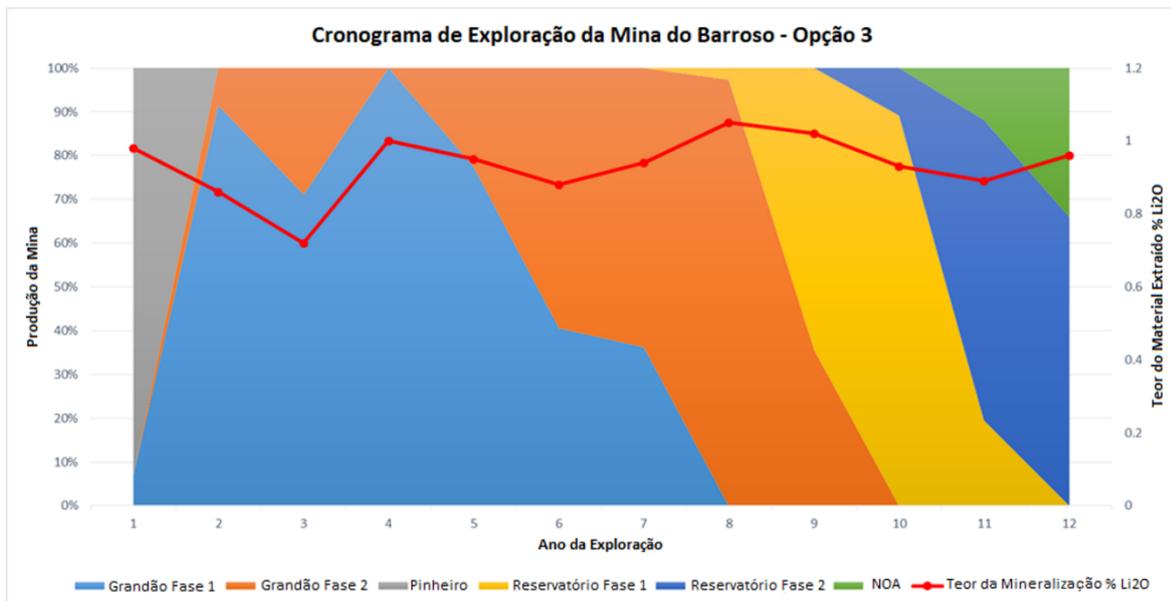


Figura II.89 - Planeamento da Exploração da Mina do Barroso – Opção 3.

7.6. MÉTODO DE EXPLORAÇÃO

7.6.1. Ciclo de produção

A atividade extrativa projetada envolve um conjunto de operações sequenciais que traduzem o circuito produtivo esquematizado no Quadro II.38 e na Figura II.90.

Quadro II.38– Ciclo de produção da mina.

FASE	DESCRIÇÃO
1. Desmatção, decapagem e armazenamento	Desmatção dos terrenos e remoção das terras que cobrem o recurso mineral, com auxílio de escavadora giratória, de pás carregadoras e de <i>dumpers</i>
2. Desmonte	Desagregação da mineralização e estéril com recurso a explosivos
3. Seleção	Identificação e marcação das zonas mineralizadas e de estéril para controlo dos teores
4. Remoção	Escavação do material fragmentado e carregamento em <i>dumpers</i> que transportam a mineralização para a zona de stock da britagem e o estéril para a escombreira
5. Tratamento	Britagem, moagem e separação da mineralização
6. Transporte	Carregamento dos produtos finais em camiões e transporte para uma instalação de expedição e/ou unidade de conversão

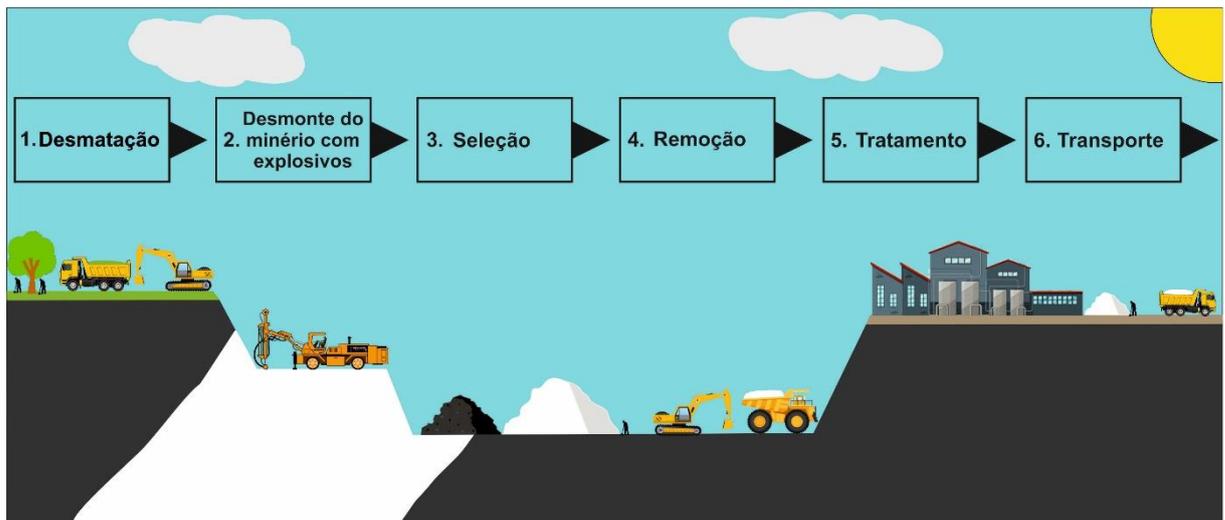


Figura II.90 – Ilustração das atividades do ciclo de produção da mina.

Nos seguintes subcapítulos é apresentada uma descrição detalhada de cada etapa do ciclo de produção.

7.6.2. Operações preparatórias

As ações de desmorte do maciço rochoso serão precedidas por um conjunto de operações preparatórias que visam garantir os parâmetros de segurança, de economia, de bom aproveitamento do recurso mineral e de proteção ambiental.

Essas atividades englobam a traçagem gradual dos acessos e das rampas, bem como a remoção das terras de cobertura (decapagem) e/ou do coberto vegetal (desmatamento).

As atividades de desmatamento e decapagem decorrerão antes do desmorte, mas deverão ser suficientemente próximas da extração, em termos temporais, para que não se afete a área de intervenção mais do que o necessário em cada período. Contudo, a desmatamento e decapagem deverão decorrer a uma distância suficiente da frente de desmorte, que não motive a interrupção da atividade extrativa ou o conflito entre as operações. Trata-se, assim, de um compromisso que deverá ser estabelecido, de forma a minorar os impactos ambientais sem consequências prejudiciais para a atividade produtiva.

As áreas que requerem desmatamento, tais como as cortas, escombrelas, stocks temporários e estradas serão marcadas por topógrafos. O coberto vegetal removido será acumulado em pilhas no perímetro e encaminhado para operadores de biomassa.

A remoção das terras vegetais é imediatamente posterior à desmatamento da área de escavação, tendo por objetivo a recuperação e preservação da camada orgânica de solo de qualidade, existente na área a escavar, para aplicação futura nos trabalhos de recuperação paisagística.

Os buldózers irão remover as terras de cobertura, até uma profundidade de 30 cm, e acumulá-las em pilhas. Estas terras serão carregadas em *dumpers* e transportadas para as designadas áreas de pargas para posterior reutilização (Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8). Será feito o levantamento topográfico das pargas e estas serão devidamente assinaladas como terras de cobertura para evitar o seu uso

acidental indevido. De referir que as terras vegetais armazenadas serão gradualmente aplicadas na recuperação paisagística, à medida que seja concluída cada fase.

As zonas que irão necessitar de decapagem da terra vegetal, em diferentes anos da mina, envolvem uma área global média de cerca de 210 ha (entre 205 ha e 216 ha em função da alternativa), que incluem principalmente:

- Acessos internos;
- Estruturas de desvio de água e decantação;
- Lavaria e Instalações de apoio;
- Área de escavação;
- Instalações de Resíduos.

Prevê-se que, no total da vida da mina, a decapagem dessas áreas gere de cerca de 420 000 m³ (entre 409 300 m³ e 431 200 m³) de terra vegetal (cerca de 20 cm de espessura). Se toda a área fosse decapada instantaneamente seriam necessárias pargas com uma área total de cerca de 21 ha. Contudo, como a área vai sendo decapada consoante as necessidades do faseamento da mina e a terra vegetal é utilizada praticamente desde o início na recuperação das áreas já terminadas (parte superior das cortas e parte inferior das escombrelas) a necessidade de área para as pargas será manifestamente inferior. Assim, os 17,7 ha previstos para o conjunto de áreas de pargas será suficiente para albergar toda a terra vegetal que será armazenada em cada momento da mina.

Refira-se que as pargas são áreas de armazenamento de terra vegetal, um recurso fundamental para a reabilitação da área da mina, não constituindo uma instalação de resíduos. Assim, transcreve-se o email recebido da DGEG em 29 de Outubro de 2020, "*Conforme solicitado no vosso email e sem prejuízo de uma diferente interpretação, a DSEF-RG considera que o armazenamento temporário das terras vegetais nas pargas por períodos superiores a 3 anos deverá ser objeto de uma autorização no âmbito do Plano de Lavra.*" (ver Anexo II-42).

A atividade de preparação englobará ainda o saneamento das frentes de desmonte e a manutenção dos acessos às bancadas, os quais evoluem com a progressão da lavra.

Assim, implementar-se-á o faseamento de exploração e de recuperação adequado, em conformidade com o estabelecido neste Plano, de modo a promover a revitalização das áreas intervencionadas no mais curto espaço de tempo possível.

Quanto às ações respeitantes à exploração, estas confinar-se-ão ao menor espaço possível, limitando-se as áreas de intervenção para que estas não extravasem e afetem, desnecessariamente, as zonas limítrofes.

7.6.3. Desmonte

O desmonte é o processo de fragmentação da rocha através do uso controlado de explosivos para permitir a lavra segura e eficiente do material a extrair. O desmonte na Mina do Barroso será necessário tanto para as rochas mineralizadas como para a rocha estéril, ao longo de toda a duração da escavação, em todos os materiais, desde a superfície até às bancadas finais na base das cortas.

O processo de desmonte é constituído por quatro etapas, mostradas abaixo:

- Realização da malha de furação;
- Carregamento (colocação do explosivo ou da carga e detonador em cada furo);
- Detonação da carga;
- Remoção do material fragmentado.

A escavação será feita desde a superfície em bancadas, com 5 metros de altura, que serão fragmentadas antes da escavação utilizando explosivos. Uma malha de furos verticais será realizada para posterior emprego de explosivos para fragmentação do maciço rochoso. A bancada desmontada será então dividida em duas zonas de 2,5 m cada e a rocha fraturada será carregada pela escavadora giratória, que irá operar na zona superior da bancada, para os *dumpers* que irão circular no nível inferior da bancada.

O ciclo de perfuração e detonação será efetuado de forma contínua, ocorrendo aproximadamente a cada dois dias. De forma a garantir a produção na unidade de processamento (lavaria), será necessário movimentar 7 500 m³ de material por dia, tendo por base o valor médio anual requerido. Assim sendo, cada pega de fogo terá de desmontar, aproximadamente, 15 000 m³ de rocha a cada dois dias para manter esta taxa de produção. O Anexo II-16 apresenta uma avaliação detalhada dos procedimentos de detonação e autorizações de segurança necessárias para os projetos da mina.

7.6.3.1. Perfuração

Os furos, destinados à colocação de explosivos, são perfurados com máquinas dedicadas, designadas perfuradoras. Estes equipamentos de perfuração são movidos a diesel e montados em rastos. A Figura II.91 mostra uma imagem deste tipo de equipamentos. O número de perfuradoras necessárias varia ao longo da vida útil do projeto e está relacionado com os requisitos de movimentação de material. Na maioria dos períodos de produção, será utilizada uma média de 2 a 3 perfuradoras. As perfuradoras irão predominantemente realizar 200 a 250 furos verticais de 102 mm de diâmetro, por pega de fogo, numa malha devidamente espaçada. O número exato de furos necessários para cada detonação depende da sua posição na corta, do tipo de rocha a desmontar e da posição da mineralização em relação aos limites da detonação. A Figura II.92 mostra uma malha de perfuração e configuração de furo típicas.

Os furos para a aplicação dos explosivos terão 102 mm de diâmetro e 5,5 m de profundidade com 2 m de tamponamento. A malha média de furos será de 3,5m x 3,5m, com 15 000 m³ de material fraturado em cada pega de fogo, sendo necessários 200-250 furos por pega.



Figura II.91 - Imagens de perfuradoras.

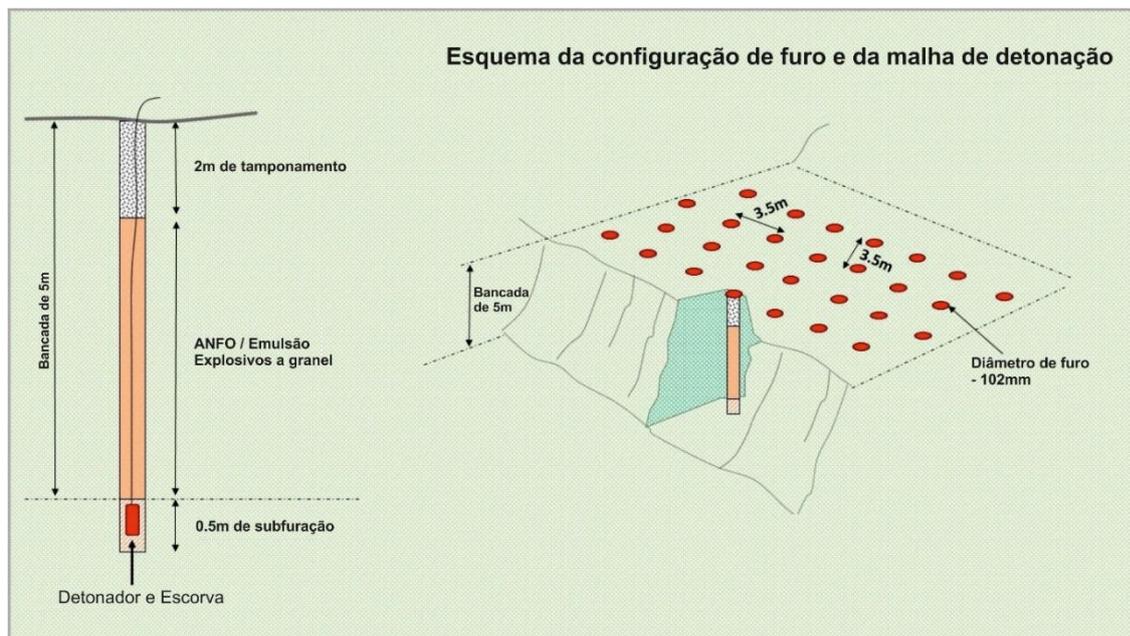


Figura II.92 - Esquema da configuração de furo e da malha de detonação.

Devido à variação da dureza das rochas presentes, serão feitas pequenas variações nos parâmetros de detonação e perfuração para maximizar a eficácia do desmonte. O Quadro II.39 apresenta um resumo dos parâmetros de desmonte e perfuração para os diferentes tipos de rochas.

Quadro II.39 - Sumário dos parâmetros de desmonte por tipo de rocha.

Tipo de rocha	Xisto alterado	Pegmatito alterado	Xisto São	Pegmatito São
Dureza	Brando	Brando médio a Duro	Médio	Duro
Consumo específico kg/m ³	0,40 – 0,55	0,50 – 0,65	0,50 – 0,65	0,70 – 0,90
Diâmetro do furo mm	102	102	102	102
Afastamento à face livre (m)	3,5	3	3	2,7
Espaçamento (m)	4	3,5	3,5	2,8
Profundidade do furo (m)	5	5	5	5
Subfuração (m)	0,5	0,5	0,5	0,5
Densidade da rocha (t/m ³)	2,65	2,65	2,65	2,65
Quantidade desmontada (t)	175	131,25	131,25	94,5
Massa de explosivos (kg)	31,46	31,46	31,46	33,71
Carga específica kg/m ³	0,45	0,60	0,60	0,89

7.6.3.2. Carregamento

Todos os explosivos serão providenciados por um fornecedor contratado, em regime de consumo diário, conforme necessário para cada detonação em separado, sendo os explosivos não utilizados restituídos ao fornecedor todos os dias. Nenhum explosivo será armazenado no local.

Os explosivos a utilizar nesta mina serão (fichas técnicas no Anexo II-35):

- Carga de fundo: Emulsão explosiva encartuchada (50x500) Senatel™ Pulsar™ (da Orica);
- Carga de coluna: Emulsão explosiva encartuchada (50x500) Senatel™ Magnafrac™ (da Orica).

Os sistemas de iniciação (não elétrico, iniciado por detonador elétrico) são:

- Detonadores – EXEL™ MS (de comprimento e atrasos variáveis, geralmente entre 4,8 m e 15 m e de atraso 475 ms – detonadores de fundo e 500 ms – detonadores de segurança);
- Ligadores de superfície – Exel™ Connectadet™ (geralmente de 4 m de comprimento e atraso variável, entre 17 e 42 ms);
- Detonadores elétricos – DYNADET™, para iniciação do sistema não elétrico de comprimento e atraso irrelevante (usado apenas para iniciar);

Os diagramas de fogo previstos para esta mina possuem alguma variação, em função da quantidade a escavar e do tipo de rocha que for desmontada em cada momento, nomeadamente a sua fraturação

fraturação e dureza. Assim, apresenta-se abaixo o consumo médio anual de explosivo previsto, que se estima poder variar em $\pm 20\%$.

Quadro II.40 - Estimativa de quantidades médias anuais de explosivo em t/ano.

Alternativa	Anos												Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Alternativa 1 [t]	920	3 050	1 390	2 070	2 060	2 080	2 080	1 970	2 220	2 010	1 600	460	21 910
Alternativa 2 [t]	2 750	1 610	2 030	1 610	1 610	2 090	1 980	2 400	1 960	2 130	1 500	160	21 830
Alternativa 3 [t]	2 750	1 610	2 030	1 610	1 610	2 090	1 980	2 510	1 790	1 650	1 580	710	21 920

Nota: O Ano 3 é o primeiro em que existe exploração na mina.

Os explosivos serão entregues no local como explosivos a granel misto, emulsão ou ANFO (Figura II.93) ou como explosivos embalados (Figura II.94) e detonadores e escorvas apropriados.



Figura II.93 - Exemplo da entrega de explosivos a granel © Copyright 2017 Orica Limited.



Figura II.94 - Exemplo de explosivos para a fragmentação de rocha.

A escorva e/ou detonador (Figura II.95) são inseridos nos furos conforme o diagrama do fogo projetado, juntamente com a quantidade necessária de explosivo a granel. Cada furo é então preenchido a topo, com 2 m de agregado grosseiro (10-12 mm), constituindo o tamponamento. Este tamponamento bloqueia o escape de gases pela boca do furo, para garantir a máxima eficácia dos explosivos.



Figura II.95 - Detonadores típicos utilizados na iniciação dos explosivos.

7.6.3.3. Detonação

Os detonadores de cada furo são ligados segundo a sequência necessária, com os retardos adequados entre cada furo, para garantir reduzidas vibrações, uma boa fragmentação e um avanço da detonação ideais.

Uma vez efetuada a ligação de todos os furos e sua verificação, o escorvamento é iniciado pelos técnicos de detonação da mina (Figura II.96).



Figura II.96 - Técnicos a preparar a detonação de um desmorte © Copyright 2017 Orica Limited.

7.6.4. Controlo de teores e extração de material

Compreender a distribuição dos teores da mineralização e otimizar a sua extração seletiva, através do controlo de teores, é essencial para o sucesso do Projeto da Mina do Barroso. O controlo de teores bem-sucedido maximizará o valor do material extraído e reduzirá o risco de não se conseguir fornecer a quantidade e a qualidade esperadas de produto à lavaria.

Devido à distinta diferença entre a mineralização e o estéril em todos os depósitos da Mina do Barroso, será possível utilizar o controlo visual de teores como um dos principais métodos de separação de materiais. Adicionalmente, a recolha de amostras escrupulosamente espaçadas, tanto de material recolhido durante o processo de perfuração para o desmote (Figura II.97) como em sondagens de circulação inversa dedicadas realizadas antes da extração, será usada para refinar a separação do material e determinar a especificação do produto.

Em todos os casos, o controlo de teores utilizará uma combinação de cartografia geológica e descrição geológica do material perfurado juntamente com análises químicas de vários elementos para definir os limites dos diferentes teores de mineralização e tipos de materiais. O processo de controlo de teores resulta na etapa final de definição da quantidade, qualidade e localização da mineralização, que por sua vez é utilizada para determinar o plano de extração da mineralização.

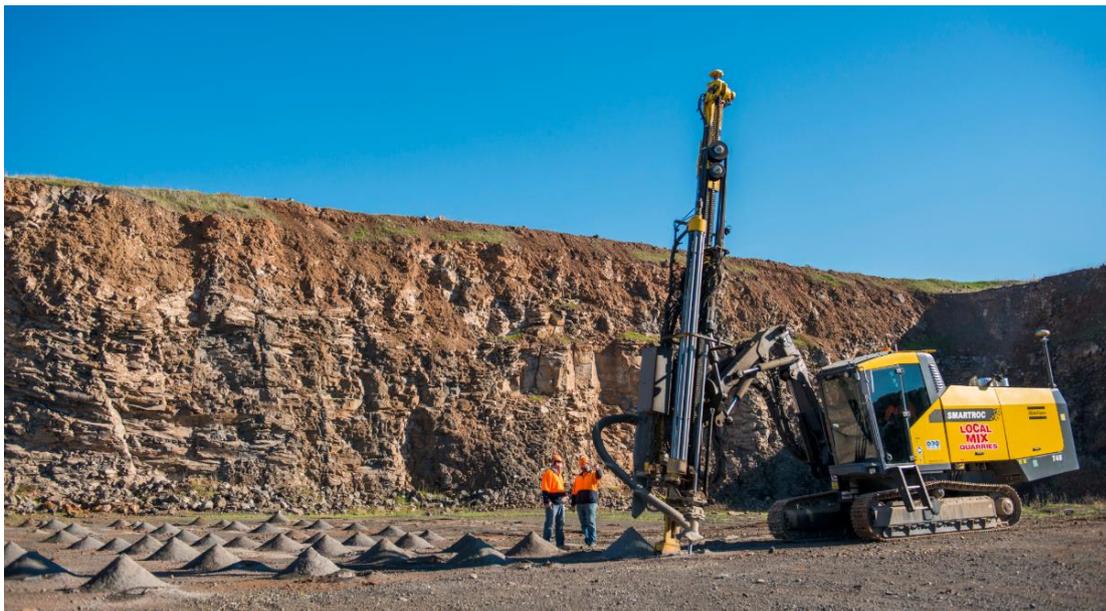


Figura II.97 - Equipamento de perfuração de desmote e controlo de teores.

As amostras de controlo de teores serão recolhidas em intervalos de 1 a 1,25 m ao longo dos furos e com espaçamento entre 3 e 10 m, dependendo do método de recolha da perfuração. As amostras recolhidas são descritas e depois sujeitas a análises químicas. Os resultados são interpretados para determinação do teor, tonelagem e limites (Figura II.98).

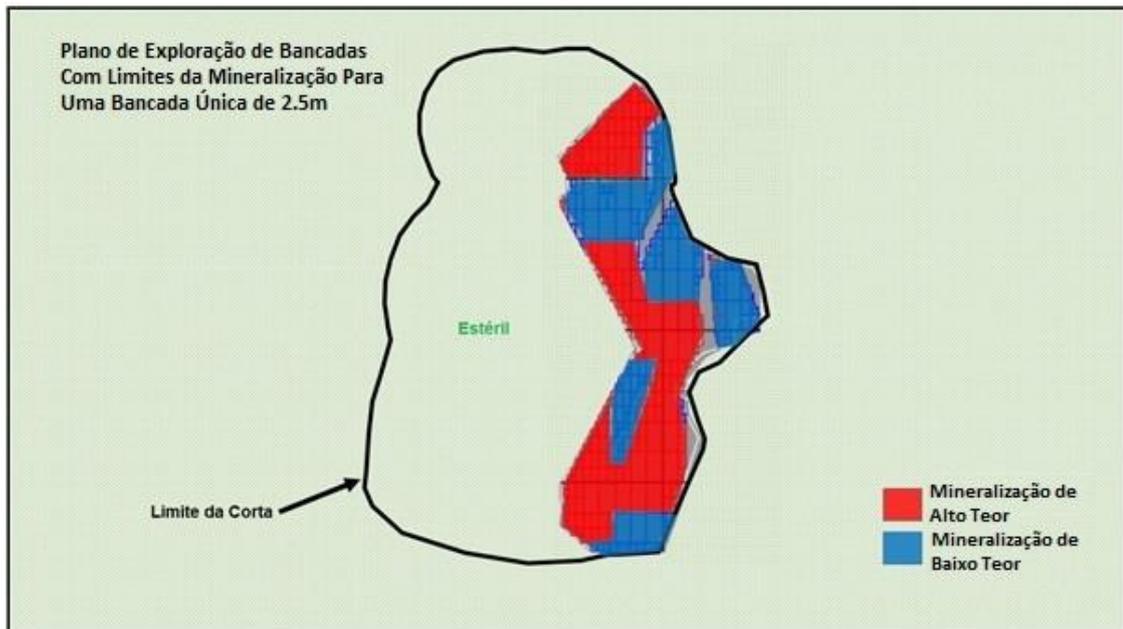


Figura II.98 - Plano de Exploração de Bancadas mostrando a classificação do material extraído.

Estes limites são então mapeados na corta (Figura II.99). É responsabilidade do geólogo da mina garantir que a mineralização seja extraída de acordo com o plano.

Os operadores da mina seguem então os limites marcados, sob as instruções do geólogo da mina, para garantir que o material dentro de cada limite é transportado para o local correto.



Figura II.99 - Marcação da mineralização na base da corta.

Uma componente essencial do processo de exploração é minimizar a perda e diluição do material, a fim de garantir a maximização do valor da mineralização. Durante o processo de exploração, é quase impossível extrair 100% da mineralização segundo limites precisos. Ao longo das zonas de contacto, na maioria das situações, mineralização é perdida e as rochas não mineralizadas (estéril) são incorporadas ao material que é transportado para a lavaria. A Figura II.100 mostra a geometria típica da mineralização

do Grandão e a configuração proposta das bancadas de desmonte, onde a diluição irá ocorrer e a mineralização será perdida.

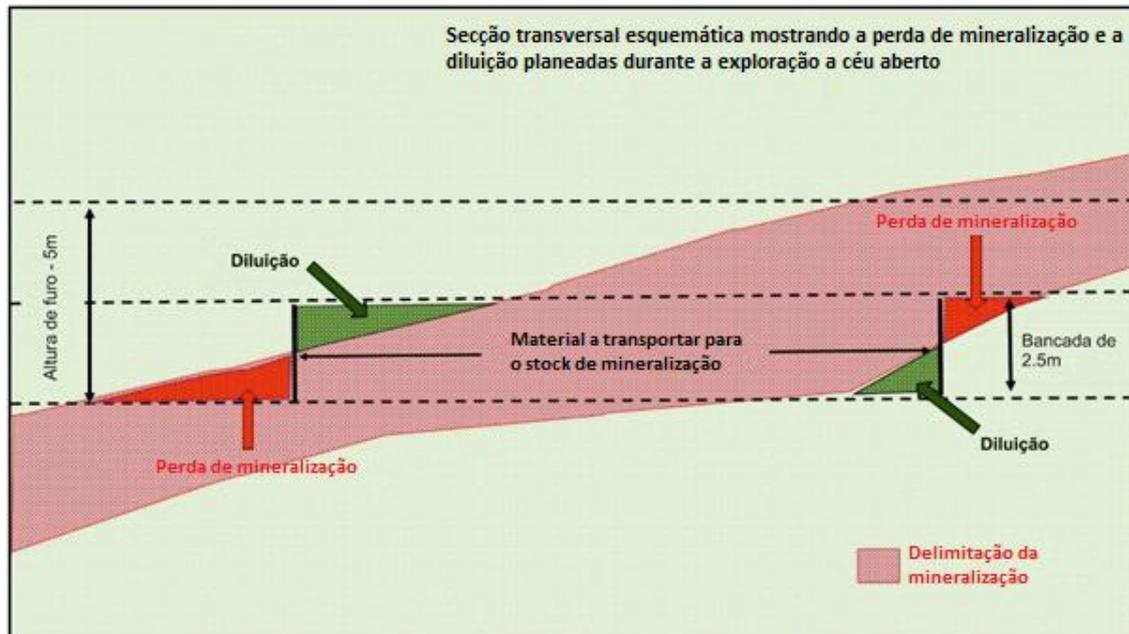


Figura II.100 - Secção transversal esquemática da perda de mineralização e diluição planeadas.

As práticas de exploração para a Mina do Barroso foram projetadas para minimizar perdas e diluição de material, mantendo taxas de produção a níveis necessários para suportar uma operação técnica e economicamente viável.

Sempre que possível e prático, a mineralização e o estéril devem ser desmontados separadamente, a fim de minimizar a diluição e a perda de material. Quando tal não é possível, devem ser utilizados indicadores vetoriais de detonação para determinar a direção e a quantidade de deslocamento da mineralização. Um indicador simples consiste em inserir 50 mm de PVC nos furos perfurados, ao longo do contacto da mineralização com o estéril e tamponamento firme para impedir a sua ejeção. O número de indicadores por explosão pode variar dependendo da irregularidade do contacto da mineralização.

Após a detonação, os indicadores irão fornecer um guia visual para diferenciar a mineralização do estéril, e os contactos da mineralização marcados poderão ser ajustados de acordo com o movimento de detonação determinado. Toda a extração de mineralização estará sob a supervisão de um geólogo da empresa ou de um assistente treinado. Um sistema de verificação de *dumpers* será implementado para garantir que os *dumpers* transportam a sua carga para a pilha correta, evitando que a mineralização seja depositada com o estéril e vice-versa.

A comparação regular (reconciliações) entre os teores extraídos estimados e os reportados pela lavaria é essencial para que as modificações possam ser feitas nas práticas de amostragem ou de estimativa para melhorar o desempenho do processo.

7.6.5. Remoção e transporte

Após o desmonte com explosivos, e perante a autorização de retoma dos trabalhos, os materiais desmontados serão carregados por pás carregadoras ou escavadoras giratórias para *dumpers* e transportados para os seus diferentes destinos.

A mineralização bruta será transportada para a unidade de processamento (lavaria) onde será beneficiada para a obtenção de dois produtos: concentrado de espodumena (exportação), quartzo e feldspato (indústria cerâmica nacional).

O estéril da exploração será encaminhado para aterro (instalações de resíduos), em função da proximidade e da alternativa em causa. Assim, em cada alternativa, o aterro a ser utilizado quando da exploração de determinada corta, será o que se encontra mais próximo, de forma a reduzir as emissões decorrentes do tráfego (CO₂, ruído, poeiras) e reduzir os custos da operação. Da mesma forma, o rejeitado da lavaria será depositado na Escombeira Sul (nas imediações dessa instalação).

As operações de transporte, responsáveis pela emissão de poeiras, são acompanhadas, nos períodos de tempo seco, por ações de limpeza da camada de partículas finas que se forma devido à passagem das máquinas e de rega do pavimento com água de forma a minimizar este impacte.

7.6.6. Armazenamento e gestão da mineralização bruta

As várias classificações do material extraído da corta serão levadas para uma área de armazenamento adjacente à unidade de processo, chamada de stock de mineralização bruta. Aqui o material é colocado em pilhas separadas de acordo com sua categoria (Figura II.101).



Figura II.101 - Vista aérea da disposição do stock de mineralização bruta.

A quantidade e o teor da mineralização que é colocada numa pilha serão registados e esta será abastecida até atingir uma quantidade designada. O material é então carregado no britador primário à medida que uma mistura das várias categorias é ajustada para obter um grau consistente de qualidade do produto, sendo depois enviada para a unidade de processamento a jusante.

A quantidade de mineralização retirada da pilha é registada e, quando esta está totalmente esgotada, é feita uma comparação entre o que foi alimentado ao britador e o que foi fornecido à pilha pela mina. Esta comparação (reconciliação) ajudará a identificar possíveis erros ou fornecerá fatores para ajudar nas futuras previsões de toneladas e teores.

A gestão do stock de mineralização bruta estará sob o controlo do geólogo da mina. A recuperação da mineralização para a alimentação do britador será controlada pelo metalurgista da lavaria, utilizando as informações fornecidas pelo geólogo da mina.

Os estéreis resultantes dos desmontes, também previamente selecionados, são posteriormente encaminhados para as escombreiras (Instalações de Resíduos), com recurso a *dumper*.

7.6.7. Tratamento e beneficiação

O tratamento e beneficiação do material desmontado será efetuado numa unidade de processamento denominada Lavaria, que ficará localizada na zona Este da mina.

A mineralização extraída é transportada para a lavaria, onde será beneficiada, obtendo-se:

- Concentrado de espodumena para exportação;
- Quartzo e feldspato para a indústria cerâmica nacional;
- Rejeitado sem valor económico que será depositado na instalação de resíduos próxima (Escombreira Sul).

Refira-se que o processo de beneficiação necessita de água, sendo esta reaproveitada em circuito fechado no processo da lavaria. Refira-se que não existe descarga de águas nesta mina, resultantes do processamento mineral.

O processo de beneficiação decorre através de fragmentação e classificação granulométrica (crivagem) numa instalação de britagem e moagem, seguindo depois para os diversos processos de separação que serão todos descritos no Capítulo 8. (Unidade de concentração de espodumena).

7.6.8. Parqueamento e expedição

Os concentrados obtidos na lavaria são colocados em pequenas pilhas, separadas por lotes. Os concentrados obtidos na lavaria são parqueados junto desta e expedidos a granel para os clientes, através de camiões fretados pela empresa.

7.7. EQUIPAMENTOS

Esta mina possuirá um conjunto de equipamentos adequados ao tipo de exploração em causa e suficientes para assegurar o seu bom funcionamento.

Todos os depósitos minerais serão explorados através das técnicas convencionais de exploração a céu aberto, usando equipamentos padrão disponíveis nos fornecedores existentes. O número de unidades de equipamentos necessárias para a operação varia ao longo da vida útil do projeto com o volume de movimentação de materiais e a distância de transporte do estéril e da mineralização. O Quadro II.41 apresenta um resumo do número de unidades de equipamento necessárias durante a operação de extração.

A Figura II.102 mostra imagens dos equipamentos de extração que se espera que sejam utilizados na Mina do Barroso.

Além dos equipamentos referidos, existem tarefas e fases específicas que poderão requerer equipamentos adicionais em regime temporário.

Quadro II.41 – Equipamentos na Mina do Barroso durante a exploração.

Equipamento	Fabricante (e modelo)	Quantidade de equipamentos durante a exploração	
		Mínimo	Máximo
Escavadora giratória	Komatsu (PC 1250)	0	1
Escavadora giratória	Komatsu (PC850)	1	2
Dumper	Caterpillar (777)	5	18
Bulldózer	Caterpillar (D9)	2	3
Camião de rega de caminhos	Caterpillar (777)	1	2
Niveladora	Caterpillar (14)	1	2
Pá carregadora frontal	Caterpillar (980)	1	1
Camião	Heino	1	1
Veículo ligeiro	Toyota	5	6
Perfuradora	Atlas Copco (D60)	1	3

Existirão na mina ferramentas mecânicas diversas (pás, picaretas, entre outros) que serão utilizadas para operações específicas. É de referir que, ao longo da vida da exploração, alguns equipamentos serão substituídos, à medida que se tornarem obsoletos, com naturais melhorias para as condições de trabalho e para o ambiente.

Os equipamentos apresentados serão adquiridos ou alugados a empresas especializadas. Os camiões de expedição serão alugados em regime de subcontratação.



Figura II.102 - Exemplos de equipamentos que se espera utilizar na Mina do Barroso.

7.8. RECURSOS HUMANOS

É intenção da Savannah que o projeto da Mina do Barroso se desenvolva de forma a assegurar trabalho contínuo para os residentes locais, na construção, fabrico e operações, tanto em funções técnicas como não-técnicas. É também intenção da Savannah assegurar formação apropriada de forma a criar uma força laboral capaz de corresponder às exigências e qualidade de trabalho necessárias para executar uma operação de sucesso.

Os requisitos laborais do projeto da Mina do Barroso podem ser divididos em dois principais departamentos, de exploração e de processamento, ambos suportados por um departamento de administração. A Savannah será responsável por todos os aspetos técnicos da operação, tanto na extração como na concentração do produto final. A supervisão dos aspetos de carácter técnico nas operações será realizada com o intuito de assegurar a qualidade do produto, juntamente com taxas de produção coincidentes com os requisitos operacionais. A Savannah também irá fornecer funções de gestão para as equipas técnicas.

Por vezes, etapas do processo de produção são mais eficientes se forem desenvolvidas por empresas especializadas contratadas. Quando necessário, a Savannah irá contratar estas empresas para desenvolver certos aspetos do processo de produção. Nestes casos, as empresas contratadas irão gerir e facultar a sua própria equipa sobre a direção da administração da Savannah.

7.8.1. Sumário e estratégia

A unidade de processamento opera 365 dias por ano, em três turnos de 8 horas por dia. Foram projetadas quatro equipas de forma a acomodar os devidos períodos de descanso. A equipa administrativa e técnica irá laborar apenas num turno diurno, 5 dias por semana, com flexibilidade para cobrir períodos fora de turno, se assim for necessário.

Os recursos humanos a afetar ao projeto variam ligeiramente ao longo da operação. Os requisitos atingem os valores máximos em períodos de produção máxima, períodos esses tipicamente associados à transição da operação entre cortas. Nestas fases, existe uma necessidade acrescida tanto de operadores como de pessoal técnico. O total de mão-de-obra requerida varia entre 201 e 243. O Quadro II.42 lista os intervalos de equipas necessárias para cada departamento e a Figura II.103 sumariza a estrutura organizacional e o número de departamentos.

Quadro II.42 - Sumário de mão-de-obra requerida para o projeto.

Departamento	Número Mínimo de Funcionários	Número Máximo de Funcionários
Administração	19	23
Exploração e Geologia	25	30
Serviços Subcontratados	88	113
Processamento	69	77
Total	201	243

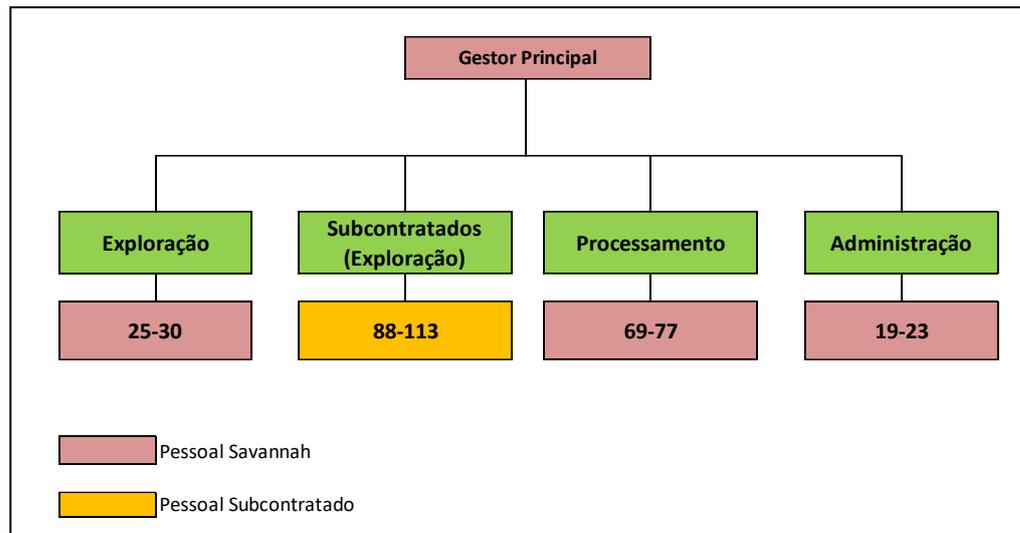


Figura II.103 - Sumário de mão-de-obra requerida para o projeto.

Está previsto que a maioria das posições operacionais seja preenchida por mão-de-obra existente na região e de centros regionais do Norte de Portugal. Este projeto requer algumas qualificações técnicas específicas que dificilmente serão atendidas com mão-de-obra local/regional. É expectável que a maioria destas posições possa ser obtida em países europeus com indústrias mineiras mais maduras, tais como Espanha e Europa Oriental.

7.8.2. Pessoal da exploração

A operação mineira irá ser gerida pela Savannah, que irá providenciar a necessária equipa técnica para assegurar que a mineralização extraída satisfaz os requisitos da empresa ao nível da qualidade do produto, taxa de produção e segurança da operação. Para a tarefa física de movimentação de material, será contratada uma empresa especializada (empreiteiro) que irá fornecer, operar e manter equipamentos mineiros adequados. Esta empresa terá experiência em operações mineiras de média a grande escala e irá fornecer e gerir a equipa necessária para operar e efetuar a manutenção dos equipamentos.

Funcionários da Empresa

A estrutura de gestão proposta pode ser observada na Figura II.104. A maioria dos funcionários da empresa mineira estará envolvida na supervisão e no contributo de informação técnica nas atividades mineiras. O departamento de exploração terá quatro subdepartamentos que compreendem:

- Gestão da Mina
- Planeamento da Mina
- Topografia
- Geologia da Mina

O Gestor da Exploração irá reportar diretamente ao Gestor Principal do Projeto e tem a responsabilidade de gerir os departamentos associados de forma a responder aos objetivos e diretrizes da empresa.

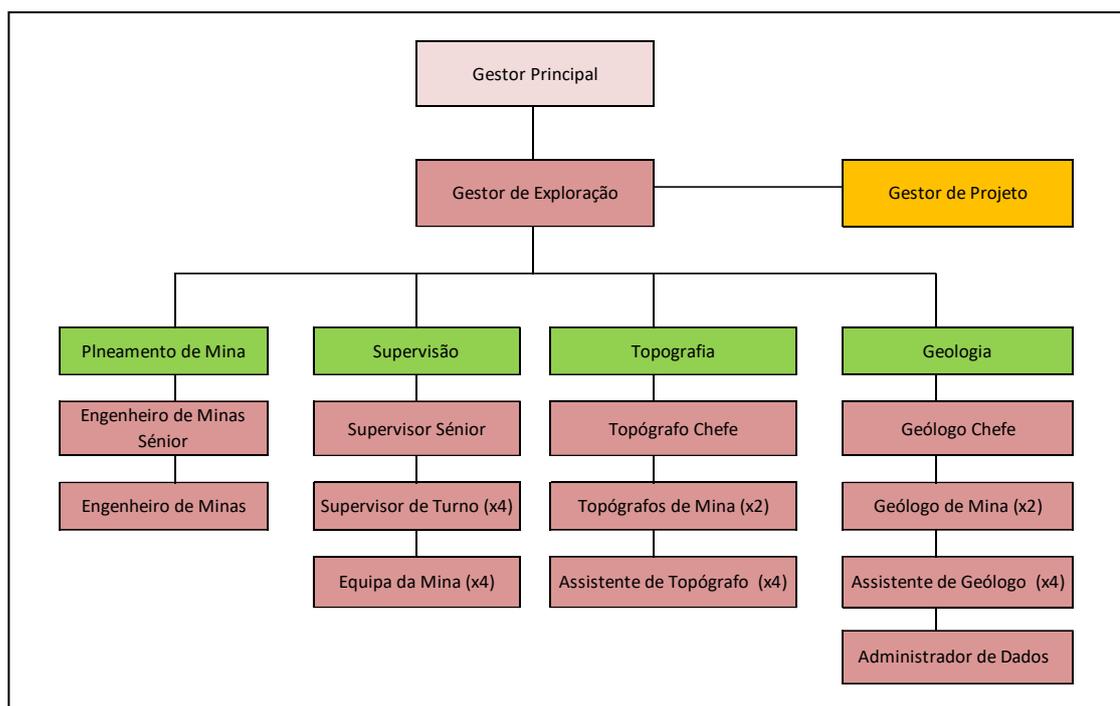


Figura II.104 - Organização da Estrutura do Departamento de Exploração da Empresa.

O subdepartamento de planeamento será responsável por compilar a curto, médio e longo prazo os planos para o projeto. Esta informação irá ser fornecida aos empreiteiros assim como à equipa da lavaria, de forma a permitir o planeamento das suas atividades. O departamento de planeamento será também responsável por estimar e reportar as estatísticas de produção, com uma frequência semanal e mensal. Também irão fornecer informações aos empreiteiros para que estes possam preparar a documentação mensal dos serviços prestados. Este subdepartamento também será responsável por atualizar os planos da mina e desta forma compreender progresso das faces de desmonte da mina.

Os supervisores da empresa irão monitorizar as operações executadas pelos empreiteiros para assegurar que os requisitos da empresa estão a ser cumpridos. São esperadas quatro equipas de produção, ou seja, dia, final de tarde, noite e descanso, sendo necessário um supervisor para cada uma. O Supervisor Sênior estabelecerá contacto direto com o Gestor de Projeto do empreiteiro assim como com os outros departamentos de forma a garantir que os empreiteiros recebem as instruções atempadamente. A Savannah terá uma equipa de dia que será responsável por executar os trabalhos que não estão incluídos no contrato de serviços do empreiteiro.

Os topógrafos definirão os limites da exploração, medirão os volumes de produção e fornecerão todos os dados necessários para os outros departamentos.

O departamento de Geologia terá a responsabilidade de:

- Encarregar-se das atividades de controlo de teores;
- Supervisionar a exploração da mineralização;
- Monitorizar a movimentação da mineralização desde a corta até ao britador;

- Registrar dados de produção;
- Reconciliar os dados do material extraído e mineralização processada.

Será necessário um acompanhamento constante, na eventualidade da mineralização ter de ser extraída nos turnos do final de tarde ou de noite, sendo, portanto, necessários dois geólogos. Cada geólogo contará com dois assistentes. Um técnico de dados irá registar a informação de produção gerada pelos geólogos.

Prevê-se que seja necessário um total de 25 a 30 funcionários da empresa para o Departamento de Exploração.

Funcionários Subcontratados

As operações serão realizadas por empreiteiros, que terão um Gestor do Projeto responsável. O Gestor do Projeto irá estabelecer a ligação com o Gestor da Exploração da empresa e será responsável pelas atividades executadas pelas suas equipas.

O número de funcionários subcontratados irá variar dependendo do nível de atividade, ou seja, da quantidade de material explorada. A Figura II.105 apresenta o quadro organizacional proposto, num período médio de exploração, onde a principal variação será o número de operadores necessários, resultante por sua vez da variação das taxas de produção ao longo da vida da mina.

Os empreiteiros irão operar um elevado número de equipamentos, o que requer uma manutenção regular, de forma a assegurar que estes equipamentos estão disponíveis a operar. Consequentemente, existirá uma vasta equipa de manutenção, que inclui mecânicos, soldadores e eletricista de veículos. Uma equipa de dois elementos abastecerá os consumíveis (óleo e combustível) dos equipamentos de rastos, que não regressam à oficina na mudança de turno.

A produção de turno estará a cargo de um supervisor que assegurará que o equipamento apropriado está a ser utilizado e operado em segurança, no local certo e da forma correta. O número de operadores irá depender do número de equipamentos necessários para o trabalho. É estimado que serão necessários 30 a 40 operadores.

A perfuração e detonação, necessárias para fragmentar a rocha antes da escavação, irão ser executadas por equipas especializadas. As equipas de perfuração irão trabalhar em 3 turnos de 8 horas, enquanto que a equipa de detonação irá trabalhar num único turno diurno, visto que as detonações só ocorrerão durante o dia.

Será empregue uma equipa de administração para auxiliar o Gestor do Projeto. O departamento de aprovisionamento será responsável por, em tempo útil, encomendar e adquirir peças, pneus, combustível e lubrificantes. Assume-se que o processamento salarial será efetuado no local. São estimados entre 88 a 113 funcionários para desempenhar estas funções.

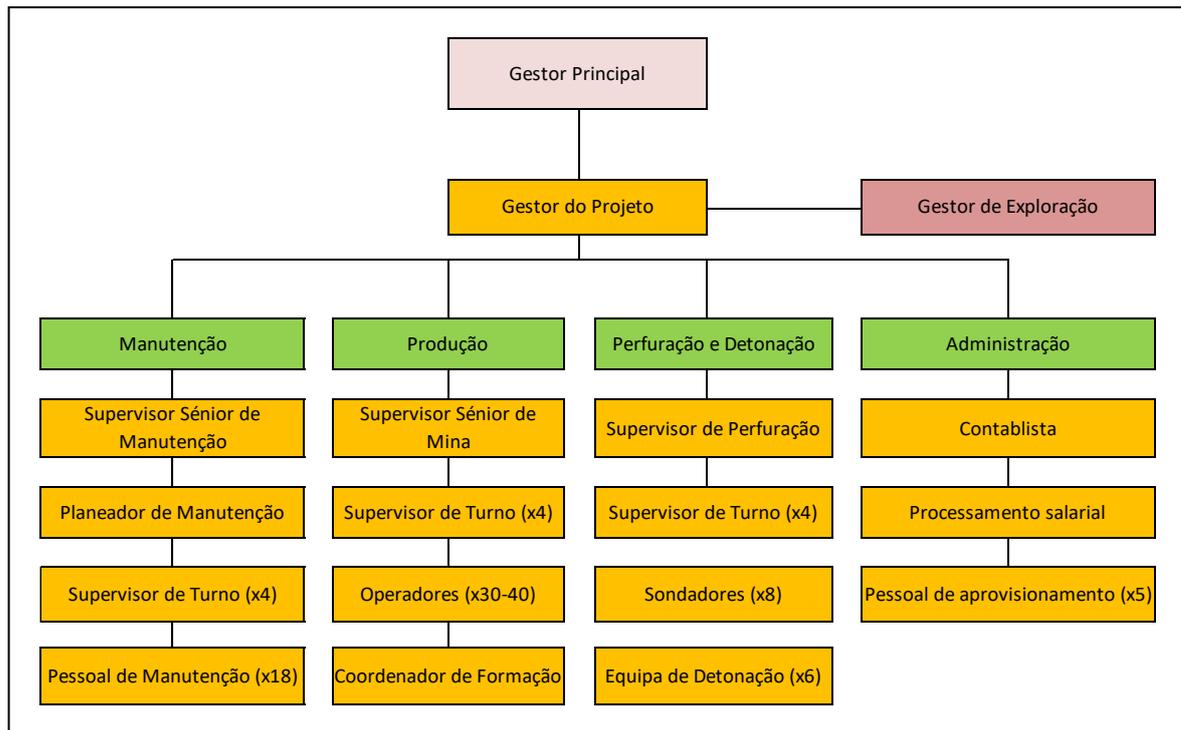


Figura II.105 - Estrutura Organizacional dos Empreiteiros.

7.8.3. Pessoal de Processamento

A Savannah será responsável por toda a operação da unidade de processamento e todo o pessoal afeto à lavaria será contratado pela Savannah. A unidade de processamento será operada sob a direção do Gestor de Processamento, que irá reportar ao Gestor Principal. A operação diária da unidade estará a cargo do supervisor de turno, que terá 6 operadores por turno que, por sua vez irão operar os circuitos de britagem, moagem e flutuação. A operação da lavaria será suportada por uma equipa de manutenção dedicada, de forma a assegurar que a segurança e a produtividade dos equipamentos se mantêm no nível máximo.

As operações técnicas da lavaria são geridas por uma equipa de metalurgistas especializados e técnicos laboratoriais, que serão responsáveis por atingir as taxas de recuperação pretendidas e as especificidades do produto requeridas.

O processo de empilhamento a seco de rejeitados, utilizado na Mina do Barroso, requer uma equipa dedicada de forma a assegurar um correto e eficiente transporte e disposição dos rejeitados na unidade de armazenamento de estéreis. Este processo será gerido por um supervisor de turno que terá a cargo uma equipa de 3 operadores de máquinas.

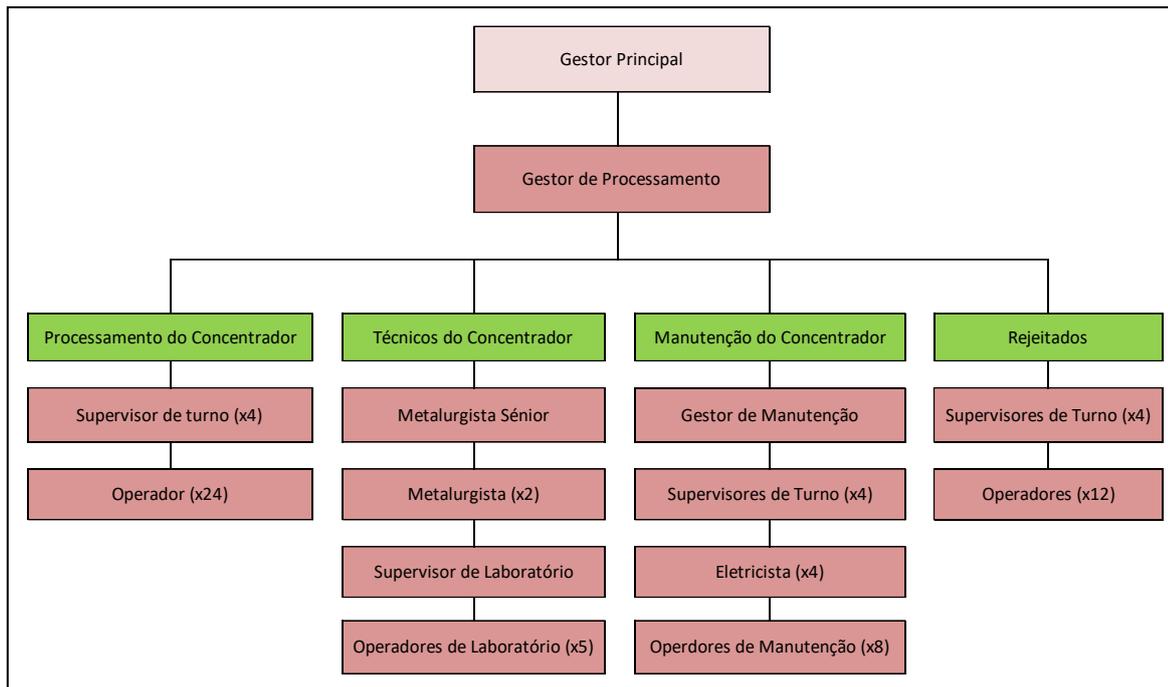


Figura II.106 - Estrutura organizacional da Unidade de Processamento.

7.8.4. Pessoal Administrativo

Para uma operação eficiente dos departamentos de exploração e de processamento é necessário o apoio administrativo de várias funções. O Gestor Principal tem a responsabilidade dos seis departamentos administrativos de Tecnologia, Contabilidade, Higiene e Segurança, Ambiental, Recursos Humanos e Logística. Cada um destes departamentos irá interagir, à medida do requerido, com as funções de exploração e de processamento a fim de garantir que todas as necessidades das operações são acauteladas. A Figura II.107 apresenta o quadro organizacional do departamento administrativo.

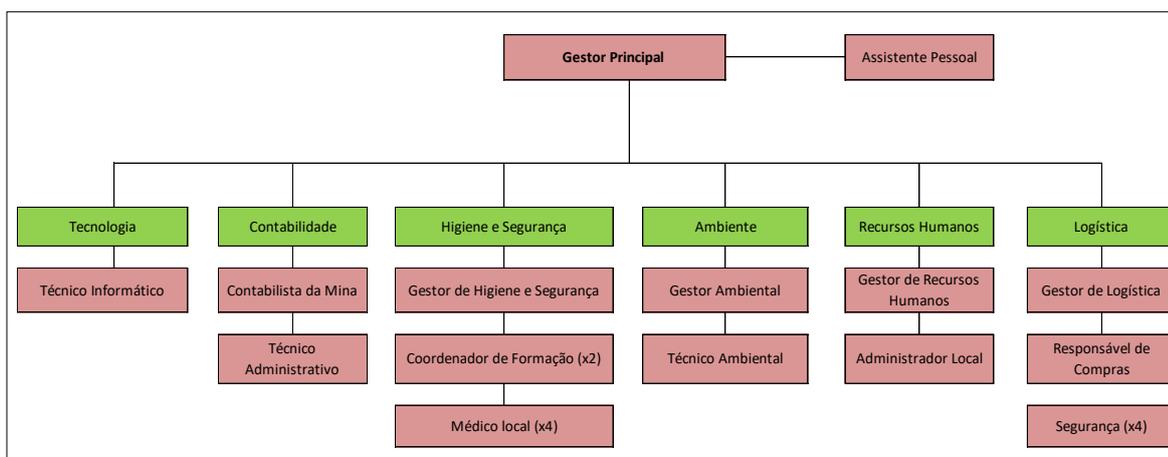


Figura II.107 - Quadro organizacional do Departamento Administrativo.

A exploração da mina será ainda apoiada por um conjunto de especialistas técnicos, que garantem um acompanhamento adequado dos trabalhos a vários níveis, contribuindo para a otimização dos processos de exploração, para o cumprimento do Plano de Lavra e para a garantia de condições de segurança nos desmontes.

Realizar-se-ão ações de formação e divulgação ambiental e patrimonial aos trabalhadores da mina sobre as normas e cuidados a ter em conta no decorrer dos trabalhos, nomeadamente com vista ao cumprimento das condições apresentadas na DIA e demais legislação ambiental aplicável.

7.9. INSTALAÇÕES AUXILIARES

Conforme foi referido, esta mina possui uma lavaria para concentração de espodumena. Integradas nesta unidade, existirão outras instalações de apoio à exploração, das quais se destacam depósitos de combustível, oficina mecânica, armazém, escritório, laboratório, balneários, sanitários, posto médico e de primeiros socorros, refeitório, etc. Existirá também, junto à lavaria, uma zona de estacionamento de automóveis.

Todas as instalações sociais e de higiene serão dimensionadas para os funcionários referidos, de acordo com as exigências legais e normativas, e serão alvo de limpeza diária.

Junto a cada corta em exploração, existirão instalações sanitárias contentorizadas para servir os funcionários que operam nessa corta. Em cada corta as instalações sociais e de apoio apenas permanecerão até que os respetivos trabalhos de exploração sejam concluídos.

Junto à lavaria será também instalada uma Estação de Tratamento de Águas Mineiras (ETAM), com vista a recolher as águas que circulam nas valas e zonas de expedição, tratá-las e incorporá-las no processo da lavaria.

De referir que as poeiras a gerar deverão possuir sílica livre, pelo que serão tomadas medidas para prevenir problemas de silicose aos trabalhadores, principalmente nos ambientes fechados e secos (britagem). Foi feita uma avaliação dos riscos e medidas preventivas necessárias para eliminar a exposição à poeira com sílica que está incluída no Anexo II-17. Estas medidas de prevenção de poeiras foram incorporadas nos procedimentos operacionais do projeto e as necessárias características de dimensionamento das instalações da britagem e da lavaria já foram incluídas na construção do projeto, de modo a que o risco de exposição à poeira com sílica foi eliminado. Nas áreas a céu aberto da envolvente não existem problemas relacionados com esta doença profissional.

8. UNIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE ESPODUMENA

Para se proceder à separação da espodumena da rocha hospedeira, a rocha extraída necessita ser processada. A primeira etapa deste processamento envolve o tratamento do material numa unidade de beneficiação/concentração, que inicia este processo separando fisicamente a espodumena do restante material para assim produzir um concentrado. A principal tarefa do concentrador é afastar a maior quantidade possível de material sem interesse económico, para reduzir a quantidade de material a transportar e tratar na próxima etapa do processamento, que ocorre em instalações externas à Mina do Barroso.

A unidade de concentração (Lavaria) irá receber a rocha com um teor médio de cerca de 1 % de Li_2O concentrando-o até aproximadamente 5,5 a 6,0 % de Li_2O . Durante este processo, a massa será reduzida de cerca de 1 500 000 t/ano (entrada) para aproximadamente 180 000 t/ano (saída).

A lavaria da Mina do Barroso irá conter as seguintes áreas do processamento primário, que serão descritas nas secções seguintes:

- Britagem; Britador primário e britadores secundário e terciário;
- Remoção da mica; Classificador de refluxo;
- Moagem; Moinho de bolas;
- Separação Magnética; *WHIMS*;
- Flutuação;
- Filtragem, remoção do excesso de água e armazenamento do concentrado;
- Filtragem, remoção do excesso de água e armazenamento dos rejeitados;

8.1. AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DA UNIDADE DE CONCENTRAÇÃO DE ESPODUMENA

Parte do trabalho de desenvolvimento que a Savannah realizou para o Projeto Mina do Barroso até o momento incluiu uma avaliação da localização da unidade de concentração de espodumena dentro dos limites da concessão. Foram consideradas duas opções durante esta avaliação, que estão destacadas a amarelo na Figura II.108.

Os objetivos do projeto conceptual para a localização da lavaria estão resumidos a seguir:

- Providenciar uma área com tamanho e formato adequados para a construção da unidade de processamento.
- Garantir condições de fundação estáveis para a infraestrutura crítica da lavaria.
- Minimizar os trabalhos de terraplenagem.

- Manter a estrutura dentro do limite atual da concessão.
- Limitar o impacto visual e de ruído.
- Limitar a área intervencionada.
- Minimizar as distâncias de transporte da mineralização durante a vida útil do projeto.
- Controlar o escoamento superficial e reduzir a geração de sedimentos.

Os parâmetros de desenho adotados para a localização da lavaria estão resumidos a seguir.

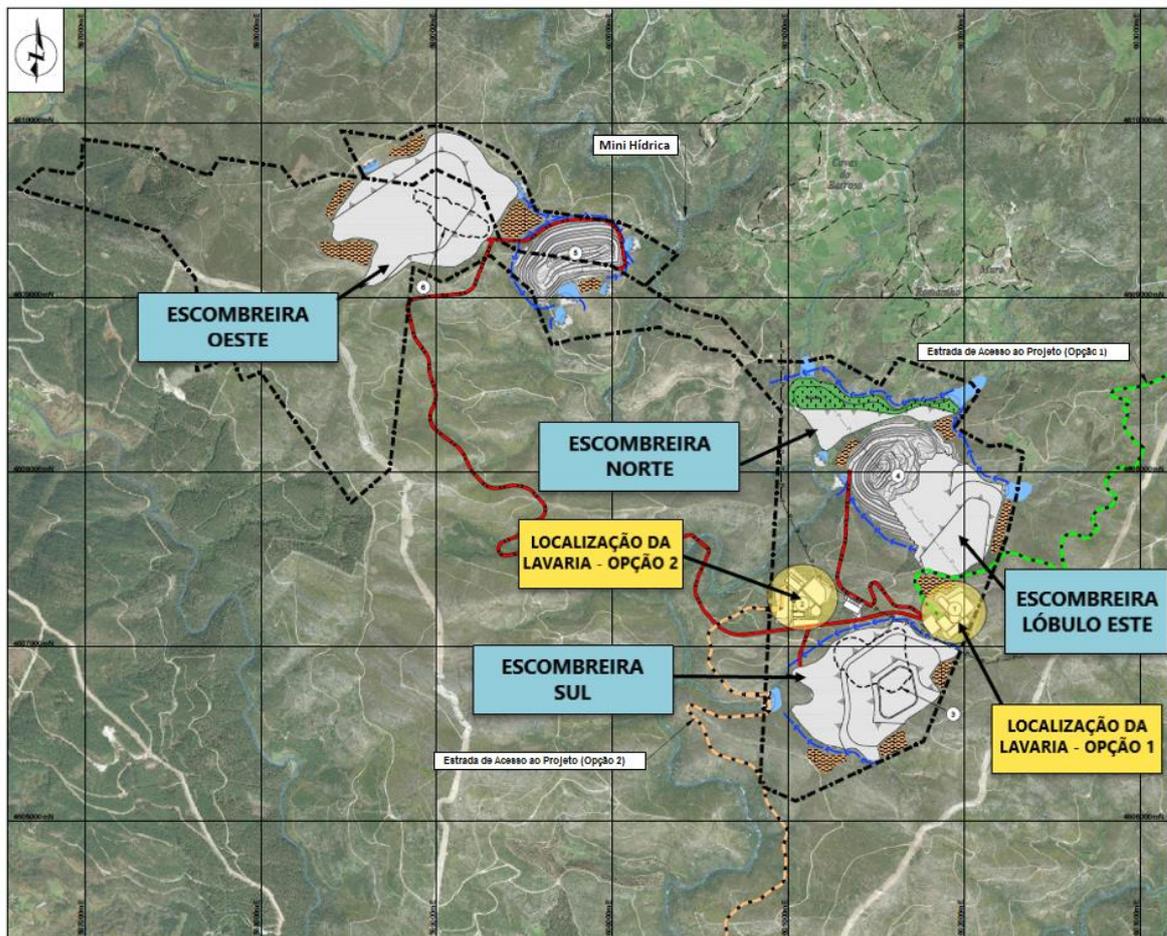


Figura II.108 - Opções de localização da unidade de concentração espodumena.

As opções de localização da lavaria consideradas foram a Nordeste e Noroeste da corta do Pinheiro, perto da escombreira sul (que irá armazenar os rejeitados).

Quadro II.43 - Parâmetros de desenho dos trabalhos de terraplenagem da lavaria.

Parâmetro	Valor
Drenagem:	
Sistema Captação do Escoamento Superficial	T = 100 anos
Critérios de dimensionamento das passagens hidráulicas	T = 10 anos
Critérios de dimensionamento da valeta	T = 100 anos
Afastamentos Mínimo	5 m até ao limite 15 m até linhas elétricas
Trabalhos de terraplenagem dos terraços	Talude de escavação = 1V:0,5H (rocha < 6 m) Talude de enchimento = 1V:2,5H Parede de Gabião nos taludes de enchimento = 1V:0,25H com reforço de geogrelha Talude do Terraço 2%
Áreas de Trânsito	Talude das estradas: Longitudinal <10% Transversal 2% Pavimento: 250 mm sub-base 100 mm camada de desgaste
CONSTRUÇÃO	
Materiais de Construção	
- Enchimento Especificado (Zona C)	Retirado das áreas de escavação.
- Material da Sub-Base	Material selecionado resultante das áreas de escavação.
- Material de camada de desgaste	Material selecionado resultante das áreas de escavação.
- Material de proteção à erosão (Zona E)	Retirado de áreas de empréstimo selecionadas.
- Enrocamento de gabiões	Material selecionado resultante das áreas de escavação.
PARGAS E ESCOMBREIRAS	
Pargas	Altura máxima 2 m Talude de enchimento = 1V:2,0H
Escombreyras	Talude de enchimento = 1V:3,5H
CONTROLO DE SEDIMENTOS	
Controlo	Todo o escoamento superficial será direcionado para estruturas de controlo de sedimentos, quando possível.
Contenção	Quando prático / possível
Execução	Captura sedimentos finos para eventos de tempestade com T < 10 anos
REABILITAÇÃO	
Taludes de escavação e enchimento	Instalação de vegetação herbácea, quando prático.

A localização e avaliação das opções são discutidas nas seções abaixo.

8.1.1. Opção 1 – Localização a cotas mais elevadas

A localização da Opção 1 para a lavaria, entre as cortas do Grandão e do Pinheiro, está situada aproximadamente a 200 m a su-sudeste da corta do Grandão, próxima do topo de uma linha de cumeeira. Devido à topografia favorável deste local, seriam necessários trabalhos mínimos de terraplenagem e um único terraço contínuo seria formado para acomodar o concentrador. Tal simplificaria bastante as atividades de construção, operação e manutenção.

Devido à sua localização no topo de uma bacia hidrográfica, não é necessário qualquer desvio de água para controlar o escoamento superficial a montante. A menor área de bacia afeta, na qual será necessário gerir o escoamento superficial da precipitação, também melhorará a eficiência dos sistemas de controlo de sedimentos.

De notar que partes da lavaria neste local são visíveis da vila Covas do Barroso e irão gerar ruído audível na vila. A localização é ocultada do campo visual das aldeias de Covas e Romainho por uma área de pinhal, e os trabalhos de escavação e enchimento para a construção do terraço irão proporcionar uma barreira adicional ao rebaixar a lavaria nas obras de terraplenagem.

O limite norte da área de implantação da lavaria está localizado dentro do perímetro de segurança da detonação de 300 m da corta do Grandão. Esta proximidade terá de ser gerida nos primeiros cinco anos de operação, durante os quais o Grandão será explorado. O posicionamento da lavaria neste local também irá resultar em custos mais elevados de transporte e manutenção de estradas, pois o material irá necessitar de ser transportado do fundo da corta do Grandão para o topo da linha de cumeeira, implicando um desnível de aproximadamente 100 m.

A Opção 1 situa-se na encosta acima da corta do Grandão, adjacente à estrada existente de direção aproximada norte-sul que atravessa a área do projeto.

O local da Opção 1, por se situar próximo das cortas do Grandão e Pinheiro, mantém a distância de transporte de material num valor mínimo e está a uma distância suficiente das aldeias vizinhas, para minimizar os impactes visuais e sonoros.

8.1.2. Opção 2 – Localização a cotas mais reduzidas

A Opção 2 da unidade de processamento está localizada no limite da concessão, a sudoeste da corta do Grandão numa ligeira depressão/curso de água menor. Os trabalhos de terraplenagem exigirão uma operação significativa de escavação e enchimento para formar terraços para a instalação da unidade de processamento. Serão construídas estradas entre os terraços para efeitos de acesso.

Os terraços individuais irão apoiar cada parte da infraestrutura da unidade de processamento. O acesso em redor e entre as estruturas será limitado, comparado com a Opção 1 devido à separação dos terraços individuais com taludes de escavação/enchimento entre eles.

Devido à disposição da lavaria em socalcos, a Opção 2, implantada em terreno mais acidentado, apresenta o maior volume de trabalhos de terraplenagem das duas opções consideradas.

Serão necessárias algumas estruturas de desvio de água a montante. Devido à proximidade da localização da Opção 2 ao limite do projeto, o espaço restante para estruturas de gestão de sedimentos é limitado.

A vantagem desta localização está no facto da unidade de processamento não ser visível a partir das aldeias da envolvente.

8.1.3. Avaliação da localização

Como parte da análise das opções potenciais da localização da lavaria, foi utilizado um sistema de classificação para fornecer uma avaliação quantitativa das diferentes opções base em critérios considerados. Os critérios utilizados foram agrupados em cinco secções: custos, impactes ambientais, impactes sociais, desafios operacionais e desafios de encerramento. Foi atribuído a cada secção um fator de ponderação, com base nos riscos/impactes e desafios previstos na opção de localização. Uma pontuação foi então atribuída a cada item para construir uma classificação dos critérios.

A tabela completa da avaliação da classificação é apresentada no Anexo II-18 e o Quadro II.44 apresenta o seu resumo. A classificação utilizada identifica a Opção 2 como a localização preferida, com base em todos os critérios, nomeadamente devido à maior classificação dos impactes sociais.

Quadro II.44 - Avaliação de classificação ponderada para as opções de localização da lavaria.

Critério de Avaliação	Fator de Ponderação	Opção 1		Opção 2	
		Valor	Posição	Valor	Posição
	%				
Custos	20	615	1	285	2
Ambiental	14	560	1	294	2
Social	50	362	2	910	1
Operacional	15	424	2	620	1
Encerramento	1	50	1	30	2
TOTAL	100	2011	2	2139	1

8.1.4. Comparação dos custos de capital

O custo da preparação das opções de localização para a construção da lavaria é baseado no volume e extensão dos trabalhos de terraplenagem necessários em cada local. O Quadro II.45 mostra uma comparação das principais quantidades de trabalhos de terraplenagem para os dois locais.

Todo o material escavado excedente será utilizado na construção de bermas de segurança ou outras infraestruturas rodoviárias de transporte de material ou será transportado e armazenado numa das instalações de armazenamento de rejeitados, para ser utilizado no processo de construção ou de reabilitação.

Quadro II.45 - Resumo da quantidade de obras de terraplenagem.

Item	Unidade	Opção 1	Opção 2
Escavação	m ³	140 000	390 000
Enchimento	m ³	65 000	61 000
Bruto	m ³	75 000 (Excedente de escavação)	330 000 (Excedente de escavação)
Área de afetação 2D	m ²	52 000	60 000
Área de afetação 3D	m ²	56 000	68 000

Com base nesses volumes, foram estimados custos preliminares para cada opção. Os custos estão resumidos no Quadro II.46.

Quadro II.46 - Comparação preliminar de custos.

Item	Valor	Unidade	Custos de Terraplenagem	
			Opção 1	Opção 2
Escavação de solo 10%	2,43 €	m ³	37 000 €	97 000 €
Escavação de rocha 90%	8,33 €	m ³	509 000 €	2 416 000 €
Escavação + enchimento de rocha	9,72 €	m ³	634 000 €	592 000 €
Desmatação	0,24 €	m ²	14 000 €	18 000 €
TOTAL			1,20 M €	3,12 M €

8.1.5. Conclusões

Atendendo ao apresentado, podem ser retiradas as seguintes conclusões:

- Na Opção 2, a área disponível dentro dos limites atuais da concessão resulta em restrições e num aumento dos trabalhos de terraplanagem.
- A Opção 1 encontra-se mais próxima da aldeia de Covas do Barroso, o que aumentará os problemas associados à perturbação visual e/ou sonora.
- A opção mais simples para a unidade de processamento, entre as consideradas, é o local da Opção 1, situado na linha de cumeeira imediatamente a oeste da corta final do Grandão. Esta localização é parcialmente visível a partir da aldeia de Covas do Barroso.
- A Opção 2 fica fora do perímetro de segurança da detonação de 300 m do Grandão. No entanto, está localizada dentro do perímetro de segurança da detonação do Pinheiro durante os primeiros 6 meses de extração.

- A Opção 2 está localizada num local mais alinhado com a Opção 2 da estrada de acesso ao projeto.
- A Opção 2 foi nomeada como o local preferido, pois encontra-se numa localização remota relativamente às aldeias existentes e a visibilidade será limitada. Além disso, esta opção coloca a lavaria próxima (em termos de elevação e distância de transporte de material) das rampas iniciais nas áreas exploradas das cortas do Grandão e do Pinheiro.

Atendendo à redução dos impactes negativos sobre a comunidade, a Opção 2 foi nomeada como local preferido para a unidade de processamento da Savannah, apesar de implicar uma penalização significativa nos custos.

Foi desenvolvido um plano de gestão para controlar as pegadas de fogo numa área de 300 m na envolvente da lavaria durante o desenvolvimento inicial da corta do Pinheiro.

8.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSAMENTO

8.2.1. Introdução

Para se proceder à extração do material litífero da rocha hospedeira, a mineralização passará por uma série de etapas de processamento, as quais irão rejeitar todo o material considerado ganga e concentrar a espodumena.

A unidade de concentração (Figura II.109 a Figura II.113) preconizada para a Mina do Barroso, inicia este processo separando fisicamente o material litífero do material estéril para assim produzir um concentrado. A principal tarefa do concentrador é rejeitar o estéril o máximo possível e concentrar a espodumena. O concentrador precisa produzir um produto cujo volume seja maximizado, mas que mantenha uma especificação adequada para a sua conversão (fora do projeto) em produtos de lítio comercializáveis. A unidade de concentração, irá concentrar a rocha hospedeira desde um teor médio de 1% de Li_2O até aproximadamente 5,5 a 6,0 % de Li_2O e irá reduzir a massa de 1 500 000 t/ano para aproximadamente 180 000 t/ano de concentrado de espodumena.



Figura II.109 - Imagem 3D da Disposição da Lavaria com os Pontos de Acesso.

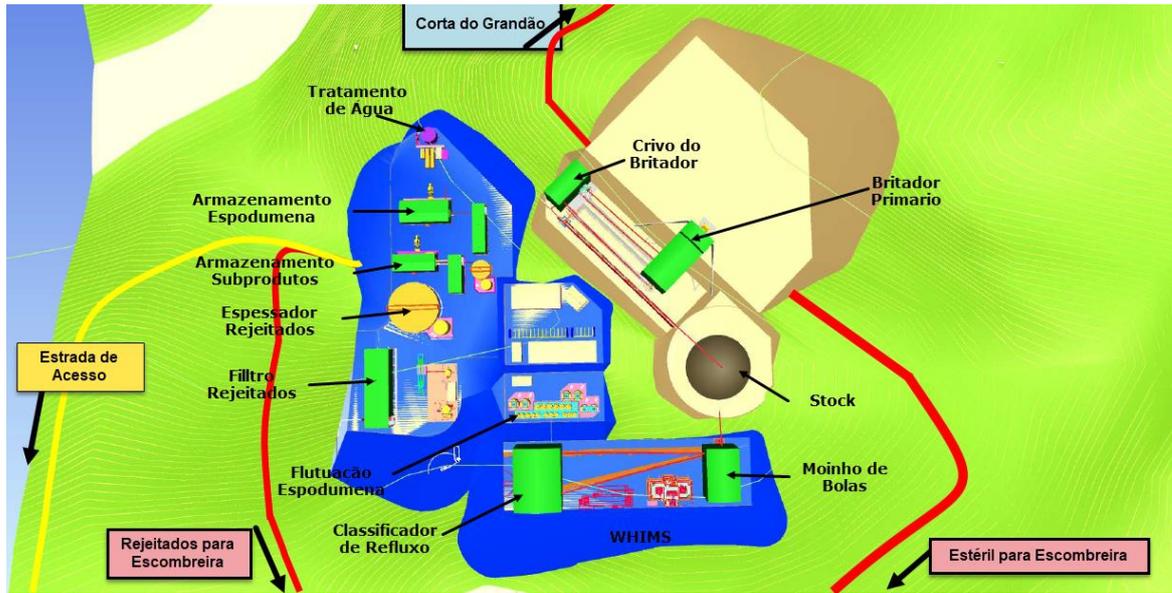


Figura II.110 - Planta esquemática da Lavaria com os Pontos de Acesso.

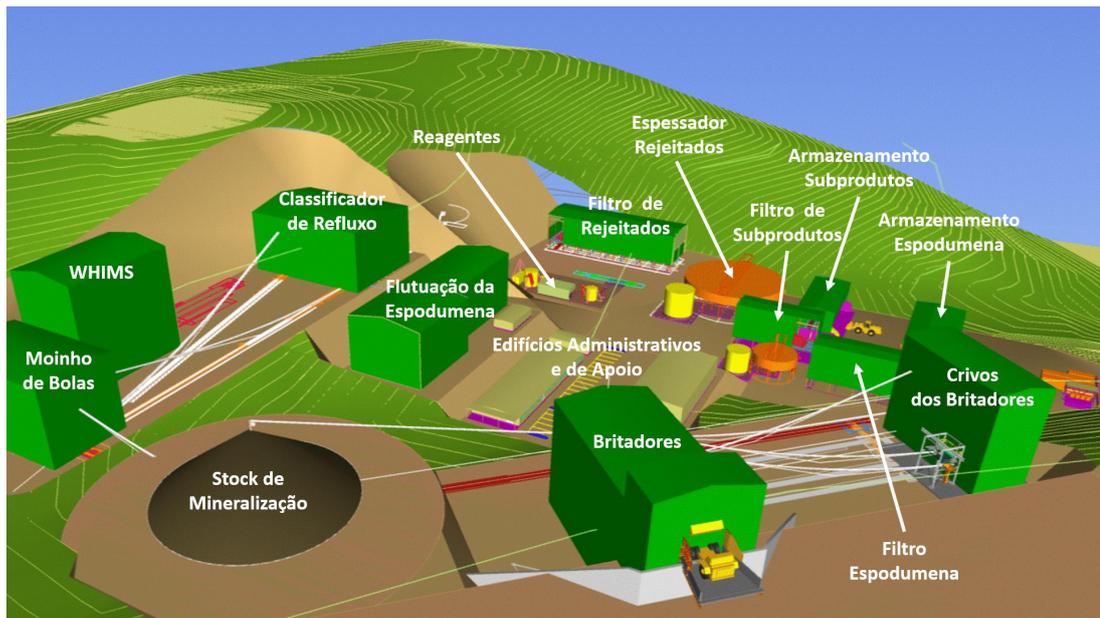


Figura II.111 - Imagem das áreas cobertas da lavaria.

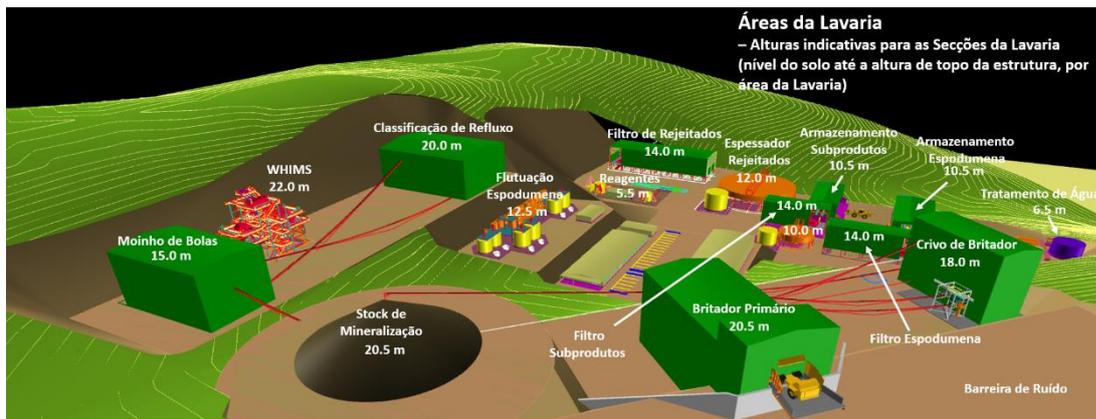


Figura II.112 – Imagem 3D da unidade de processamento vista para Sul (no local da Opção 2) com alturas de construção.

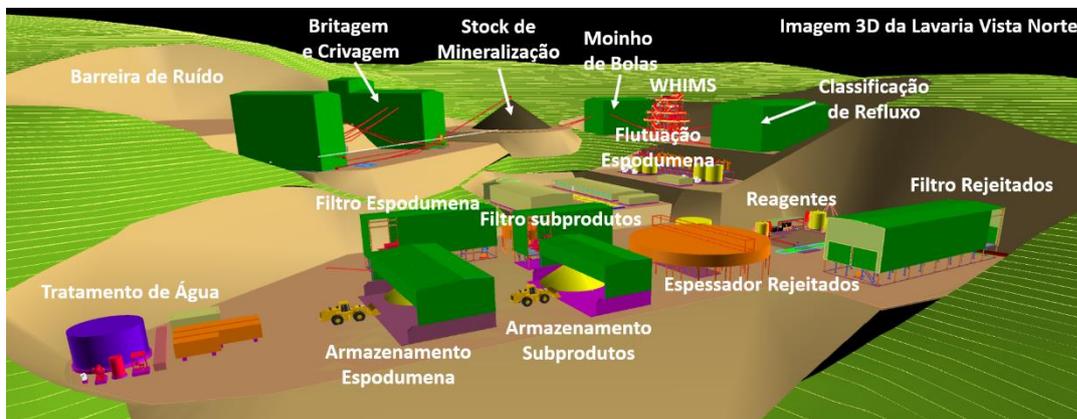


Figura II.113 - Imagem 3D da unidade de processamento vista para Norte (no local da opção 2).

Além do concentrado de espodumena, serão produzidos 100 000 t/ano de concentrado de quartzo e feldspato a granel. Adicionalmente podem também ser produzidos 1,12 Mt/ano de um produto de feldspato e quartzo a granel, a partir de rejeitados filtrados, se houver mercado disponível para este produto.

O processo que foi desenvolvido para extrair os produtos a partir da mineralização é descrito nas secções a seguir. Para dar suporte à descrição do processo, foram preparadas seguintes informações:

- Lista de equipamentos (Anexo II-19);
- Lista de reagentes (Quadro II.47);
- Fluxograma do processamento (Anexo II-20);
- Configuração da unidade de processamento (Anexo II-21).

A consultora de engenharia australiana Primero Group (<https://www.primerogroup.com.au/>) preparou uma descrição do fluxograma de processamento de flutuação da mineralização “como um todo” e dos subprodutos a granel, conforme solicitado pela Savannah (Anexo II-22).

Parâmetros	Unidades	Valor	Comentários	
F80	mm	288	Assumido	
F50	mm	74	Assumido	
F20	mm	14	Assumido	
Propriedades dos materiais Índice de abrasão	g	0,55	Aconselhamento do cliente	
Resistência à compressão uniaxial	MPa	150	Aconselhamento do cliente	
Índice de trabalho do britador	kWh/t	14	Aconselhamento do cliente	
Índice de trabalho do moinho de bolas	kWh/t	16	Aconselhamento do cliente	
Disponibilidade do circuito de britagem	%	75	Assumido	
	h/ano	6570	Calculado	
Taxa de alimentação do britador sólidos	t seca/h	228	Calculado	
Dimensão do produto do britador P100	mm	10	Assumido	
Disponibilidade do circuito de processamento	%	90	Assumido	
	h/ano	7884	Calculado	
Circuito de remoção da mica Taxa de alimentação	t/h	190	Calculado	
Produto de mica	t/h	20	Assumido	
Taxa de adição de meios de moagem	t/h	0,1	Assumido	
Taxa de alimentação do moinho de bolas sólidos	t seca/h	170	Calculado	
Dimensão do produto do moinho de bolas P80	µm	106	Ensaio, (T2688)	
Separação magnética de baixa intensidade	Alimentação	t/h	170,1	Calculado
	Magnéticos	t/h	0,1	Assumido
	Não-magnéticos	t/h	170	Calculado
Separação magnética de alta intensidade húmida	Alimentação	t/h	170	Calculado
	Magnéticos	t/h	15,2	Ensaio, (T2688)
	Não-magnéticos	t/h	154,8	Calculado
Ciclone de remoção de finos, etapa 1	Alimentação	t/h	154,8	Calculado
	Flutuado	t/h	14	Ensaio, (T2688)
	Afundado	t/h	140,8	Calculado
Células de atrito	Alimentação	t/h	140,8	Calculado
Ciclone de remoção de finos, etapa 2	Alimentação	t/h	140,8	Calculado
	Flutuado	t/h	7	Assumido

Parâmetros		Unidades	Valor	Comentários
	Afundado	t/h	133,8	Calculado
Flutuação da espodumena	Alimentação	t/h	133,8	Calculado
	Concentrado de flutuação da espodumena	t/h	22,4	Ensaio, (T2688)
	Rejeitados de flutuação da espodumena	t/h	111,4	Calculado
Concentrado de flutuação da espodumena	Teor do concentrado	% Li ₂ O	5,5 – 6,0	Ensaio, (T2688)
	produtos filtrados	t/h	22,4	Calculado
	teor de humidade	% H ₂ O/peso	15	Assumido
Subprodutos a granel	sólidos	t/ano	100 000	Aconselhamento do cliente
	produtos filtrados	t/h	12,7	Calculado
	teor de humidade	% H ₂ O/peso	15	Assumido
Rejeitados do processamento	sólidos	Mt/ano	1,2	Calculado
	produtos filtrados	t/h	155,3	Calculado
	teor de humidade	% H ₂ O/peso	20	Assumido
Água limpa	requisitos do processamento	m ³ /t mineralização	0,3 – 0,7	Balço hídrico do projeto pendente
Reagentes do processamento (as fichas de dados de segurança constam no Anexo II-24)				
Coletor de Flutuação da espodumena - Ácido Oleico	Concentração do produto	%	100	Ensaio, (T2688)
	Concentração da dose	%	10	Assumido
	Doseamento /t processada	g/t	2400	Ensaio, (T2688)
	Consumo	tpa	3600	Calculado
Modificador de pH de flutuação da espodumena – Na ₂ CO ₃	Concentração do produto	%	100	Assumido
	Concentração da dose	g/t	600	Ensaio, (T2688)
	Consumo	tpa	900	Calculado
Dispersante de flutuação da espodumena	Silicato de sódio	%	100	Ensaio, (T2688)
	Doseamento /t processada	g/t	65	Ensaio, (T2688)
	Consumo	tpa	108	Calculado
Floculante	Magnafloc® 336	%	100	Assumido
Espessador do concentrado de espodumena	Doseamento /t Alimentação	g/t	40	Assumido
Espessador dos subprodutos a granel	Doseamento /t Alimentação	g/t	40	Assumido
Espessador dos rejeitados	Doseamento /t Alimentação	g/t	40	Assumido

Parâmetros	Unidades	Valor	Comentários	
Consumo total de floculante	t/ano	67	Calculado	
Estação de Tratamento de Água (Água do Processamento)	alimentação volumétrica	m ³ /h	38,9	Assumido
	água tratada	m ³ /h	33,1	Assumido
	resíduos da ETA	m ³ /h	5,8	Assumido
Estação de osmose inversa	alimentação volumétrica	m ³ /h	33,1	Assumido
	água tratada	m ³ /h	28,1	Assumido
	água rejeitada da OI	m ³ /h	5,0	Assumido

8.2.2. Critérios de desenho da unidade de processamento

Os seguintes critérios-chave foram considerados aquando do desenho do fluxograma do processamento da espodumena e da lavaria:

- A unidade de processamento deve atender aos padrões de HST e ambiente da empresa;
- Criação de um fluxograma otimizado para a produção de um produto de alta qualidade com um processo fiável e de baixo investimento;
- Minimizar a área de afetação da unidade para limitar possíveis impactes ambientais da sua implantação;
- Uso do maior número possível de processos físicos de separação para minimizar a aplicação de reagentes no processo de concentração;
- Utilização de reagentes não tóxicos, orgânicos ou que possam ser neutralizados como parte do processamento interno da unidade para a produção de rejeitados inertes;
- Maximizar o uso de toda a rocha processada, incluindo o concentrado de espodumena primária e os subprodutos cerâmicos (quartzo e feldspato).

8.2.3. Descrição do processamento

A lavaria foi projetada para processar 1,5 milhões de toneladas por ano de pegmatito com espodumena e compreende as seguintes áreas principais:

- a) Circuito de britagem de 3 etapas e stock de mineralização britada
- b) Circuito de remoção da mica
- c) Circuito de moagem com moinhos de bolas
- d) Circuito de preparação de alimentação da espodumena
- e) Circuito de flutuação da espodumena

- f) Remoção do excesso de água, manuseamento e armazenamento do concentrado de espodumena
- g) Remoção do excesso de água para posterior manuseamento e armazenamento dos subprodutos a granel
- h) Remoção do excesso de água e sistema empilhamento a seco de rejeitados (“Dry Stack Tailings”)
- i) Utilidades, incluindo tratamento de água para a sua reutilização na lavaria

A Figura II.115 apresenta uma imagem esquemática do fluxograma do processamento da lavaria. A lista completa de equipamento projetados para a lavaria é apresentada no Anexo II-19.

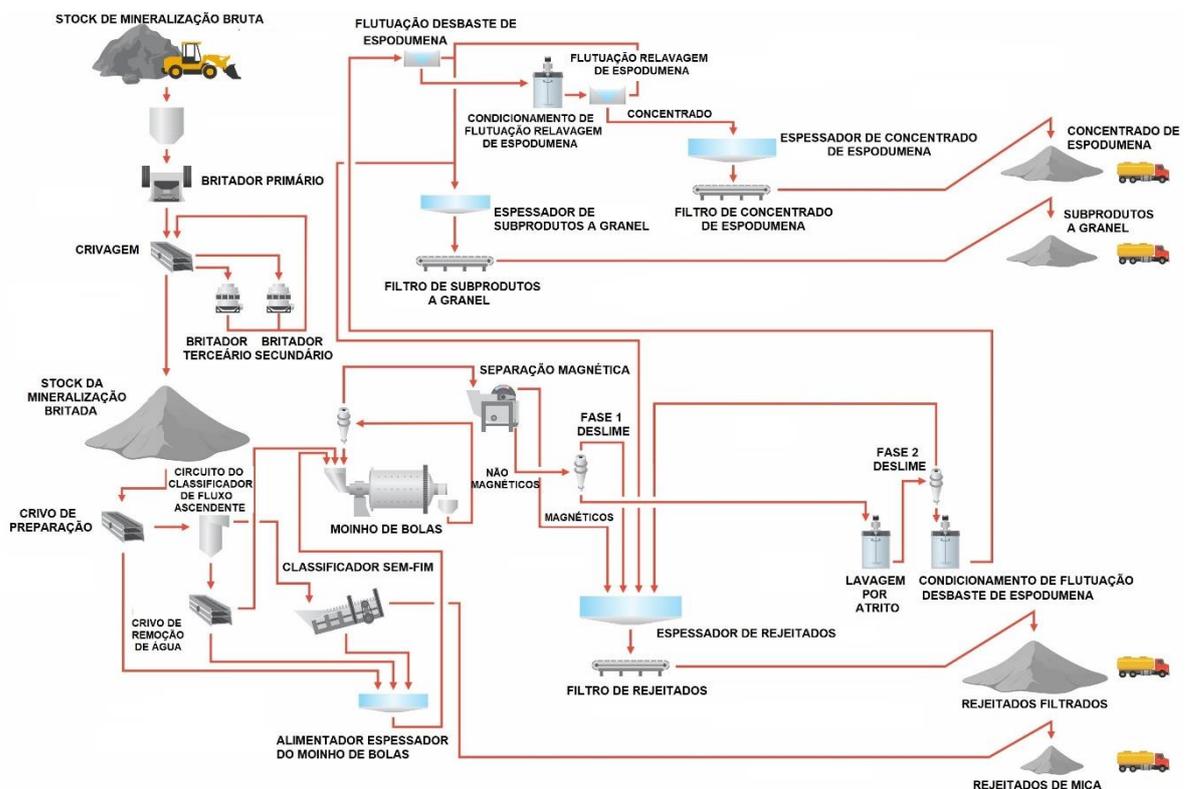


Figura II.115 - Fluxograma do processamento da lavaria.

8.2.4. Britagem

Existe um compartimento para pré-stock de mineralização bruta, alimentado por uma pá carregadora e equipado com um crivo estático para evitar a entrada de material de grandes dimensões. O material é transportado do compartimento para o crivo vibratório através de um tapete rolante. O material de maior dimensão é enviado para o britador de maxilas primário, e o material de menor dimensão e o produto do britador de maxilas são recolhidos por meio de sistemas de tapetes e enviados para o crivo do circuito de britagem. O circuito de britagem está equipado com pulverizadores de água no compartimento de mineralização bruta e com um sistema de extração de poeiras em torno dos britadores cônicos e do crivo de dois andares, para limitar as emissões de poeiras. O circuito de britagem é usado para reduzir a dimensão máxima da mineralização bruta (média de 600 mm) para um diâmetro inferior a 10 mm antes de ser armazenada no stock de mineralização britada.

O material britado é classificado por um crivo de dois andares. O material de maiores dimensões (supra do andar superior) segue para o britador cónico secundário e o material de maiores dimensões do andar inferior segue para o britador cónico terciário. O material de menores dimensões do andar inferior é encaminhado para o stock de mineralização britada, o qual tem uma capacidade nominal de armazenamento ativo de 24 horas.

O sistema de recolha sob o stock de mineralização britada compreende rampas e tapetes que transferem a mineralização para o tapete de alimentação do circuito de remoção da mica.

8.2.5. Circuito de remoção da mica (Classificador de Refluxo)

A mineralização britada é transportada, através de tapetes rolantes, para o crivo de preparação da alimentação do circuito de remoção da mica (crivo vibratório mecanicamente), dimensionado para uma granulometria de aproximadamente 4 mm. O material de maiores dimensões (> 4 mm) é enviado para o classificador de fluxo ascendente de material grosseiro. O classificador de fluxo ascendente utiliza um separador plano com água fluidificante, injetada na base da unidade para separar flocos grosseiros de mica da espodumena e outros minerais presentes na alimentação. O alvo de separação é baseado na forma da partícula, e não na gravidade específica da partícula, conforme utilizado em tarefas típicas de classificação de fluxo ascendente.

O material de menores dimensões do crivo (< 4 mm) é direcionado para o crivo de finos (crivo vibratório), com uma granulometria de aproximadamente 1 mm. O material de maiores dimensões é enviado para o classificador de fluxo ascendente de finos para a separação dos flocos finos de mica do material de alimentação britado, com base nas características da forma das partículas. O tipo de classificador é o mesmo que o classificador de fluxo ascendente do material mais grosseiro.

O material de menores dimensões do crivo de finos (>1 mm) é bombeado para o ciclone de recirculação, com uma dimensão alvo de aproximadamente 212 µm. O afundado do ciclone é bombeado para o classificador de fluxo ascendente de ultrafinos e o fluuado do ciclone é enviado para o espessador de alimentação do moinho de bolas. O tipo de classificador é o mesmo que o classificador de fluxo ascendente do material mais grosseiro. Os fluuados do espessador de alimentação do moinho de bolas seguem para o tanque de água do processamento para reutilização na lavaria. Os afundados/precipitados do espessador de alimentação é bombeado para a tremonha de descarga do moinho de bolas antes de serem bombeados para os ciclones do moinho de bolas.

A água fluidificante é fornecida à secção inferior de cada um dos classificadores de fluxo ascendente, além da água de alimentação necessária para a suspensão dos sólidos de alimentação nas portas de alimentação dos classificadores. O princípio geral dos classificadores de fluxo ascendente é gerar um fluxo suficiente, através da fluidificação da água das partículas da polpa de alimentação, para fazer ascender os flocos/partículas de mica para a secção de fluuados na zona superior do classificador. As partículas com gravidade específica mais elevada ou com uma forma diferente de flocos depositam-se no leito do classificador e eventualmente são descarregadas através da válvula de descarga do classificador, localizada na base da unidade.

O fluuado/precipitado de cada classificador de fluxo ascendente contém mica e material fino com gravidade específica baixa e flui para a tremonha de alimentação do classificador espiral. O fluuado do classificador espiral é bombeado para o espessador de alimentação do moinho de bolas. O produto seco do classificador espiral é descarregado no tapete rolante dos produtos de mica e depois é transferido para

o tapete de empilhamento de produtos de mica, que descarrega no stock de mica. Uma pá carregadora é utilizada para carregar os *dumpers*, que transportam os produtos de mica para armazenamento nas escombreyras.

O excesso de água do afundado/precipitado de cada um dos classificadores é retirado nos crivos vibratórios. O material de maiores dimensões é descarregado no tapete de alimentação do moinho de bolas. O material de menor dimensão de cada um dos crivos, que é predominantemente água de processamento, é bombeado para o espessador de alimentação do moinho de bolas.

8.2.6. Moagem

O material desidratado dos classificadores de fluxo ascendente é transportado, através de tapetes rolantes, até à torva de alimentação do moinho de bolas. Água de processamento é adicionada para controlar a densidade da polpa de alimentação ao moinho de bolas. As bolas de aço são adicionadas quando necessárias através da rampa de alimentação do moinho para manter a carga de bolas e o consumo de energia do moinho, uma vez que estas bolas de aço são consumidas lentamente devido à abrasão e ao seu impacto com a rocha e a estrutura interna do moinho.

O moinho de bolas opera em circuito fechado com hidrociclones, com uma dimensão de produto de P80 de 106 μm . O moinho de bolas descarrega a polpa para a tremonha de alimentação do ciclone sendo bombeada para o conjunto de ciclones. A polpa de afundados do ciclone é constituída pelo material mais grosseiro, o qual é enviado novamente para a alimentação do moinho de bolas, formando um fluxo de recirculação no circuito do moinho de bolas.

O material mais fino da polpa, que constitui os fluviados do ciclone, gravita para o íman do tambor de separação magnética de baixa intensidade (LIMS). O material magnético (predominantemente proveniente das bolas de aço consumidas) é removido pelo íman do tambor LIMS e bombeado com água para o espessador de rejeitados. O material paramagnético e não magnético na polpa restante é bombeado para o separador magnético de alta intensidade húmido (WHIMS).

8.2.7. Circuito de preparação de alimentação da espodumena

O circuito de preparação de alimentação da espodumena compreende várias etapas de processamento para a remoção de minerais de ganga (não útil) e melhorar as propriedades de superfície da espodumena antes da sua flutuação.

Após as etapas de moagem pelo moinho de bolas e LIMS, a mistura de espodumena moída e a polpa mineral paramagnética são processadas através do WHIMS para remoção da ganga mineral que contenha ferro, gerada através do processo de britagem. O material paramagnético é encaminhado para o tambor do separador magnético WHIMS. O tambor de WHIMS gira para a secção não magnetizada e os pulverizadores de água encaminham o material paramagnético para a tremonha de polpa magnetizada do WHIMS, de onde é bombeada para o espessador de rejeitados, antes do seu encaminhamento para a área de armazenamento dos rejeitados. A polpa não magnética de WHIMS é bombeada para o circuito primário de remoção de finos, o qual compreende um hidrociclone, com dimensão de corte de 25 μm . A fração de finos, que corresponde aos fluviados do ciclone, é bombada para o espessador de rejeitados. A polpa sem fração fina, que contém espodumena e minerais associados (afundados do ciclone), segue para o tanque de condicionamento agitado de atrito.

No processo de flutuação, a separação ocorre quando os minerais-alvo finamente moídos se ligam às bolhas de ar e ascendem através da polpa. As bolhas carregadas de minerais flutuam até o topo da polpa como espuma. A aplicação de reagentes de flutuação torna os minerais-alvo mais hidrofóbicos, através da adição de reagentes de modificação de superfície (ácido oleico), originando desta forma superfícies adequadas que permitem que as partículas sejam transportadas pela espuma através das pequenas bolhas de ar para a zona de recuperação (por transbordo) no topo da célula de flutuação. Os restantes minerais, menos atraídos pelas bolhas, permanecem na polpa. Através deste processo, os minerais-alvo são separados dos outros minerais da polpa.

Um exemplo de uma célula de flutuação agitada mecanicamente por ar forçado está ilustrado na Figura II.116, com circulações de ar e fluxos da polpa. O ar de baixa pressão é introduzido no eixo rotativo do impulsor e formam-se bolhas de ar finas pela movimentação de ar que ocorre entre o impulsor e o estator. Os defletores do impulsor, do estator e das células de flutuação também servem para manter uma agitação suficiente e a suspensão da polpa para evitar o desgaste na célula de flutuação.

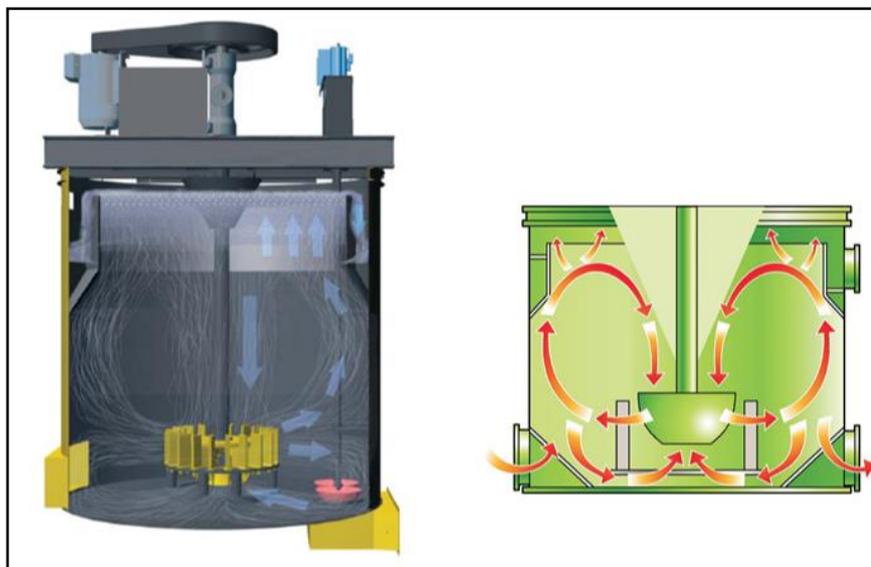


Figura II.116 - Exemplo de uma célula de flutuação a ar forçado.

O tanque com agitação de lavagem por atrito da espodumena é operado com uma polpa de alta densidade e com um alto fluxo de energia de agitação, tipicamente 3 kW/m^3 a 5 kW/m^3 de polpa, para melhorar as propriedades de superfície da espodumena, através da limpeza da superfície mineral, a fim de melhorar a pré-disposição da mineralização para a flutuação da espodumena. É adicionado carbonato de sódio conforme necessário para manter o pH alvo de ~ 8 .

A polpa sai das células de atrito para a tremonha através de uma válvula de descarga e, em seguida, é bombeada para um conjunto de hidrociclones de remoção de finos da etapa 2. Estes hidrociclones são operados sob controlo de pressão para atingir uma dimensão de corte de $25 \mu\text{m}$. Os flutuados do ciclone de remoção de finos da etapa 2 são recolhidos na tremonha de flutuados e bombeados para o espessador de rejeitados. Os afundados do ciclone fluem para o tanque de condicionamento da flutuação da espodumena. A remoção de finos antes da flutuação da espodumena auxilia no consumo mais eficiente de reagentes de flutuação e melhora a seletividade de flutuação da espodumena.

8.2.8. Circuito de flutuação da espodumena

O circuito de flutuação de espodumena compreende um tanque de condicionamento com agitação, onde são adicionados reagentes de flutuação (ácido oleico), bem como células de flutuação de agitação forçada a ar para as tarefas de flutuação de desbaste e relavagem. No tanque de condicionamento, a polpa é condicionada com o coletor e o pH da polpa é mantido a ~8 através da adição controlada de carbonato de sódio. A polpa condicionada é bombeada do tanque de condicionamento de flutuação da espodumena para o circuito de flutuação de desbaste, constituído por um banco de células de flutuação.

A espodumena e os minerais da ganga na zona de recuperação da espuma, flutuam pela espuma de flutuação de desbaste e fluem sobre a borda da célula, para a tremonha de concentrado de flutuação de desbaste. Os rejeitados agregam-se abaixo da zona de recuperação da espuma, na secção inferior da célula de flutuação agitada, saindo pela válvula de descarga de rejeitados na base da célula. A polpa de rejeitados alimenta, por gravidade, a tremonha de rejeitados de flutuação de desbaste da espodumena, sendo a polpa então bombeada para a caixa de alimentação do espessador de rejeitados. Uma porção desta polpa de rejeitados é retirada do fluxo que segue para a caixa de alimentação do espessador de rejeitados e bombeada para o circuito de remoção do excesso de água dos subprodutos.

A polpa de concentrado de espodumena da flutuação de desbaste é bombeada para o circuito de relavagem da flutuação da espodumena. São aplicadas três etapas de relavagem da flutuação da espodumena para permitir o aumento do teor do concentrado de flutuação de desbaste para o teor de óxido de lítio pretendido do concentrado de 5,5% a 6,0% de Li_2O . Cada etapa de relavagem compreende um banco dedicado de células de flutuação agitadas mecanicamente por ar forçado. A espodumena encontra-se na espuma de flutuação da zona de recuperação da célula de flutuação e flui sobre a bordadura da célula de flutuação via lavagem para a respetiva tremonha.

O fluxo típico de concentrado de flutuação da espodumena é: desbaste para a etapa 1 de relavagem; concentrado da etapa 1 vai para a etapa 2 de relavagem; o concentrado da etapa 2 vai para a etapa 3 de relavagem; o concentrado da etapa 3 vai para o espessador do concentrado de espodumena. Dependendo do teor da mineralização de alimentação e de características mineralógicas favoráveis, a flutuação de espodumena pode permitir que o concentrado da etapa 1 e 2 de relavagem (com teor de 5,5% a 6,0% de Li_2O) seja bombeado para o espessador de concentrado de espodumena. O circuito da espodumena irá produzir aproximadamente 180 000 t de concentrado de espodumena por ano. Os detalhes da especificação do concentrado são fornecidos no Anexo II-25 e Anexo II-26.

8.2.9. Remoção do excesso de água do concentrado de espodumena, manuseamento e armazenamento

O excesso de água da polpa de concentrado de espodumena é retirado no espessador de espodumena de alto rendimento, com adição de floculante (Magnafloc® 336) doseado na caixa e poço de alimentação do espessador. O poço de alimentação e as pás do espessador estão projetados para fornecer uma mistura e agitação adequadas para a formação de flocos. Os sólidos floculados depositam-se num leito de polpa espessada. A polpa espessada é bombeada pelo cone do espessador de espodumena através da bomba de afundados para o tanque de alimentação de filtragem da espodumena. A polpa de afundados do espessador de espodumena é agitada e armazenada no tanque de alimentação de filtragem da espodumena.

A polpa é então bombeada para a correia de filtro a vácuo. É removido o excesso de água da polpa sobre a correia de filtro a vácuo e o concentrado filtrado é descarregado em tapetes rolantes, que o transferem para o local de armazenamento de concentrado de espodumena. O líquido resultante da filtração é bombeado através da bomba de filtração para o espessador de concentrado de espodumena para recuperação de água no processo de flutuação. Os fluídos do espessador fluem por gravidade através da lavagem para o tanque de água do processamento da espodumena e a água do processamento desta secção é reutilizada no circuito de flutuação da espodumena. É reposta água conforme necessário no tanque de condicionamento e circuito de flutuação da espodumena. O concentrado de espodumena filtrado é colocado em pilhas e armazenado no local designado para o concentrado de espodumena, antes de ser carregado em camiões e expedido para os clientes.

8.2.10. Remoção do excesso de água dos subprodutos a granel, manuseamento e armazenamento

Uma porção da polpa de rejeitados da flutuação da espodumena é bombeada para a caixa de alimentação do espessador de subprodutos de alto rendimento. O floculante (Magnafloc® 336) é adicionado à mistura de polpas na caixa e no poço de alimentação do espessador. O poço de alimentação e as pás do espessador fornecem uma mistura e agitação para a formação de flocos e os sólidos floculados depositam-se num leito de polpa espessada. A polpa espessada é bombeada do cone do espessador de subprodutos através da bomba de afundados do espessador de subprodutos para o tanque de alimentação do filtro de subprodutos.

A polpa é bombeada do tanque de alimentação para a correia de filtro a vácuo dos subprodutos. É retirado o excesso de água da polpa através da aplicação de pressão a vácuo. Os sólidos da polpa filtrada são descarregados em tapetes rolantes, que os transferem para o local de armazenamento de subprodutos. O líquido resultante da filtração é recolhido e bombeado para o espessador de subprodutos. Os fluídos do espessador fluem por gravidade via lavagem para o tanque de fluídos do espessador e depois são bombeados para o tanque de água do processamento de espodumena para reutilização no circuito de flutuação de espodumena.

Os subprodutos filtrados são armazenados em pilhas e armazenados no local designado para subprodutos, antes de serem carregados em camiões e expedidos para os clientes. Os detalhes da especificação do concentrado são fornecidos no Anexo II-27.

8.2.11. Filtração/Remoção do excesso de água e sistema de deposição a seco de rejeitados

As polpas de rejeitados são bombeadas e misturadas na torva de alimentação do espessador de rejeitados. Estas incluem os rejeitados de: processos magnéticos LIMS e WHIMS; fluídos do ciclone primário de remoção de finos; fluídos do ciclone secundário de remoção de finos; rejeitados do desbaste da flutuação da espodumena e rejeitados da relavagem da flutuação da espodumena.

É retirado o excesso de água da mistura das polpas de rejeitados do processamento no espessador de rejeitados de alto rendimento, com adição de floculante (Magnafloc® 336) doseado na caixa e poço de alimentação do espessador. O poço de alimentação do espessador está projetado para fornecer uma mistura e agitação adequadas para a formação de flocos e os sólidos floculados depositam num leito de

polpa espessada. Esta polpa é removida pelas pás e bombeada do cone do espessador de rejeitados através da bomba de afundados do espessador para o tanque de alimentação do filtro de rejeitados.

O tanque de alimentação do filtro com agitação fornece uma variação de capacidade de armazenamento antes da fase de filtragem. A polpa é bombeada do tanque de alimentação do filtro de rejeitados para a correia de filtro a vácuo de rejeitados. É retirado o excesso de água da polpa através da aplicação de pressão a vácuo. Os sólidos da polpa filtrada são descarregados em tapetes rolantes que os transferem para o local de armazenamento dos rejeitados. O líquido resultante da filtragem é bombeado para o espessador de rejeitados. Os fluídos do espessador de rejeitados fluem por gravidade via lavagem para o tanque de água de processamento principal para reutilização no circuito de moagem.

O compartimento de armazenamento de rejeitados fornece um tempo de armazenamento nominal de uma hora, o que permite que os rejeitados sejam carregados em camiões para expedição e transferidos para a área de empilhamento a seco na instalação de armazenamento de rejeitados. O *bypass* do compartimento de armazenamento de rejeitados transfere material para um stock de emergência com 6 horas de armazenamento dentro da área da unidade de processamento.

A unidade de processamento também inclui equipamentos auxiliares para apoiar as suas operações. Estes equipamentos incluem: quatro sopradores de ar de baixa pressão para a flutuação, um compressor e um recetor de ar da lavaria, instrumentação de recetor de ar necessário para os requisitos de ar da lavaria e instrumentação de ar.

8.2.12. Água limpa

A água limpa será proveniente da drenagem das cortas e de outras fontes disponíveis no local para a operação. A água limpa é adicionada na lavaria para a bomba de polpas e para a mistura dos reagentes do processamento. A água limpa também é adicionada ao fluxo de entrada de água potável da estação de tratamento de água por osmose inversa (OI), para os requisitos de água potável do projeto (p.ex. chuveiros de emergência, laboratório e instalações sanitárias).

8.2.13. Água de processamento

A água do processamento é recuperada nos espessadores do alimentador do moinho de bolas, de espodumena, de subprodutos e de rejeitados. A água recuperada do processamento é reciclada e reutilizada nas respetivas áreas da unidade de processamento, para ajudar na redução e otimização do consumo de reagentes. A água do processamento do espessador de alimentação do moinho de bolas, em particular, é reciclada dentro do circuito de remoção de mica.

Uma porção dos fluídos do espessador de rejeitados é tratada através da estação de tratamento de águas e da estação de osmose inversa (OI) para evitar a acumulação excessiva de sais na rede de água do processamento. A qualidade da água tratada está próxima da água potável, pelo que é encaminhada para o tanque de água de processamento. Uma porção de água tratada é perdida como água de 'fluxo de produtos rejeitados' e na osmose inversa. É adicionada água limpa à água de reposição da lavaria para repor as perdas de água associadas ao tratamento da água de 'fluxo de produtos rejeitados' e humidade retida nos produtos filtrados (ou seja, concentrado de espodumena, subprodutos e rejeitados). Estima-se que as perdas rondem os 15% da água do processo.

8.3. TRATAMENTO DE ÁGUA

O pressuposto do desenho conceptual do processamento para a lavaria da Mina do Barroso é que é necessário o tratamento dum fluxo de purga do tanque de água de processamento, para reduzir a acumulação na água de processamento reciclada de produtos resultantes da decomposição de reagentes e sais, pois tal pode causar um impacto negativo no desempenho da unidade metalúrgica. Também é necessário produzir, na estação de tratamento, água de qualidade adequada para uso potável. A estação de tratamento de água foi projetada para ter capacidade suficiente para produzir água potável para uma esperada força laboral de até 200 funcionários

8.3.1. Dimensionamento e pressupostos

O tratamento da água na lavaria da Mina do Barroso é realizado utilizando 3 unidades de osmose inversa (OI) em contentor. A osmose inversa é um tipo especial de filtragem que utiliza uma membrana fina e semipermeável, com poros pequenos o suficiente para passar água pura, enquanto rejeita moléculas maiores, tais como sais dissolvidos.

A Osmose inversa é uma tecnologia de tratamento que opera em contínuo, utilizando pressão para fazer a água passar (ou permear) através de uma membrana fina e, assim, separar as impurezas da água. O processo de OI reverte o princípio da osmose, tendência natural da água com sais dissolvidos para fluir através de uma membrana, da menor para a maior concentração de sal. Os sais e impurezas rejeitados (água rejeitada) concentram-se acima da membrana e fluem do sistema para o dreno ou para outros processos.

A estação de tratamento de água irá compreender dois módulos principais:

1. Tratamento de água limpa através de uma unidade de osmose inversa modular em contentor para produção de água potável para uso no projeto (ou seja, chuveiros de segurança, laboratório, água potável e instalações sanitárias)
2. Tratamento de água de processamento (parte da água total de processamento) através de 2 unidades modulares de OI em contentor para a redução de sais no volume de água de processamento.

Cada unidade modular de OI consiste num tratamento primário de água, através de um meio filtragem e cartucho de filtro, que remove sólidos em suspensão (normalmente > 1 µm partículas) da água, antes do tratamento secundário, através das membranas de OI. A água filtrada do meio e do cartucho é bombeada através do sistema de membrana de osmose inversa, gerando um filtrado (água de alta qualidade) e rejeitado (água rejeitada composta por água de baixa qualidade).

Os meios de filtragem e os cartuchos de filtro são lavados, conforme necessário, para manter a taxa de filtragem e o fluxo de água filtrada. A solução resultante da lavagem é combinada com o fluxo de água rejeitada do sistema de OI. Um sistema de *clean in place* (CIP) remove os contaminantes das membranas de OI, como parte de um procedimento de manutenção de rotina. A solução resultante do CIP também é combinada com o fluxo de água rejeitada do sistema de OI. O fluxo combinado de água rejeitada é armazenado num tanque de retenção, antes de ser encaminhado para uma instalação externa licenciada.

O filtrado de OI do tratamento de água limpa é condicionado e bombeado para o tanque de água potável, antes do seu uso no projeto. O filtrado de OI do tratamento de água do processamento é bombeado para o tanque de água do processamento, para uso na área da lavaria.

Ambas estações de OI irão produzir um fluxo de rejeitados (água rejeitada). A minimização ou eliminação destes fluxos irá exigir um tratamento térmico através de equipamento de evaporação mecânica/cristalização. Tal irá reduzir significativamente o volume de água rejeitada e o material cristalizado resultante (lama residual) será recolhido por entidade acreditada e encaminhado para uma instalação externa licenciada.

A análise química da água não potável do projeto mostra água de boa qualidade, com baixos níveis de contaminação, conforme Quadro II.48.

Quadro II.48 - Análise química de água não potável no Grandão.

Parâmetro	Unidade	Piezómetro GRARC050	Piezómetro GRARC13	Piezómetro GRARC11	Água de superfície SUP3
Condutividade	mS/m	26,5	48,1	40,3	29,8
pH	mg/L	5,9	6,3	5,3	6,8
Cloreto	mg/L	< 5	< 5	< 5	< 5
Nitratos	mg/L	0,9	0,8	6,0	0,6
Sulfato	mg/L	< 5	< 5	< 5	< 5
Cianetos Total	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
HCO ₃ ⁻	mg/L	5,0	14,1	1,9	5,6
As	µg/L	2,2	3,0	< 1,0	2,4
Ca	mg/L	0,66	2,07	0,50	0,90
Fe	mg/L	0,008	0,023	0,029	0,035
Mg	mg/L	0,54	0,83	0,88	0,57
Ni	mg/L	< 1,0	2,5	4,2	2,5
K	mg/L	0,46	1,15	1,18	0,60
Na	mg/L	2,83	4,73	3,39	3,49
Zn	µg/L	6,5	61,00	45,5	< 5
Fração C ₁₆ - C ₃₅	µg/L	41	295	227	< 30

Com base nas análises de qualidade da água não potável do projeto, supõe-se que a água do processamento resultante da lavaria da Mina do Barroso irá conter níveis relativamente baixos de contaminantes, inferiores a 1800 ppm de total de sólidos dissolvidos (TSD), aproximadamente pH8, resultante do processo de flutuação da espodumena.

Um balanço geral da água do processamento está no Anexo II-28. O modelo atual assume uma recuperação de cerca de 85 % da água tratada, com base em duas etapas de tratamento de água, com um tratamento primário de água não potável e um tratamento secundário por osmose inversa para atingir a qualidade da água potável requerida.

Para o desenho da lavaria da Mina do Barroso, pressupõe-se que a estação de tratamento de água irá tratar um diminuto fluxo de purga de aproximadamente 3 % (ou ~39 m³/h) do sistema de água do

processamento, assumindo-se que tal irá minimizar a acumulação de sais. Com base num volume de tratamento de água de processamento de aproximadamente 39 m³/h, estima-se que seja gerado um total de ~12 m³/h de águas rejeitadas a partir da instalação de tratamento de água.

Preconiza-se que, se as águas rejeitadas forem adequadas, sejam utilizadas tanto para a supressão de pó, como para a rega na área de empilhamento a seco dos rejeitados. Como alternativa, as águas rejeitadas serão posteriormente tratadas.

8.3.2. Otimização do tratamento de água

Estão em curso investigações adicionais para o desenho conceptual da estação de tratamento de água e das opções para minimizar o volume de água rejeitada.

Prevê-se que a probabilidade da formação de incrustações será reduzida e que o tratamento da água recuperará cerca de 90% da água (a confirmar), dependendo se a água resultante do processo tiver um baixo teor em TSD (<1800 ppm), confirmados por ensaios de ciclo fechado e testes piloto. Deverá ter-se em conta que, tratamentos adicionais (p.ex. filtros prensa de membrana, cristalizadores evaporativos/de tratamento térmico, etc. e envio dos resíduos para infraestruturas externas ao projeto) poderão ser necessários, para além dos atualmente projetados para a estação de tratamento, de modo a aumentar a recuperação de água e reduzir proporcionalmente o volume de água rejeitada. Foram contactados fornecedores de unidades de tratamento de água, para aconselhamento sobre as opções para as instalações de tratamento de água.

8.3.3. Reagentes para tratamento de água

O tipo de reagentes e as quantidades anuais requeridas na unidade de tratamento de água da Mina do Barroso, estão sumarizados no quadro seguinte.

Quadro II.49 – Unidade de tratamento de água, consumo estimado anual de reagentes.

Químico / Tipo de Reagente	Composição física e química	Água bruta OI Consumo estimado/ano	Água de processamento OI Consumo estimado/ano	Unidade de tratamento de água Total - Consumo estimado/ano
Declorador	Solução aquosa de metabissulfito de sódio	700 - 800 L	8,000 – 10,000 L	8,700 – 10,800 L
Limpeza ácida no local (CIP) limpador de membrana	Pó branco de ácido cítrico	400 - 500 kg	5,000 – 6,000 kg	5,400 – 6,500 kg
Limpeza alcalina no local (CIP) limpador de membrana	Sal tetrassódico de EDTA, hidróxido de sódio e solução aquosa de lauril sulfato de sódio	400 - 500 L	5,000 – 6,000 L	5,400 – 6,500 L
Reclorinador	Solução aquosa de hipoclorito de sódio	700 - 800 L	8,000 – 10,000 L	8,700 – 10,800 L
Anti-incrustante	Solução aquosa de sal trissódico ATMP	100 - 200 L	12,00 – 2,500 L	1,300 – 2,700 L

Os reagentes do processamento são entregues no local e guardados numa área dedicada ao seu armazenamento antes de serem usados. Estão disponíveis instalações de mistura para os reagentes,

carbonato de sódio e floculante, os quais são fornecidos na forma sólida. Água não potável é utilizada na mistura e diluição de reagentes, conforme necessário. O armazenamento de reagentes no local foi provisoriamente projetado para períodos de 3 meses e arredondado para o tamanho do recipiente, conforme indicado no Quadro II.50.

Mais detalhes sobre os reagentes da unidade de tratamento, em termos de tipo de químico usado, quantidade anual de consumo e fichas de dados de segurança, pode ser encontrado no Anexo II-39.

Quadro II.50 – Armazenamento de Reagentes no local.

Reagente / Tipo de Químico	Armazenamento Total de Reagentes no local
Declorador	3,000 L
Limpeza ácida no local (CIP) limpador de membrana	2,000 kg
Limpeza alcalina no local (CIP) limpador de membrana	2,000 L
Reclorinador	3,000 L
Anti-incrustante	1,000 L

O Quadro II.51 resume o armazenamento de reagentes no local para a unidade de processamento mineral e unidade de tratamento de água, com as seguintes premissas:

- 14 dias de armazenamento para os reagentes da unidade de processamento, arredondados para o tamanho do recipiente/embalagem.
- Armazenamento de 3 meses para os reagentes da estação de tratamento de água, arredondado para o tamanho de recipiente / embalagem.

Quadro II.51 - Sumário de Reagentes para a Mina do Barroso.

Químico / Tipo de Reagente	Nome Típico do Produto	Composição do Produto	Uso/Processo	Volume de Armazenamento (m ³)
Coletor Flutuante	Acido Oleico	Líquido	Flutuação da Espodumena	160
Modificador de pH	Carbonato de Sódio	Sólido	Flutuação da Espodumena	16
Dispersante de Flutuação/ Depressão	Silicate de Sódio	Solução	Flutuação da Espodumena	10
Floculante	Magnafloc 336	Sólido	Espessamento e recuperação de água	4
Declorador	Metabisulfito de Sódio	Solução	Tratamento de água	3
Limpador de membrana de limpeza ácida no local	Ácido Cítrico	Sólido	Tratamento de água	2
Limpador de membrana de limpeza alcalina no local	EDTA tetrasódio sal	Solução	Tratamento de água	2
Reclorinador	Hipoclorito de Sódio	Solução	Tratamento de água	3
Anti-incrustante	ATMP tri sodio sal	Solução	Tratamento de água	1

9. ABASTECIMENTO E DRENAGEM

9.1. GESTÃO DA DRENAGEM DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Todas as opções de desenvolvimento apresentadas para o projeto Mina do Barroso requerem a gestão dos fluxos de drenagem das águas superficiais que atravessam a área do projeto. A área do projeto possui várias pequenas linhas de água que cruzam o projeto e drenam para o rio Covas. De forma a garantir a segurança dos trabalhadores que operam na mina e proteger o meio ambiente envolvente, foi elaborado um plano detalhado de gestão de águas superficiais.

A descarga da área da mina para o rio Covas variará em qualidade e quantidade como resultado das condições climáticas existentes, prevendo-se a descarga apenas em situações de pluviosidade acentuada, quando as necessidades de água para a lavaria e a capacidade de armazenamento forem excedidas. Foram determinadas, como parte da modelação do balanço de água, as capacidades mínimas de dimensionamento da estação de tratamento de água e as capacidades da estação de bombagem das áreas de exploração para a estação de tratamento (localizadas na lavaria).

9.1.1. Objetivos do desenho conceptual

Os objetivos do dimensionamento do sistema de gestão de águas superficiais são resumidos a seguir, estando os detalhes no Anexo II-29:

- Manter a separação entre a água de escorrência (água perturbada/afetada dentro do perímetro dos trabalhos mineiros) e a água de escoamento (água não perturbada/afetada do sistema hidrográfico que não entra no perímetro dos trabalhos mineiros), sempre que possível.
- Intercetar e conter a escorrência superficial da estrada de acesso, da lavaria, das cortas, das estradas de transporte de material e das áreas de escombreira.
- Gerir a escorrência superficial, de forma a reduzir a erosão nas áreas mineiras.
- Incluir a colheita de água de escorrência, para utilização como abastecimento de água de reposição para o processamento.
- Reciclar água de escorrência, não adequada para descarga direta, no processamento ou na estação de tratamento de água.
- Incorporar o sistema de gestão de águas superficiais no plano geral de reabilitação do projeto.

9.1.2. Base do dimensionamento

Para o sistema de gestão das águas superficiais foram assumidos os seguintes parâmetros de dimensionamento:

- Canais de desvio menores: Período de Retorno (T) = 10 anos.
- Canal de desvio principal: T = 100 anos.

- Dimensionamento das passagens hidráulicas: T = 10 anos
- Dimensionamento das valetas: T = 100 anos.
- Canais de cheia: T = 100 anos.

Os coeficientes de escoamento superficial (Método Racional) adotados para o desenho conceptual são resumidos no Quadro II.52. Os principais parâmetros de projeto estão resumidos no 0.

Quadro II.52 - Coeficientes de Escoamento Superficial.

Instalação	Área	Coeficiente de Escoamento Superficial
Aterro com Rejeitados	(a) Coeficiente de escoamento superficial de bacia não perturbada	0,2 (média) 0,3 (ano húmido) 0,8 (tempestade T = 100 anos)
	(b) Superfície dos rejeitados	0,9
Lavaria	(a) Área da lavaria	1,0
Vazio criado pelas Cortas	(a) Área do vazio	1,0
Escombreiras	(a) Coeficiente de escoamento superficial de bacia não perturbada	0,2 (média) 0,3 (ano húmido) 0,8 (tempestade T = 100 anos)
	(b) Coeficiente de escoamento superficial de bacia perturbada	0,9
Área de Projeto	(a) Coeficiente de escoamento superficial de bacia não perturbada	0,2 (média) 0,3 (ano húmido) 0,8 (tempestade T = 100 anos)

Quadro II.53 - Parâmetros de Desenho da Gestão das Águas Superficiais.

Parâmetro	Valor
GEOMETRIA	
Critérios de dimensionamento das passagens hidráulicas	T = 10 anos
Critérios de dimensionamento das valetas	T = 100 anos
Trabalhos de terraplenagem	Talude de escavação = 1V:0.5H (rocha < 6m) Talude de enchimento = 1V:2.5H Parede de Gabião nos taludes de enchimento = 1V:0.25H com reforço de geogrelha

Parâmetro	Valor
CONSTRUÇÃO	
Materiais de Construção - Baixa permeabilidade (Zona A) - Enchimento Especificado (Zona C) - Material de proteção à erosão (Zona E) - Enrocamento de gabiões	Retirado das áreas de escavação. Retirado das áreas de escavação. Material selecionado resultante das áreas de escavação. Material selecionado resultante das áreas de escavação.
CONTROLO DE SEDIMENTOS	
Controlo	Escoamento superficial de eventos com T < 10 anos será direcionado para estruturas de controlo de sedimentos.
Contenção	T = 2 anos para eventos de tempestade, onde possível.
Execução	Captura de areia fina/silte grosseiro para eventos de tempestade com T < 10 anos.
REABILITAÇÃO	
Taludes de escavação e enchimento	Instalação de vegetação herbácea, quando possível.

Com base em relatórios do projeto, a qualidade da água é considerada como água pura e, como tal, o conceito do desenho foi desenvolvido para que a qualidade da água de descarga, em condições climáticas médias, seja a da água potável, mas possibilitando uma elevada quantidade de sólidos suspensos na descarga de água de escorrência, durante e após os eventos de tempestade, que originam escoamento superficial excessivo (maior que a capacidade de armazenamento instalada).

Os padrões de precipitação do desenho conceptual, tanto de longo prazo (para modelação do balanço hídrico) quanto de curto prazo (para dimensionamento de infraestrutura de caudais de cheia) resultaram da manipulação estatística dos dados de precipitação disponíveis. Os registos de precipitação utilizados foram obtidos do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) para a estação meteorológica do Couto de Dornelas, para o período compreendido entre 1931 e 2009.

9.1.3. Sistema de gestão das águas superficiais

9.1.3.1. Geral

Foi desenvolvido para a mina um modelo de gestão de água para estimar a variação no fluxo de água superficial sob condições climáticas secas extremas, médias e húmidas extremas. O modelo de gestão de água do projeto estima:

- A quantidade de água a ser gerida.
- A qualidade da água que provavelmente será descarregada das estruturas de controlo de águas superficiais.
- As técnicas de gestão de água necessárias para manter um sistema equilibrado durante a vida útil da mina.

O escoamento superficial na área do Projeto (Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8) irá ocorrer nas várias bacias que descarregam para o rio Covas. O seu fluxo, em condições médias, será contínuo e variará em qualidade, dependendo das condições climáticas existentes.

O diagrama de blocos do modelo geral de gestão de água do projeto é apresentado nas Figura II.118, Figura II.120 e Figura II.122.

9.1.3.2. Dimensionamento

Os objetivos do dimensionamento do sistema de gestão de águas superficiais estão resumidos da seguinte forma:

- Intercetar o escoamento superficial da precipitação nas áreas intervencionadas durante a exploração (escorrência). Tal será alcançado com uma série de canais, drenos rasos e barreiras baixas que irão direcionar a água para as estruturas de contenção.
- As estruturas de contenção serão localizadas de forma a gerir controladamente os fluxos de tempestades.
- As estruturas de contenção serão dimensionadas para conter volumes de tempestades que ocorrem regularmente. Para tempestades maiores, irá ocorrer descarga e o sistema será projetado para direcionar de forma segura o escoamento superficial através do sistema, para o rio Covas.
- As estruturas serão projetadas de modo a reduzir o impacto no regime de fluxo existente. Por exemplo, em caso de um evento de pluviosidade extremos, todas as descargas no rio Covas irão ocorrer perto ou no ponto de descarga natural da bacia original e os fluxos não serão significativamente alterados em relação às condições pré-exploração.
- Serão feitas todas as tentativas de conter os sedimentos intercetados pelo sistema antes da descarga (a ocorrer apenas perante eventos extremos de pluviosidade) no rio Covas.
- Água de baixa qualidade, como por exemplo, descarga das valas de funco das cortas, serão direcionadas preferencialmente para sistemas de filtragem/tratamento de água para uso como água de reposição.
- O escoamento superficial das bacias não perturbadas será mantido separado do escoamento das áreas perturbadas.

A capacidade de gerir a água no projeto e garantir que seja descarregada no rio Covas com uma qualidade aceitável está atualmente significativamente restrita. As duas restrições mais importantes são a topografia íngreme e a área limitada disponível para a localização das estruturas de controlo de sedimentos de tamanho adequado.

Devido a estas restrições, não será possível conter todo o escoamento superficial de eventos de tempestade, por um período longo o suficiente para garantir que todos os sedimentos são contidos no projeto. Note-se que os testes determinaram que a rocha estéril e os rejeitados são inertes e a infiltração e o escoamento das chuvas dessas áreas (e das paredes e fundo das cortas) não irão contaminar a água do escoamento com elementos ambientalmente significativos.

Os conceitos desenvolvidos são baseados em vários controlos que serão implementados durante as fases de construção, operação e encerramento, resumidos a seguir.

9.1.3.3. Construção

Várias medidas serão implementadas durante a construção, para reduzir o impacto do escoamento superficial de áreas perturbadas pelas atividades de construção e da fase inicial de exploração, encontram-se resumidas a seguir:

- Execução de um plano detalhado de gestão das águas superficiais durante a construção antes da realização dos trabalhos de terraplenagem.
- Programação dos trabalhos de terraplenagem nas áreas críticas durante os meses mais secos do ano.
- Limitar a área de perturbação, para reduzir a quantidade total de sedimentos gerados que necessitarão de ser geridos.
- Construir o sistema formal de controlo de sedimentos antes de qualquer trabalho maior de terraplenagem.
- Construir um sistema de gestão de águas superficiais que consiste em várias estruturas em série, sempre que possível, com a melhoria da qualidade da água em cada estrutura. A conjugação de três estruturas em série está planeada para:
 - Na frente de trabalho (capturar sedimentos grosseiros).
 - Entre áreas de trabalho ativo ou de exploração e a estrutura final.
 - Imediatamente a montante do local de descarga no rio Covas.
- Capturar os sedimentos gerados durante a construção, usando estruturas temporárias, como barreiras de silte, barreiras de proteção em enrocamento, barreiras de vegetação e bacias.
- Realizar os trabalhos de terraplenagem de uma forma que utilize áreas de empréstimo como valas (p.ex. não efetuar descargas diretas para as áreas externas ao projeto).
- Garantir que todo o solo escavado e rocha estéril sejam colocados numa estrutura formal de engenharia, com sistemas de desvio instalados a montante e estruturas de contenção a jusante.
- Proibir a deposição nas áreas vizinhas resultante da escavação, empréstimo e exploração.

9.1.3.4. Operação

Durante as operações, serão tomadas medidas para:

- Reabilitar continuamente áreas perturbadas de modo a reduzir a carga de sedimentos e melhorar a aparência geral da área.

- Capturar sedimentos em estruturas permanentes de controlo de sedimentos.
- Garantir que os rejeitados e a rocha estéril sejam colocados numa estrutura formal de engenharia, com sistemas de desvio instalados a montante e estruturas de contenção a jusante.

9.1.3.5. Pós-encerramento

O projeto de encerramento visa restabelecer o relevo resultante de modo a que:

- Seja seguro para pessoas e animais;
- Não poluente;
- Geotecnicamente estável, com erosão controlada a níveis aceitáveis;
- Linhas de drenagem com capacidade de auto reparação;
- Vegetação autossustentável, com manutenção mínima necessária;
- Ecologicamente semelhante ao ambiente de pré-exploração, incorporando espécies nativas e recriando habitats na medida do possível;
- Visualmente compatível com a paisagem natural envolvente;
- Adequado para o uso do solo pós-exploração acordado.

No encerramento, serão tomadas medidas para:

- Finalizar a reabilitação, especificamente o restabelecimento de linhas de água e bacias hidrográficas naturais de drenagem, sempre que possível.
- Estabelecimento de vegetação para reduzir a erosão, para as restantes áreas intervencionadas no projeto.

9.1.4. Desvios das águas superficiais

Para cada uma das opções consideradas, vários canais de desvio e aterros (Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8) foram localizados ao longo da área de concessão, visando especificamente as áreas intervencionadas, principalmente as escombreiras e as cortas (os detalhes dos parâmetros de construção são apresentados no Quadro II.54).

Quadro II.54- Parâmetros de Desenho da Gestão das Águas Superficiais.

Parâmetro	Valor
GEOMETRIA	
Critérios de dimensionamento das passagens hidráulicas	T = 10 anos

Parâmetro	Valor
Crítérios de dimensionamento das valetas	T = 100 anos
Trabalhos de terraplenagem	Talude do canal = 1V:1H
Desvio Norte do Grandão	Largura = 8 m Profundidade = 1,5 m
Restantes Desvios	Largura = 4,0m Profundidade = 0,5m
CONSTRUÇÃO	
Materiais de Construção - Baixa permeabilidade (Zona A) - Enchimento Especificado (Zona C) - Material de proteção à erosão (Zona E) - Enrocamento de gabiões	Retirado das áreas de escavação. Retirado das áreas de escavação. Material rochoso fresco adequado das áreas de escavação. Material rochoso fresco adequado das áreas de escavação.

A intenção de cada uma das estruturas é resumida da seguinte forma:

- Canais de desvio:
 - Intercetar o escoamento superficial na área a montante das cortas;
 - Desviar a água da chuva para estruturas de controlo de sedimentos e bacias de armazenamento de água limpa;
 - Descarregar escoamento de tempestades para o rio Covas, após decantação, o mais próximo possível do local de descarga original, no caso de um evento de pluviosidade extremo, onde seja atingida a capacidade máxima de armazenamento de água;
 - Tentar manter a separação da água limpa e da água perturbada, na medida do possível.
- Aterros de desvio:
 - Proporcionar capacidade de conter fluxos de tempestade a montante das cortas.
 - Atenuar o escoamento superficial antes da sua descarga nos canais de desvio a jusante ou em cursos de água naturais existentes.
 - Providenciar um controlo de sedimentos para áreas perturbadas a montante do local do aterro.

Os canais de desvio e aterros de desvio foram localizados para intercetar o maior número possível de bacias hidrográficas a montante da corta, de forma a reduzir o volume de escoamento superficial que será perturbado pelas atividades mineiras. Foi aplicada uma distância de 50 m à localização dos aterros para reduzir os riscos (estabilidade e infiltração) associados ao armazenamento de um volume de água nas cumeadas a montante das cortas. A seguir, são apresentados os objetivos do desenho estabelecidos para o dimensionamento dos desvios:

- Reduzir e controlar a infiltração das bacias de armazenamento.
- Manter o excesso de capacidade para atenuar, controlar e descarregar o excesso de água resultante de eventos de tempestade com T até 100 anos.
- Fornecer um sistema estável a longo prazo e não suscetível a erosão ou instabilidade incontrolláveis.
- Fornecer uma base para um planeamento eficaz de encerramento e reabilitação.
- Reduzir impactes na área circundante.
- Intercetar a água de escorrência (dentro do perímetro dos trabalhos) e direcioná-la para bacias de sedimentos para decantação.
- Captura e desvio da água de escoamento do sistema hídrico (não perturbada), em redor das cortas e escombrelas, e descarga num curso de água adjacente existente.

9.1.5. Colheita de águas superficiais

O sistema de gestão de águas superficiais além de providenciar o controlo do escoamento superficial e a interceção de sedimentos, irá fornecer um ponto de extração de água para complementar o sistema de água de reposição da lavaria. Note-se que será utilizada a drenagem das cortas através de valas e furos de água como fonte prioritária para reduzir o volume de água necessário a ser extraído do sistema de águas superficiais.

A utilização dos aterros de desvio a montante da corta fornecerá os seguintes benefícios:

- Reduzir a necessidade de extrair água do rio Covas.
- Não requer nenhuma infraestrutura adicional nos principais sistemas de drenagem.
- Reduzir os requisitos de infraestrutura para o projeto.
- Reduzir a área perturbada e esterilizada pelas atividades mineiras.

9.1.6. Sistemas de drenagem

9.1.6.1. Escoamento superficial

Quatro bacias hidrográficas principais e os fluxos de água superficial associados, descarregam através da área da mina, como mostra a Figura II.117. Várias bacias hidrográficas menores também são impactadas durante o tempo de vida do projeto e cada uma delas exigirá uma série de estruturas de engenharia para gerir o escoamento superficial. Note-se que, embora a área das bacias hidrográficas que descarregam na área do projeto seja extensa, a porção desta que é afetada pela implementação da mina é reduzida quando comparada com a área total apresentada na Figura II.117.

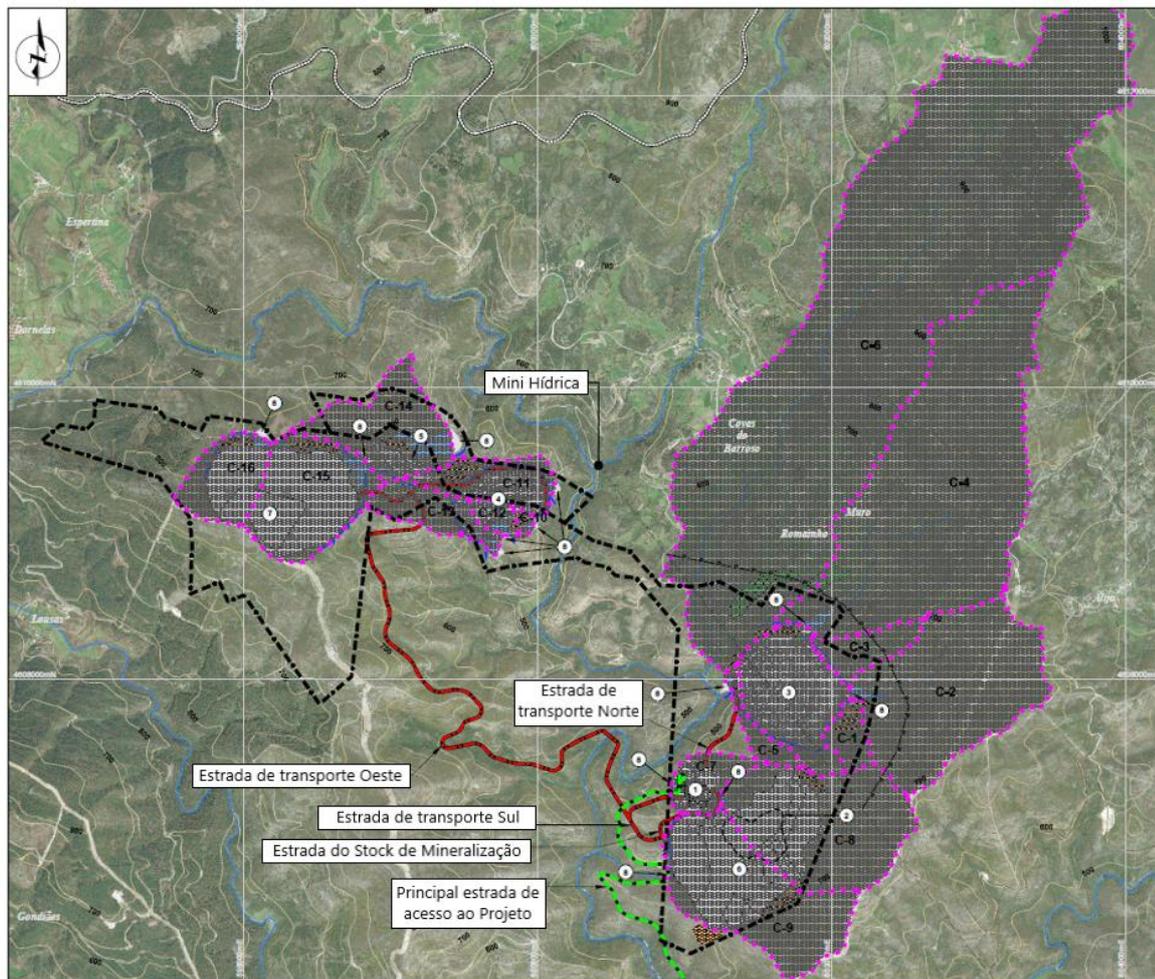


Figura II.117 - Bacias Hidrográficas Perturbadas da Mina do Barroso.

Três das principais bacias hidrográficas descarregam na área da corta do Grandão e irão requerer estruturas significativas do sistema de gestão de água, para permitir o desenvolvimento da exploração. A quarta bacia hidrográfica, que descarrega através do rio Covas e se localiza a montante das cortas do NOA e do Reservatório, não será diretamente afetada pelas estruturas de gestão da água.

Estão planeadas uma série de estruturas de gestão de águas superficiais para gerir o escoamento superficial das áreas a montante e de exploração, cuja configuração variará dependendo da qualidade da água recebida, resumida da seguinte forma:

- **Água não perturbada:** Escoamento superficial de áreas não afetadas pela mina, onde a qualidade da água é adequada para descarga direta no rio Covas. Várias estruturas de desvio de água que irão interceptar as principais linhas de água e direcionar a água ao redor das áreas de exploração com a utilização de aterros baixos, barreiras baixas e canais de desvio. Pretende-se que todas as áreas perturbadas estejam fora destes sistemas para manter uma boa qualidade da água, adequada para descarga direta.
- **Água perturbada:** Escorrência superficial de áreas de bacias hidrográficas afetadas pela mina que será interceptada e filtrada, se necessário, antes da descarga no rio Covas (a ocorrer apenas

perante eventos extremos de pluviosidade). Uma série de estruturas de controlo de sedimentos que irá intercetar as principais linhas de água e direcionar a água ao redor das áreas de exploração, com a utilização de aterros baixos, barreiras baixas e canais de desvio. Pretende-se que todas as águas de áreas perturbadas sejam desviadas para estes sistemas para permitir o controlo de sedimentos e filtragem da água antes desta ser encaminhada para tratamento na lavaria (para fornecer água de qualidade adequada para o processamento).

A água que circula dentro da lavaria não será nunca descarregada no sistema hídrico, ou seja, a água do rio Covas não será afetada pela água da lavaria. Na área afetada por trabalhos mineiros (vias, cortas, escombrelas, etc.), os sistemas planeados de gestão de águas superficiais destinam-se permitir o uso dessa água na lavaria.

9.1.6.2. Estruturas de engenharia

As estruturas de engenharia associadas ao sistema de gestão de águas superficiais estão resumidas a seguir (Figuras do Anexo II-41 e Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8):

Aterro de desvio (bacias hidrográficas de águas não afetadas pela mina)

- Um aterro será construído em cada uma das duas linhas de água existentes nas bacias hidrográficas a montante da Corta do Grandão. Os aterros serão construídos utilizando material resultante da construção das infraestruturas de desenvolvimento, necessárias para estabelecer a mina (como por exemplo, escavação das estradas de acesso e de transporte de material). Não será ocupada qualquer área de empréstimo fora das áreas de exploração propostas.
- A preparação da bacia limitará o corte de vegetação. A decapagem do solo não será realizada, de forma a reduzir as intervenções, na medida do possível.
- Vegetação, solo e qualquer material de fundação inadequado será removido da área de aterro. Os aterros serão construídos como estruturas zonadas de retenção de água, com uma zona de permeabilidade baixa a montante (estéreis oxidados), uma zona de transição/drenagem (cascalho arenoso de rocha estéril selecionado e bem classificado) e preenchimento estrutural (estéril fresco, resistente e durável). Enrocamento grosseiro e durável será colocado como uma camada no talude a montante para fornecer proteção contra erosão a longo prazo.
- Instrumentação composta por piezómetros e alvos topográficos será incluída na construção do aterro para monitorizar o desempenho durante a operação.
- Após o encerramento, uma vez estabilizadas as áreas de reabilitação, estas estruturas serão removidas para restaurar a configuração original das linhas de água, tanto quanto possível (por exemplo, as bacias hidrográficas irão descarregar para o vazio criado pela exploração da corta do Grandão antes do rio Covas).

Canais de Desvio

- Os canais de desvio serão escavados entre os aterros de desvio e as estruturas de controlo de sedimentos para transferir a água das bacias a montante para o rio Covas.

- Prevê-se que os canais sejam maioritariamente construídos em rocha sã à superfície ou próximo, o que irá reduzir a erosão e o potencial de geração de sedimentos.
- Enrocamento grosseiro e durável proveniente do estéril será adicionado às entradas/saídas ou em áreas onde o canal passa por solos para fornecer proteção contra a erosão.
- O material gerado pela escavação dos canais de desvio será utilizado na construção dos aterros do sistema de gestão de águas superficiais.
- Após o encerramento, os sistemas de desvio serão desativados, com a remoção dos aterros a montante, para restaurar as linhas de água com as configurações anteriores ou próximas.

Estruturas de Controlo de Sedimentos (bacias hidrográficas que envolvem as áreas afetadas pela mina)

- Será construído um aterro em todas as linhas de água existentes nas bacias hidrográficas perturbadas pelas operações mineiras. Os aterros serão construídos utilizando material escavado na construção das infraestruturas de desenvolvimento, necessárias para estabelecer a mina (como por exemplo, escavação das estradas de acesso e de transporte de material).
- A preparação da bacia limitará o corte de vegetação. O material de aterro poderá provir da área das bacias de sedimentação para aumentar os volumes de armazenamento disponíveis.
- Vegetação, solo e qualquer material de fundação inadequado será removido da área de aterro. Os aterros serão construídos como estruturas zonadas de retenção de água, com uma zona de permeabilidade baixa a montante (estéreis oxidados), uma zona de transição/drenagem (cascalho arenoso de rocha estéril selecionado e bem classificado) e preenchimento estrutural (estéril fresco, resistente e durável). Enrocamento grosseiro e durável será colocado como uma camada no talude a montante para fornecer proteção contra erosão a longo prazo.
- As bacias serão construídas para fornecer o maior tempo de retenção possível de modo a melhorar os tempos de sedimentação. As estruturas serão construídas em série sempre que possível para fornecer um sistema de melhoria da qualidade da água à medida que os fluxos se aproximam do rio Covas.
- Instrumentação composta por piezômetros e alvos topográficos será incluída na construção do aterro para monitorizar o desempenho durante a operação. Pontos de controlo serão estabelecidos para registar a qualidade da água.
- Após o encerramento, depois da remoção dos sedimentos contidos (colocados nas escombrelas) e uma vez estabilizadas as áreas de reabilitação, estas estruturas serão removidas para restaurar a configuração original das linhas de água, tanto quanto possível. O requisito de remover completamente as estruturas após o encerramento será revisto no final da vida útil da mina, como parte da estratégia geral de encerramento.

9.1.6.3. Abastecimento de água

Será necessário reabastecer a mina com água potável, tanto para a utilização no que respeita à parte social, quanto para a reposição das perdas de água no processamento. Foram previstos vários furos de

água para drenagens de cortas, que permitem fornecer uma parte dos requisitos de água de reposição. No entanto, os furos por si só não são suficientes para permitir a operação contínua da unidade de processamento. Prevê-se que a água adicional para o processamento seja obtida através da captação da água de escorrência superficial, interceptada pelos sistemas de gestão de águas superficiais e de drenagem de cortas, resumidos da seguinte forma:

- A água perturbada (afetada pelos trabalhos mineiros) interceptada pelo Sistema de Estruturas de Controlo de Sedimentos/valas de drenagem das cortas será colhida como a primeira prioridade. A água será bombeada e canalizada para uma instalação de tratamento de água para filtração, de forma a permitir o seu uso como água de reposição do processamento ou para tratamento adicional para uso como água potável.
- A água não perturbada (sistema hídrico) interceptada pelo Sistema de Desvio será colhida como a segunda prioridade. A água será bombeada diretamente para a unidade de processamento para uso (ou seja, espera-se uma filtração limitada ou não ser necessária qualquer filtração).
- A água será captada nas bacias de desvio/estruturas de controlo de sedimentos através de um sistema flutuante de bombagem, que bombeia a água próxima da superfície para, tanto quanto possível, melhorar a qualidade da água de retorno. A tubagem irá encaminhar esta água diretamente para a lavaria ou para uma bacia de armazenamento próxima para a bombear até a lavaria (para reduzir os requisitos de altura manométrica e tubagem).
- Os volumes de armazenamento da bacia de desvio e controlo de sedimentos foram projetados para armazenar escoamento adicional durante a estação chuvosa, de forma a permitir o abastecimento contínuo de água de reposição durante os meses mais secos.
- No encerramento, todos os sistemas serão removidos.

9.1.7. Opções de gestão de águas superficiais

Foram desenvolvidas para o projeto três opções de gestão de águas superficiais, cada uma com um nível variável de controlo da água que afeta diretamente a qualidade da água que será descarregada fora do projeto.

- Opção 1 – Minimiza a dimensão e o número de Estruturas de Controlo
- Opção 2 – Capacidade de Tempestade/Controlo de Sedimentos com T = 2 anos
- Opção 3 – Capacidade de Tempestade/Controlo de Sedimentos com T = 100 anos

A disposição de cada uma das opções do sistema de gestão de águas superficiais consideradas é resumido a seguir.

9.1.7.1. Opção 1 – Minimizar estruturas de controlo

Esta opção é baseada na construção de estruturas de baixo impacto visual. As estruturas resultantes irão fornecer capacidade limitada para melhorar a qualidade da água de descarga, a colheita do escoamento superficial do projeto ou proteger a infraestrutura de exploração (especificamente a corta do Grandão).

Note-se que esta abordagem não cumprirá os critérios de desenho nomeados. Não será possível um controlo eficaz de sedimentos durante tempestades, resultando em descarga de água com qualidade inadequada no rio Covas. A capacidade de colheita de água superficial como água de reposição, especificamente durante a estação seca, não seria possível devido à capacidade limitada de armazenamento de água superficial.

Várias estruturas menores de gestão de água serão providenciadas para permitir o acesso ao local durante a estação chuvosa. O sistema inclui várias passagens hidráulicas e valetas ao longo de estradas de acesso e de transporte de material e um canal de desvio e barreira para a corta do Grandão. Note-se que a infraestrutura de drenagem instalada nas cortas precisará de ser dimensionada para gerir todo o escoamento das bacias hidrográficas a montante durante tempestades maiores (devido ao armazenamento limitado e à capacidade hidráulica do canal a montante). Além de alguns canais/barreiras de drenagem menores localizados nas áreas perturbadas, nenhuma estrutura de gestão de água maior foi incluída nesta opção.

A gestão de sedimentos seria limitada a pequenas barreiras localizadas ao longo dos trajetos de descarga para capturar cascalhos e areias grosseiras. Os sedimentos finos (areia fina, silte e argila) não seriam controlados/capturados e seguiriam para o rio Covas. Nesta opção, a descarga da mina durante eventos de tempestade conteria uma carga de sedimentos muito elevada.

Seria necessária uma instalação de filtragem/tratamento de água para melhorar a qualidade da água reciclada para um nível de qualidade aceitável para os requisitos de uso na lavaria e da água do escoamento superficial para descarga, sempre que atingida a capacidade máxima (limitada) de armazenamento de água.

O modelo de blocos do sistema é apresentado na Figura II.118. A Figura II.119 mostra a disposição geral final.

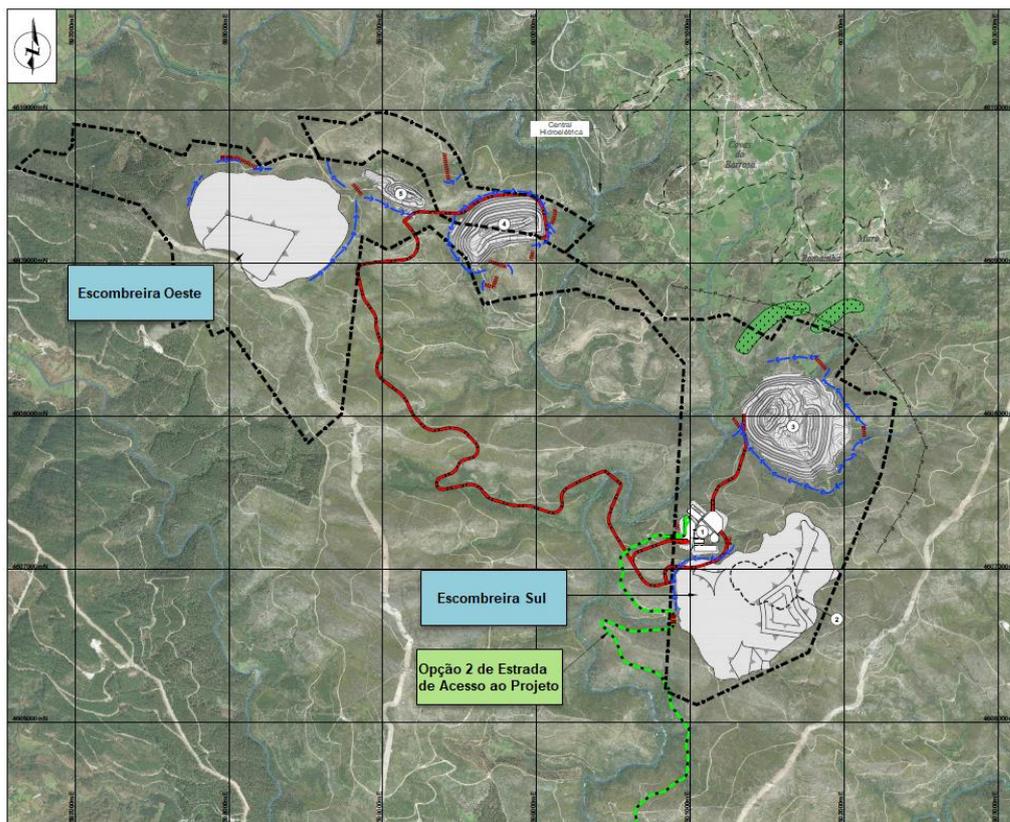


Figura II.119 - Disposição da Opção 1 de gestão de águas superficiais.

9.1.7.2. Opção 2 – Controlo de sedimentos com T = 2 anos

A opção 2 de gestão de água superficial está centrada na separação da água perturbada e da água não perturbada. As estruturas de gestão de água estão dimensionadas para que a água superficial seja desviada localmente e os padrões globais de drenagem da área não sejam impactados.

Serão construídos desvios para bacias hidrográficas não perturbadas a montante das áreas de exploração, para fornecer proteção contra tempestades com T = 100 anos.

A descarga do projeto será encaminhada através de estruturas de controlo de sedimentos dimensionadas para conter escoamento de tempestades com T = 2 anos. As estruturas de contenção serão utilizadas como pontos de captação para reciclar a água perturbada para uso na unidade de processamento como abastecimento de água de reposição (suplementando a drenagem das cortas em valas e furos de água). O excesso de água será encaminhado para uma instalação de filtragem/tratamento de água antes de ser descarregado no rio Covas.

As seguintes estruturas de gestão de água serão utilizadas nesta opção:

- Estradas:
 - Valetas em forma de “V” para controlar o escoamento superficial e direcionar o fluxo para passagens hidráulicas sob a estrada.

- Passagens hidráulicas sob a estrada para direcionar os fluxos através de estrada. As passagens hidráulicas serão instaladas predominantemente em trajetos de fluxo/drenagem existentes.
- As valetas permitem uma cobertura segura da estrada em caso de eventos extremos de tempestade que excedam a capacidade das passagens hidráulicas.
- Pequenas estruturas de gestão de sedimentos serão instaladas nas saídas das valetas em forma de “V” e nas passagens hidráulicas para conter sedimentos grosseiros (cascalho/areia).
- Lavaria e Áreas de Serviço:
 - O escoamento superficial será colhido em canais menores de drenagem internos, com a descarga direcionada para os canais primários ao redor do perímetro do terraço. Este sistema irá garantir que todo o escoamento do terraço seja captado e encaminhado pelos sistemas de filtragem/tratamento antes da descarga (no caso de ser excedida a capacidade de armazenamento).
 - O escoamento das bacias hidrográficas não perturbadas a montante também será controlado utilizando sistemas separados de canal e de barreira.
 - Estruturas de controlo de sedimentos serão instaladas a jusante e todo o escoamento do terraço será encaminhado através do sistema para permitir que sedimentos grosseiros se depositem antes que a água transborde e despeje através dos drenos projetados. As estruturas serão construídas como barreiras zonadas de terra e de enrocamento.
 - As estruturas de controlo de sedimentos irão constituir pontos de amostragem para verificar a qualidade da água antes da descarga.
 - Cada uma das principais estruturas de controlo de sedimentos irá incluir um sistema de bombagem. Se necessário, a água pode ser bombeada para uma instalação de tratamento de água na lavaria para melhoramento adicional da qualidade da água para uso no fluxo do processamento ou antes da descarga (no caso de ser excedida a capacidade de armazenamento).
 - A mesma infraestrutura de bombagem também será utilizada para captar água para uso como água de reposição do processamento. O sistema foi projetado para maximizar a reciclagem interna de água e, portanto, reduzir o requisito externo de água de reposição.
 - Será utilizada uma estrutura de armazenamento de água, construída a montante da Corta do Grandão, para reduzir o risco de carência no abastecimento de água durante os meses secos do verão. A instalação será construída como uma barreira de terra e de enrocamento para armazenar o escoamento durante os meses chuvosos de inverno, para utilização nos meses secos.
 - O abastecimento da instalação de armazenamento de água irá provir do fluxo natural da bacia hidrográfica e da água bombeada para a estrutura a partir de outras áreas mineiras.
 - O transbordo das barreiras de gestão de sedimentos e a descarga da instalação de tratamento de água serão encaminhados através de uma estrutura final de sedimentos/bacia de filtragem para melhorar ainda mais a qualidade da água antes da descarga no rio Covas, que ocorrerá

apenas em eventos de pluviosidade acentuada, quando for excedida a necessidade de água na lavaria e a capacidade de armazenamento instalada.

- Escombreiras:
 - Um sistema de drenagem que inclui canais de perímetro, barreiras de controlo de sedimentos e sistemas de bombagem será instalado a jusante das escombreiras.
 - Os trajetos internos de drenagem serão estabelecidos nos degraus criados à medida que o estéril é colocado para encaminhar o escoamento superficial para os drenos revestidos de rochas ao longo dos encontros.
 - A reabilitação contínua dos taludes das escombreiras será realizada para reduzir as áreas perturbadas expostas, tanto quanto possível, e fornecer o controlo mais eficiente de sedimentos.
- Cortas:
 - A Corta do Grandão possui uma importante bacia hidrográfica a montante, não perturbada, que requer um sistema de desvio principal que consiste em barreiras e canais de desvio para transmitir o escoamento de tempestade de água não perturbada em redor da área de exploração ativa.
 - O escoamento das águas perturbadas das áreas externas da corta será gerido usando canais e barreiras de drenagem para controlar o escoamento e direcioná-lo através das estruturas de controlo de sedimentos a jusante.
 - As estruturas de controlo de sedimentos serão equipadas com um sistema de bombagem para transferir a descarga para uma estação de tratamento de água (se necessário) para uso como água de reposição do processamento ou descarga (no caso de exceder os limites de armazenamento).
 - O escoamento superficial nos vazios criados pelas cortas será bombeado diretamente para a instalação de tratamento de água.
 - Estruturas de controlo de sedimentos serão instaladas nas saídas de todas as estruturas para capturar sedimentos. As saídas dessas estruturas serão utilizadas como pontos de monitorização da qualidade da água de descarga. O excesso de águas destas estruturas será descarregado no rio Covas no caso de existir excedência de água.
- Rio Covas:
 - Estações de monitorização do fluxo e da qualidade da água serão instaladas a montante e a jusante do projeto para controlar e demonstrar conformidade com os requisitos regulamentares.
- Geral:
 - Uma instalação de filtração/tratamento de água será necessária para gerir, em condições climáticas médias, 2,6 Mm³/ano (anos -1 a 7).
 - Durante condições húmidas extremas, a taxa anual de filtração/tratamento aumenta para ~ 5,2 Mm³/ano.

- Os picos de fluxos sob condições húmidas extremas estão estimados em 2 100 m³/h (585 l/s).
- Aproximadamente 0,4 Mm³/ano serão utilizados na lavaria anualmente.
- A instalação de tratamento de água será usada para melhorar a qualidade da água de processamento para reutilização (~40% do fluxo).
- Perante regimes de pluviosidade intensa, que excedam a capacidade de armazenamento e a necessidade de abastecimento à lavaria, será utilizado um sistema de filtragem de água que garanta uma qualidade da água do escoamento superficial das áreas perturbadas que cumpra os requisitos de descarga.
- A manutenção regular dos canais, barreiras e aterros durante a estação seca será realizada para garantir que o sistema funcione conforme projetado durante a estação chuvosa.
- Está previsto que a disposição do sistema de gestão de água seja ajustada ao longo da vida do projeto para acomodar mudanças nas condições de drenagem (devido ao andamento da exploração) e desempenho do sistema com base nos resultados da monitorização.

O modelo de blocos do sistema para condições climáticas médias é apresentado na Figura II.120. A Figura II.121 mostra a disposição geral final.

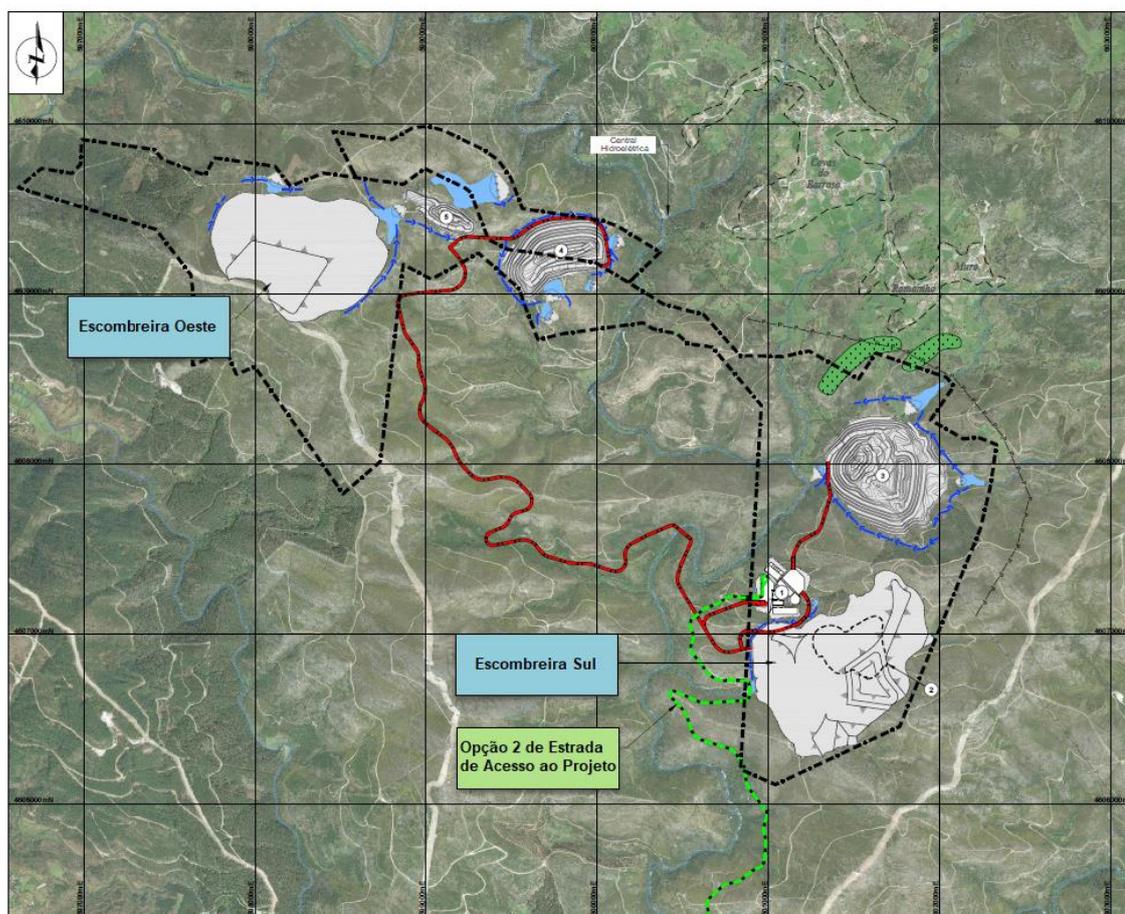


Figura II.121 - Disposição da Opção 2 de gestão de águas superficiais.

9.1.7.3. Opção 3 – Baixo impacte na qualidade da água a jusante

A configuração geral da Opção 3 é semelhante à Opção 2, no entanto, as estruturas desta opção de gestão de águas superficiais foram dimensionadas para controlar o escoamento de eventos extremos de tempestades (com T até 100 anos), com a intenção de causar um impacto muito baixo na qualidade da água a jusante para uma variedade de dimensionamento de eventos de tempestade adotados.

A remoção de sólidos em suspensão muito finos (argila e siltes) é difícil em pequenos sistemas de decantação e requer tempos de retenção muito longos para estes serem eficazes. Devido à topografia acidentada no projeto e à intenção de reduzir as perturbações, na medida do possível, foi adotado um equilíbrio entre o volume de contenção e as taxas de tratamento para esta opção. Note-se que, devido à topografia acidentada e às áreas restritas disponíveis, o controlo de todo o escoamento superficial para grandes tempestades será desafiador.

Todo escoamento superficial de água afetada (presente na área intervencionada pela mina) captado dentro da área mineira, em situações de pluviosidade extrema que exceda a capacidade de uso instalada, assim como as bacias hidrográficas não perturbadas, será encaminhado para o sistema de filtragem antes da descarga.

As estruturas de controlo de sedimentos a jusante das áreas de exploração serão geridas de forma a fornecer capacidade suficiente para armazenar o escoamento da tempestade projetado antes de ser bombeado para a estação de tratamento. Tal requer um aumento da capacidade de armazenamento (em comparação com a Opção 2) para capturar efetivamente todo o escoamento, com risco limitado de transbordo descontrolado. A maior dimensão das estruturas de gestão da água irá aumentar a área perturbada pelas atividades relacionadas com a exploração.

O sistema de bombagem e a instalação de tratamento são dimensionados para esvaziar todas as estruturas em 2 semanas após o evento de tempestade, de forma a restabelecer a capacidade de armazenamento (para o próximo evento de precipitação).

A gestão do sistema de forma a manter a água no projeto para uso durante condições secas será possível, mas aumenta a complexidade operacional (os ativadores de tratamento irão variar de acordo com os volumes da bacia e com o mês do ano). Além de aumentar as capacidades das estruturas e as capacidades de bombagem e de tratamento, todas as capacidades de drenagem ao longo das estruturas de exploração (estradas de acesso, estradas de transporte de material, terraços, cortas e escombrelas) são dimensionadas para acomodar maiores fluxos.

A instalação de tratamento de água será dimensionada para gerir todos os escoamentos das estradas de acesso e da área de exploração perturbada. Os fluxos anuais de $\sim 3 \text{ Mm}^3/\text{ano}$ foram estimados em condições climáticas médias, aumentando para $\sim 11 \text{ Mm}^3/\text{ano}$ em condições húmidas extremas. Para gerir os picos de fluxo durante os meses mais húmidos, serão necessárias taxas de tratamento e descarga de $\sim 1,5 \text{ Mm}^3/\text{mês}$ ($\sim 2.100 \text{ l/s}$).

O modelo de blocos do sistema de gestão de água sob condições extremas de precipitação é apresentado na Figura II.122. A Figura II.123 mostra a disposição geral final.

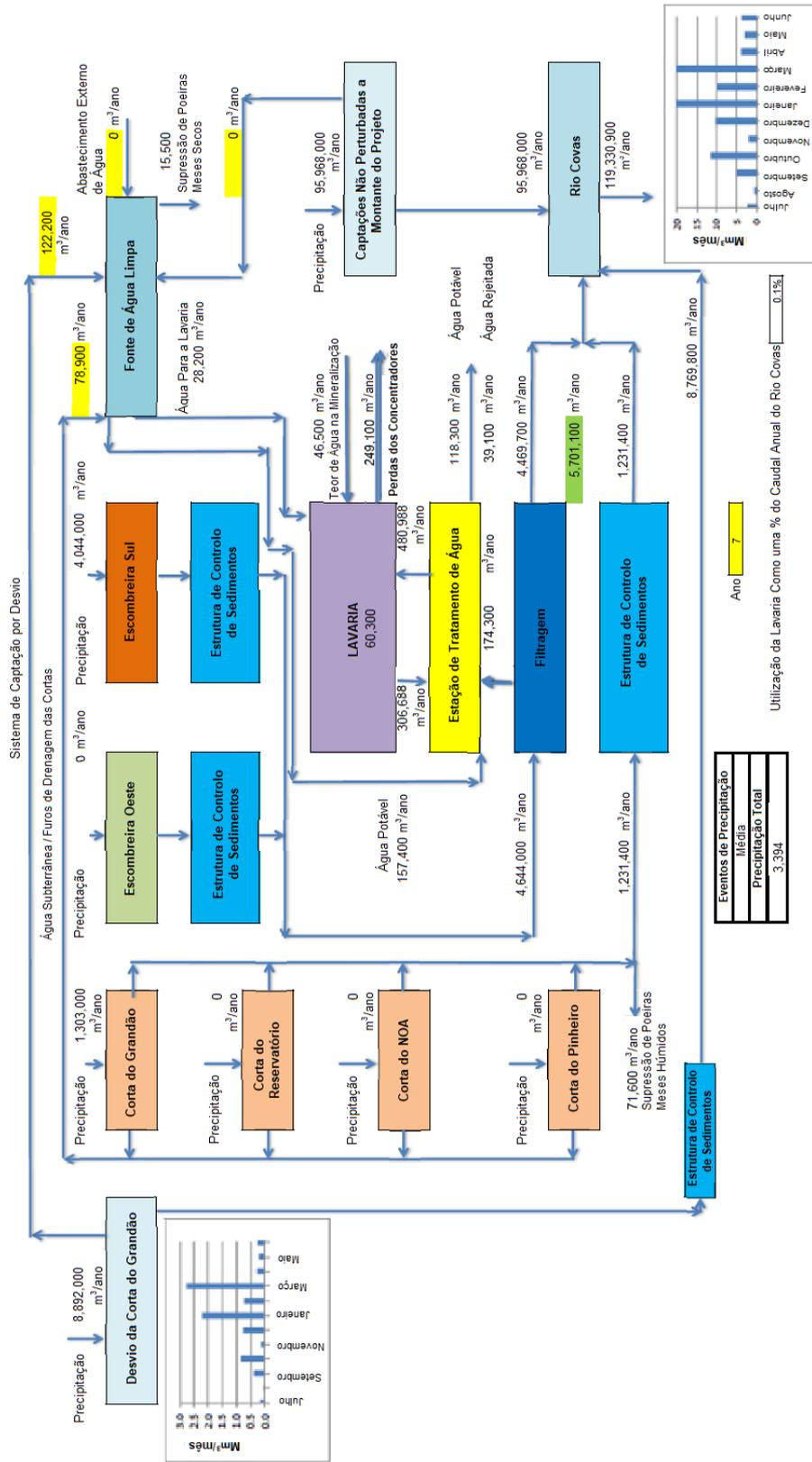


Figura II.122 - Opção 3 do modelo de blocos anual de gestão de água.

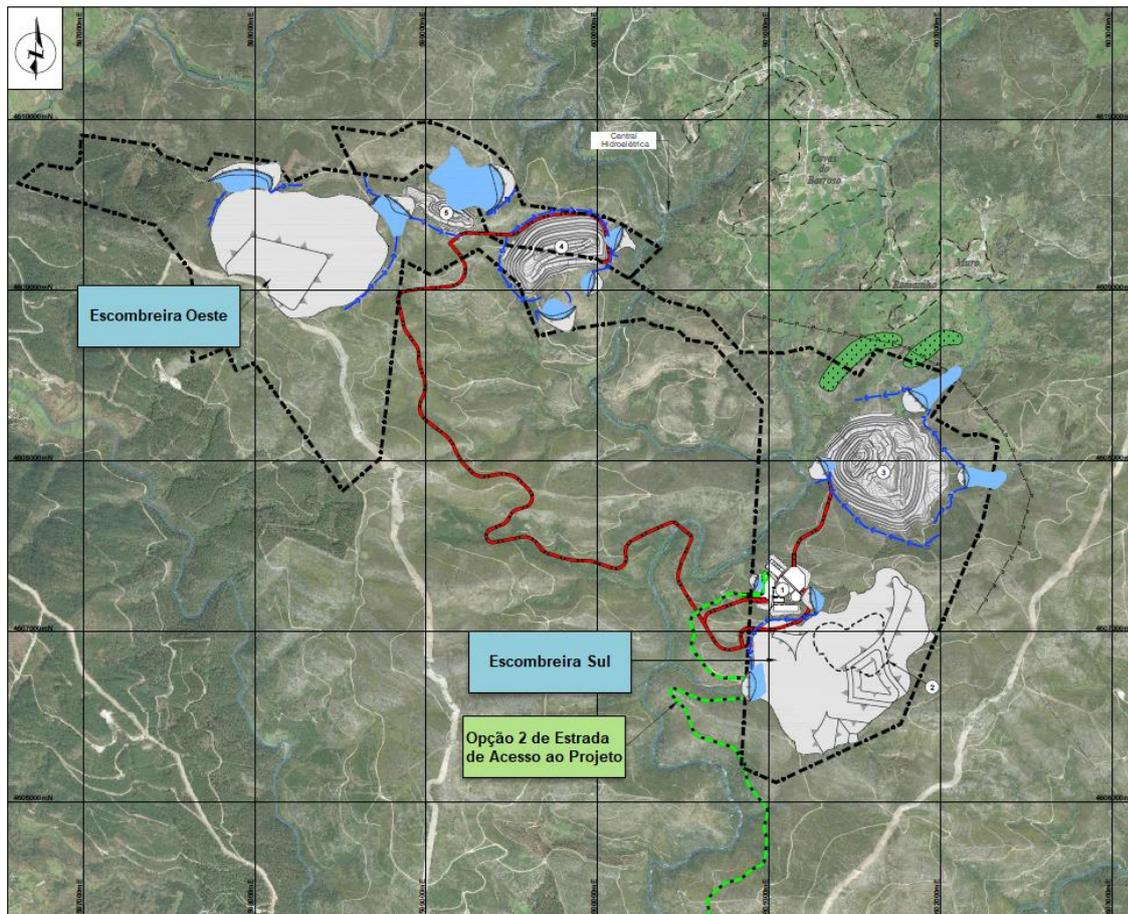


Figura II.123 - Disposição da Opção 3 de gestão de águas superficiais.

9.1.7.4. Avaliação das opções de gestão de águas superficiais

Como parte do processo de avaliação das opções de abastecimento de água, foi desenvolvida uma matriz de avaliação para classificar as várias opções de abastecimento, com base em critérios específicos ponderados de acordo com a sua importância. A matriz de decisão foi dividida nas seguintes seções principais, com vários critérios, sendo cada secção avaliada e pontuada:

- Capital do Projeto/Custos de Desenvolvimento
- Aprovações ambientais + de Projeto
- Social e Comunidade
- Operacional
- Encerramento

Um resumo dos resultados da pontuação é mostrado no Quadro II.55. A matriz de decisão completa consta no Anexo II-30. Note-se que a Opção 1 (estruturas limitadas de gestão de água) não é viável, uma vez não ser possível atingir os necessários critérios de qualidade da água de descarga.

Quadro II.55 - Matriz de avaliação das opções de gestão de águas superficiais.

Critérios de Avaliação	Fator de ponderação	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
	%	Pontos	Posição	Pontos	Posição	Pontos	Posição
Custo	20	640	1	600	2	440	3
Ambiental	14	336	3	420	2	504	1
Social	50	790	1	636	2	605	3
Operacional	15	210	3	422	2	608	1
Encerramento	1	50	1	30	3	10	3
TOTAL	100	2026	3	2108	2	2167	1

9.1.7.5. Comparação de custos de capital de gestão de águas superficiais

Os quadros seguintes apresentam resumos dos principais itens de construção.

Quadro II.56 - Dimensões das estruturas de controlo de sedimentos.

Estrutura #	Área de Operação	Ano	Opção 2 – Estruturas de Controlo de Sedimentos			Opção 3 - Estruturas de Controlo de Sedimentos		
			Altura	Largura do topo	Volume	Altura	Largura do topo	Volume
			m	m	m ³	m	m	m ³
Grandão SCD1	Grandão	1	26	80	30 000	28	220	74 000
Grandão SCD2	Grandão	1	11	65	18 000	14	130	65 000
Grandão SCD3	Grandão	1	21	100	59 000	28	175	260 000
Escombreira SCD1	Escombreira	1	13	50	2 000	16	165	25 000
Escombreira SCD2	Escombreira	1	16	60	4 000	40	171	40 000
Lavaria SCD1	Lavaria	1	18	34	1 000	22	95	10 000
Escombreira Oeste SCD1	NOA	7	17	255	13 000	29	485	100 000
Escombreira Oeste SCD2	NOA	7	15	95	55 000	25	265	150 000
Escombreira Oeste SCD3	NOA	7	22	185	120 000	34	355	250 000
Reservatório SCD1	Reservatório	7	12	105	7 000	33	170	35 000
Reservatório SCD2	Reservatório	7	12	65	3 000	17	164	50 000
Reservatório SCD3	Reservatório	7	9	120	35 000	NA	NA	NA
Reservatório SCD4	Reservatório	7	16	140	13 000	28	275	75 000

SCD – Aterro de controlo de sedimentos.

Quadro II.57 - Volumes dos principais trabalhos de terraplanagem (Ano -1).

Estrutura	Opção 1 [m³]		Opção 2 [m³]		Opção 3 [m³]	
	Escavação	Enchimento	Escavação	Enchimento	Escavação	Enchimento
1 –DC-1	500	0	523	0	1 046	0
1 –DC-2	2 000	0	3 084	0	6 169	0
1 –DC-3	2 000	0	12 320	0	24 641	0
1 –DC-3 ^a	2 000	0	12 040	0	24 079	0
1 –DC4	2 000	0	85 440	0	170 880	0
1 –DB-1	0	2 000	0	0	0	52 122
1 –DB-2	0	2 000	0	0	0	27 359
1 –DB-3	0	2 000	0	0	0	127 042
1 –DB-1 ^a	0	2 000	0	0	0	46 587
1 –DB-4	0	0	0	0	0	235 376
1-DB-1 Vertedouro	1 000	0	1 803	0	3 607	0
1-DB-4 Vertedouro	2 000	0	8 852	0	17 705	0
4 – Escombreira Sed1	0	2 000	0	4 072	0	12 215
4 – Escombreira Sed2	0	2 000	0	31 496	0	94 488
Drenos Periféricos da Escombreira	1 000	0	3 600	0	7 200	0
Vertedouro da Escombreira	0	0	10 000	0	20 000	0
Drenos Periféricos da Lavaria	1 000	0	1 200	0	2 400	0
Lavaria SCD	0	2 000		30 000	0	90 000
Vertedouro da Lavaria SCS	0		10 000	0	20 000	0
Drenos da Estrada de Acesso	0	0	0	0	10 000	0
Bacias da Estrada de Acesso	0	0	0	0	0	250 000
Total	13 500	14 000	148 863	228 397	307 725	935 191

Nota: DC – Canal de Desvio; DB – Aterro de Desvio; Sed/SCD – Aterro de Controlo de Sedimentos;
SCS – Estrutura de Controlo de Sedimentos.

Quadro II.58- Volumes dos principais trabalhos de terraplanagem (Ano 6)

Estrutura	Opção 1 [m ³]		Opção 2 [m ³]		Opção 3 [m ³]	
	Escavação	Enchimento	Escavação	Enchimento	Escavação	Enchimento
2 – Escombreira Oeste DC1	1 000	0	1 510	0	3 020	0
2 – Escombreira Oeste DC2	2 000	0	3 461	0	6 923	0
2 – Escombreira Oeste DC3	2 000	0	12 759	0	25 517	0
2 – Escombreira Oeste Sed 1	0	2 000	0	26 697	0	80 091
2 – Escombreira Oeste Sed 2	0	2 000	38	87 118	76	261 353
2 – Escombreira Oeste Sed 2	0	2 000	0	22 791	0	68 373
3 – Reservatório Sed 1	0	2 000	0	12 317	0	36 951
3 – Reservatório Sed 2	0	2 000	0	5 203	0	15 608
3 – Reservatório Sed 3	0	2 000	0	20 187	0	60 561
3 – Reservatório Sed 4	0	2 000	0	15 642	0	46 925
Drenos da Escombreira Oeste	1 000	0	2 120	0	4 240	0
Vertedouro da Escombreira Oeste	0	0	20 000	0	40 000	0
Drenos da Escombreira do Reservatório	1 000	0	2 620	0	5 240	0
Vertedouro da Escombreira do Reservatório	0	0	20 000	0	40 000	0
Total	7 000	14 000	62 508	189 954	125 015	569 861

Nota: DC – Canal de Desvio; Sed – Aterro de Controlo de Sedimentos.

Além dos trabalhos de terraplanagem, as opções 2 e 3 requerem que os sistemas de bombagem transfiram o escoamento superficial para uma instalação de filtragem/tratamento de água (para atingir os requisitos de qualidade da água, no caso desta necessitar de ser descarregada).

A infraestrutura irá precisar de gerir ~0,8 Mm³/mês para a Opção 2 e 1,5 Mm³/mês para a Opção 3. Com base nestes volumes, foram estimados os custos de capital e operacional preliminares para cada opção, que estão resumidos no Quadro II.59.

Para além das despesas de capital necessárias, irão incorrer custos operacionais adicionais para o tratamento de água de descarga planeado nas opções 2 e 3. Para a opção 3, este custo operacional será aproximadamente duas vezes maior, dependendo do estado de desenvolvimento da mina, devido ao aumento do volume de tratamento.

Quadro II.59 - Comparação preliminar de custos das opções (CAPEX Ano -1).

Item		Valor [€]	Unidade	Custo [€]		
				Opção 1	Opção 2	Opção 3
Escavação de solo	10%	2,43 €	m ³	0€	0 €	0 €
Escavação de rocha	90%	8,33 €	m ³	0€	0 €	0 €
Escavação e enchimento de solo		3,82 €	m ³	5 500 €	57 000 €	117 000 €
Escavação e enchimento de rocha		9,72 €	m ³	123 000 €	1 302 000 €	2 693 000 €
Transporte extra de material+ enchimento		2,31 €	m ³	1 800 €	184 000 €	1 452 000 €
Estação de tratamento de água		185 000 €	Mm ³ /mês Capacidade	18 500 €	148 000 €	278 000 €
Infraestrutura de bombagem		–	–	–	2 960 000 €	5 550 000 €
TOTAL		–	–	150 000€	4 651 000 €	10 100 000 €

9.1.8. Conclusões sobre a gestão de águas superficiais

Pelo atrás referido podem retirar-se as seguintes conclusões:

- Opção 1 - Não é esperado que esta atenda aos critérios de desenho adotados, especificamente relacionados com qualidade da água de descarga e, portanto, é considerada inviável.
- Opção 2 - espera-se que o sistema esteja em conformidade com os critérios de desenho adotados e forneça um equilíbrio entre desempenho, qualidade da água de descarga (quando atingida a capacidade máxima de armazenamento) e as perturbações. Note-se que durante eventos de tempestade com T > 2 anos, é esperado que uma porção de sedimentos finos seja descarregada no rio Covas. Tal irá ocorrer durante os fluxos de cheia, quando se espera a presença natural de elevadas quantidades de sólidos em suspensão no rio. O sistema irá fornecer um abastecimento de água de reposição sob condições mais secas que a média (sequência seca com T = 10 anos).
- Opção 3 - A construção do extenso sistema de gestão de água é necessária para alcançar os objetivos da Opção 3 de capturar, conter e tratar todos os escoamentos afetados pelas atividades mineiras. O sistema irá perturbar significativamente mais área e linha de água naturais do que as outras duas opções consideradas. As maiores estruturas adicionarão complexidade de construção e operacional.
- Será necessária uma instalação básica de filtragem/tratamento de água para todas as opções, de forma a melhorar a qualidade da água que irá abastecer a lavaria. As opções 2 e 3 requerem um sistema melhorado para permitir maiores fluxos de escoamento de água perturbada e atingir os requisitos de qualidade da água.

- Para cada corta será necessário existir uma elevada capacidade de armazenamento de água em eventos de tempestade e sistemas de bombagem, para controlar e atenuar os picos de escoamento e permitir a reutilização e tratamento da água.

Assim, é recomendável que a configuração da Opção 2 seja adotada. As Figura II.124, Figura II.125 e Figura II.126 apresentam a localização da infraestrutura hídrica da Opção 2 para cada uma das áreas de atividade.

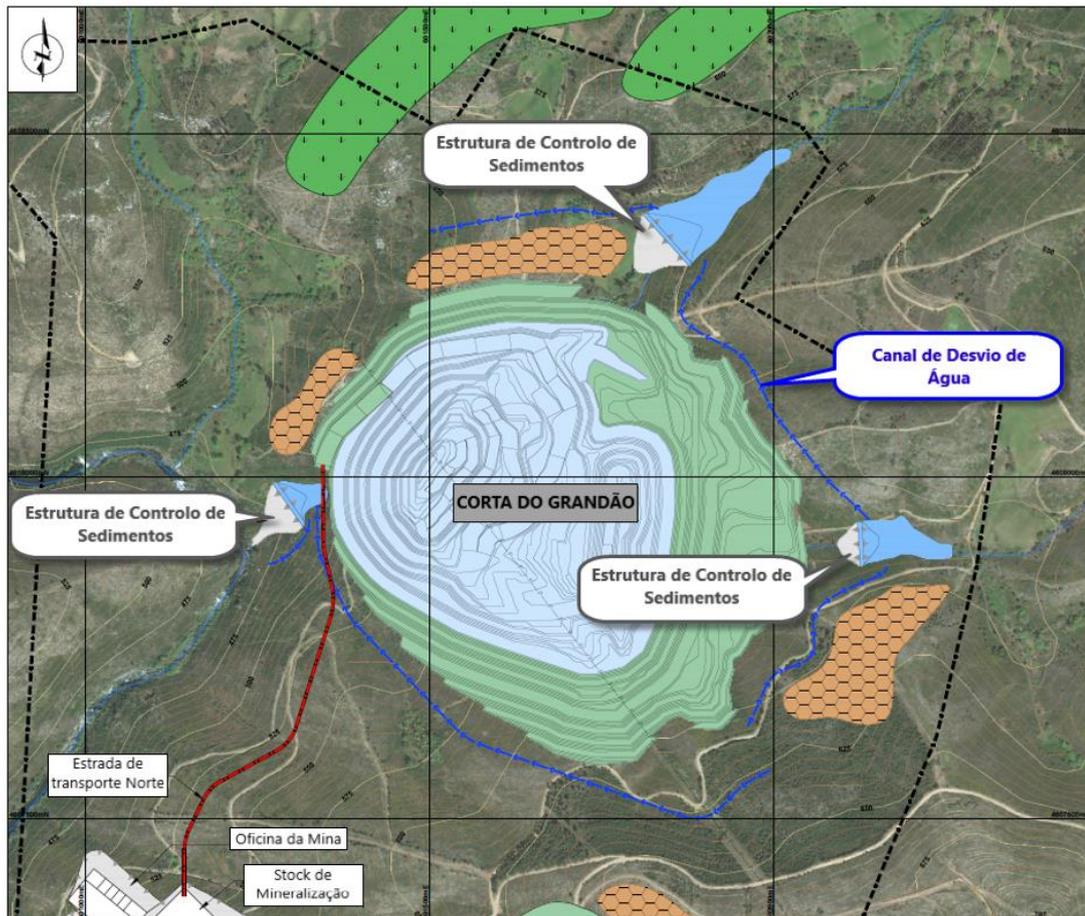


Figura II.124 - Infraestrutura de Gestão de Águas Superficiais da Área da Corta do Grandão.

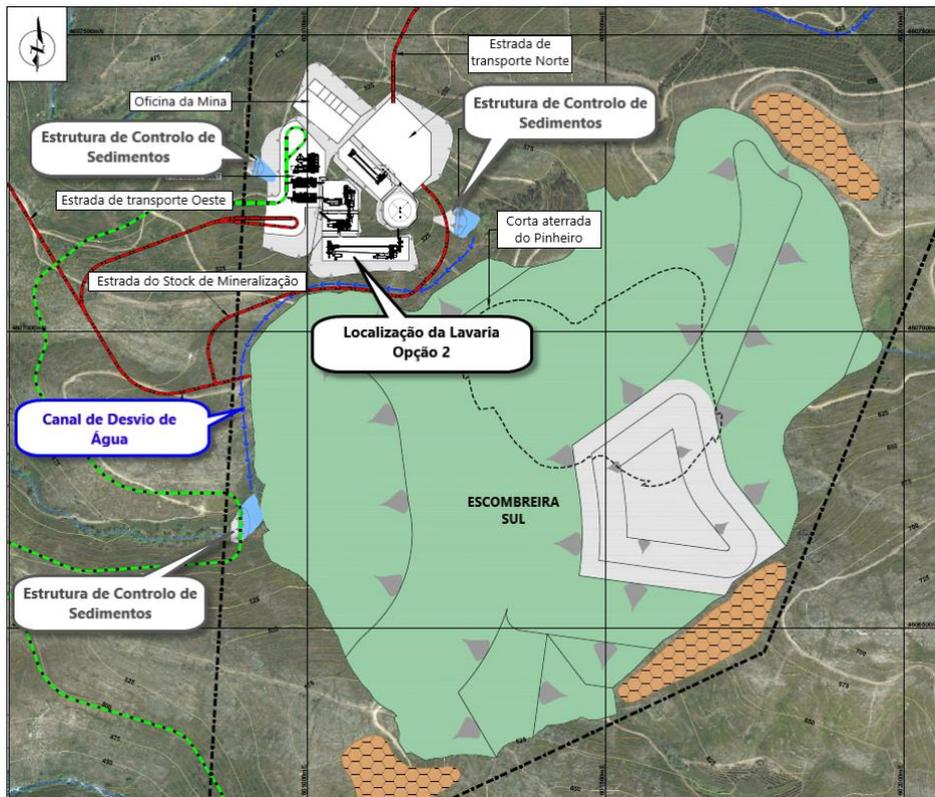


Figura II.125 - Infraestrutura de Gestão de Águas Superficiais da Área da Lavaria.

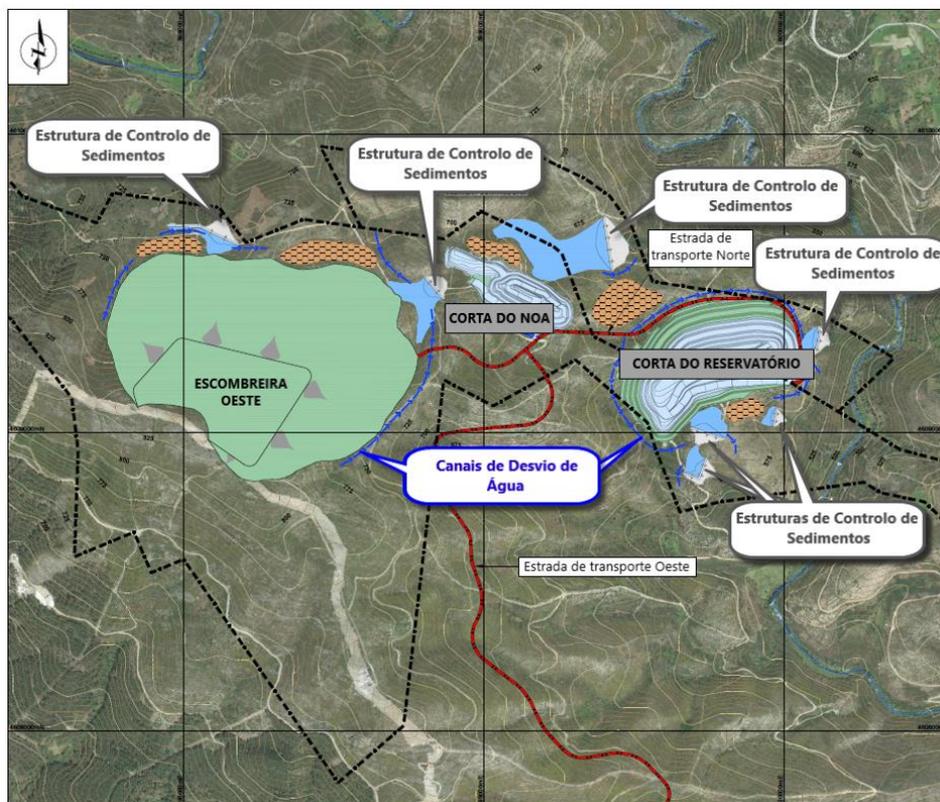


Figura II.126 - Infraestrutura de Gestão de Águas Superficiais da Área Oeste.

9.1.9. Construção da drenagem

A construção das estruturas de controlo de sedimentos utiliza material *in situ* de escavação e enchimento. A estrutura será compactada com as densidades necessárias para atender aos requisitos de resistência das estruturas.

O material necessário para o enrocamento, tanto para os canais de desvio como para as estruturas de controlo de sedimentos, será proveniente das operações da mina, se a qualidade for apropriada. Se não existir internamente esse material, será adquirido material rochoso de qualidade adequada em pedreiras existentes na região. O detalhe destas estruturas encontra-se no Anexo II-41.

As Figura II.127 e Figura II.128 apresentam os perfis transversais do desenho dos canais de desvio de água. Os perfis transversais do desenho das estruturas de controlo de sedimentos são mostrados na Figura II.129.

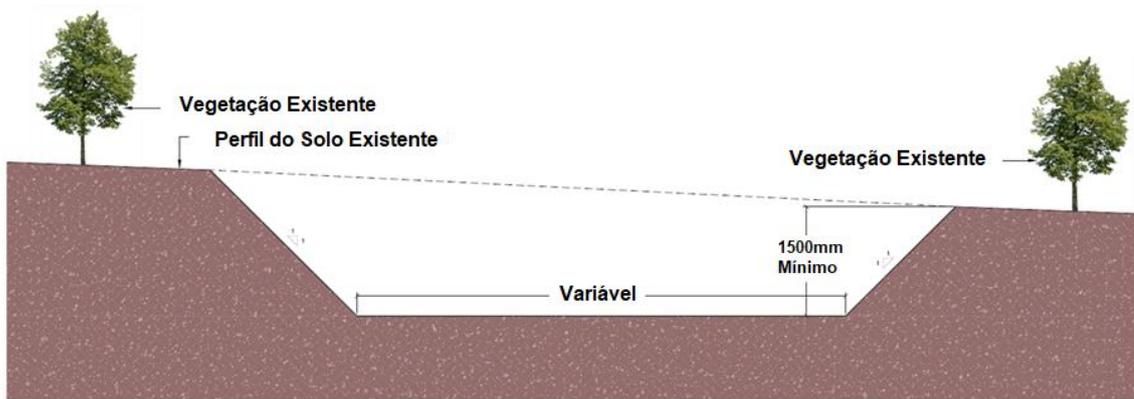


Figura II.127 - Secção transversal tipo de um canal de desvio.

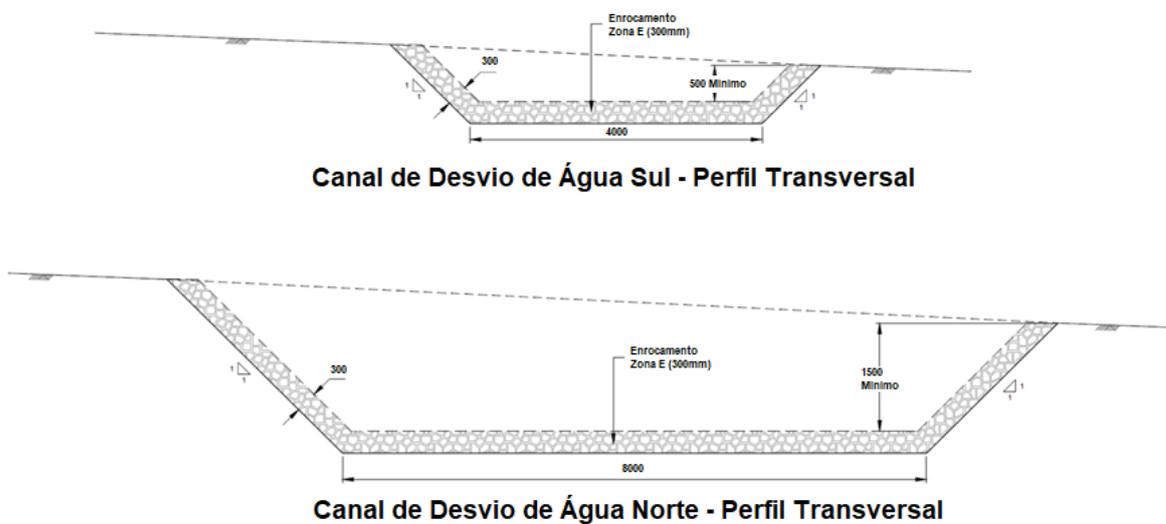


Figura II.128 - Secção transversal tipo da construção de um canal de desvio.

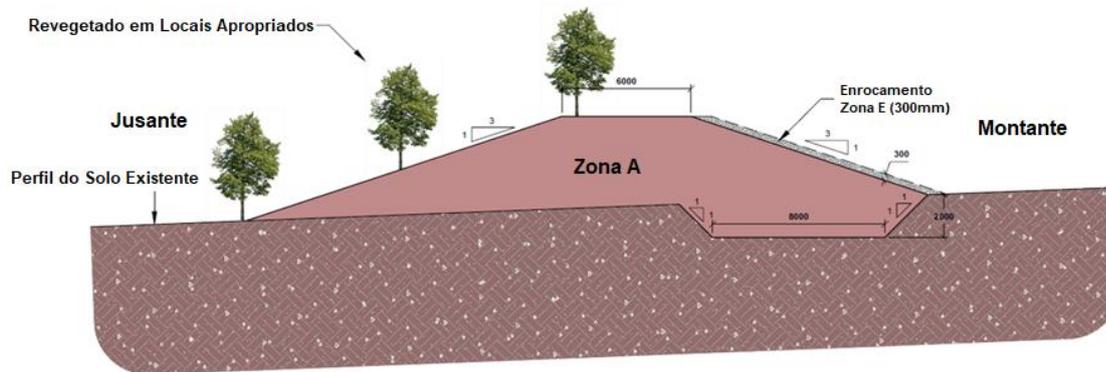


Figura II.129 - Secção transversal de uma estrutura de controlo de sedimentos.

9.2. GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A exploração das cortas da Mina do Barroso irá implicar a implantação de furos verticais de drenagem das águas, de forma a rebaixar o nível freático nas áreas das cortas, permitindo o trabalho mineiro.

Prevê-se a instalação de furos de drenagem com bombas submersas, na envolvente próxima das cortas, impedindo o fluxo para o interior das cortas. Estes furos serão construídos antes da escavação atingir o nível freático local. Na corta do Grandão, onde este sistema terá mais influência devido à profundidade da lavra, prevê-se a instalação de 4 a 6 furos.

As águas provenientes dos furos serão conduzidas para as valetas periféricas ou para tubagens e, por sua vez, serão utilizadas na lavaria.

Com o final da exploração em cada corta, os furos deixarão de estar ativos, resultando, no caso das cortas não aterradas (sem instalações de resíduos no seu interior), na formação de uma superfície de água com a cota do nível freático local habitual.

9.3. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No projeto, a água será necessária para três propósitos. A principal necessidade de água será na lavaria, que requer o uso diário e contínuo para o processo de flutuação da espodumena e de classificação de refluxo. Será também necessária água para suprimir as poeiras geradas pelas atividades operacionais. A água usada na supressão de poeiras é aplicada nas estradas e à volta do equipamento móvel durante o movimento e manuseamento de material. A supressão de poeiras é necessária principalmente durante os períodos secos do verão (junho a agosto), mas também são necessárias pequenas quantidades para garantir a manutenção de operações sem poeiras durante todo o ano.

É necessária água potável para uso no escritório, nos vestuários, para beber e para lavagens. As quantidades e opções de abastecimento de água são discutidas na secção seguinte. Os detalhes de fornecimento e tratamento de água constam no Anexo II-31, Anexo II-32 e Anexo II-33.

9.3.1. Necessidade de água

A necessidade de água do projeto é baseada nas seguintes premissas:

- A lavaria opera com sua capacidade projetada de 1,5 Mt por ano, durante 7 884 horas por ano.
- O volume de água necessário para a supressão de poeira é baseado no período mais seco de julho e agosto. Com esse volume máximo disponível para uso durante todo o ano.
- O uso de água potável é baseado no abastecimento para 100 funcionários em qualquer altura do ano.

A lavaria e a infraestrutura do projeto foram projetadas de forma a permitir a reciclagem da quantidade máxima de água possível. À medida que a produção começa, os volumes de água disponíveis para reciclagem aumentam lentamente durante o comissionamento e os períodos iniciais de operação. Para que a lavaria atinja estabilidade operacional, são necessários 60.000 m³ adicionais de água durante o primeiro ano de operação, para permitir que os níveis de água do sistema aumentem o suficiente para uma reciclagem eficaz. A maior parte dessa água é adicionada ao sistema de processo nos primeiros 2 meses de operação. O Quadro II.60 apresenta um resumo das necessidades médias da mina.

Quadro II.60- Necessidades médias de água do projeto.

Área de Utilização de Água	Ano 1 do Início da Operação de exploração - Volume [m ³] (L/s)	Estabilidade Operacional - Volume [m ³] (L/s)
Lavaria	466 000 (16,3)	406 000 (14,3)
Supressão de Poeiras	88 000 (3,0)	88 000 (3,0)
Água Potável	16 000 (0,5)	16 000 (0,5)
TOTAL	570 000 (19,8)	510 000 (17,8)

A mineralização que é transportada para a lavaria tem um teor de humidade inerente de cerca de 3 % em volume. Esta água inerente fornece aproximadamente 46 000 m³ (1,6 L/s) da necessidade anual de água da lavaria. São necessários mais 465 000 m³/ano (16,3 L/s) ou 45 000 m³/mês de água para satisfazer os requisitos anuais de água, de forma a manter a estabilidade operacional durante todo o ano e durante todas as condições climáticas.

Note-se que o cálculo desta necessidade é baseado no pressuposto que é reciclada na lavaria uma quantidade máxima de água. O sistema de reciclagem de água é capaz de reciclar cerca de 85% da água. Água adicional precisa ser continuamente adicionada ao processo para compensar a perda de água através da humidade presente nos produtos e de evaporação em geral. O Quadro II.61 apresenta um resumo das perdas de água.

Um diagrama de fluxo simplificado das fontes e requisitos de água é mostrado na Figura II.130. Os Diagramas de Bloco detalhados, dos modelos de gestão de água no local para cada uma das opções de abastecimento, são apresentados no respetivo capítulo.

Quadro II.61 - Resumo de perdas de água

Área de Perda de Água	Volume de Água Perdida m ³ (L/s)
Humidade do Concentrado de Espodumena	31 000 (1,1)
Humidade dos Subprodutos	17 000 (0,6)
Humidade dos Rejeitados	305 000 (10,8)
TOTAL	353 000 (12,5)

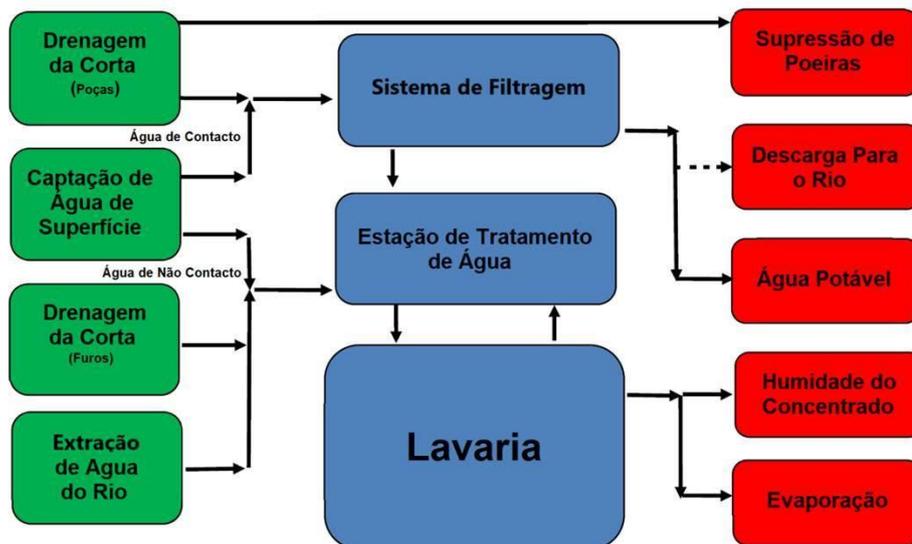


Figura II.130 - Diagrama de bloco simplificado do fluxo de água do projeto.

9.3.2. Sistema de Abastecimento de Água

Para atender a um abastecimento de água em estabilidade operacional de 465 000 m³ por ano, várias opções de abastecimento foram avaliadas.

A avaliação da opção de abastecimento utilizou um modelo de balanço hídrico do projeto, desenvolvido para identificar as entradas, pontos de extração e descargas de água em variadas condições climáticas, desde humidade extrema até seca extrema. Os objetivos do desenho conceptual para o sistema de abastecimento de água estão resumidos a seguir:

- Atender aos requisitos de necessidade de água de processo de 465 000 m³ em condições climáticas médias e mais secas que as médias.
- Utilizar os recursos de água subterrânea sempre que possível.
- Proporcionar um sistema que permita a reciclagem de água, não adequada para descarga direta, nas lavarias ou na unidade de tratamento de água.
- A quantidade de água que deverá estar disponível.

- A qualidade da água que provavelmente será descarregada das estruturas de controlo de águas superficiais nomeadas.
- Considerar a colheita de água de superfície para fornecer um abastecimento de água fiável.
- Técnicas de gestão de água e infraestruturas necessárias para manter um abastecimento de água durante a vida útil do projeto.

9.3.3. Bases do dimensionamento conceptual

Os estudos hidrogeológicos e os testes de bombagem executados indicaram que existe:

- Baixa produtividade de água subterrânea em toda a área do projeto;
- Caudais disponíveis de água subterrânea insuficientes para atender a todas as necessidades do projeto.

Para atender à necessidade de água da mina, fontes alternativas para a extração de água foram identificadas/consideradas e estão resumidas aqui.

As seguintes condições climáticas foram adotadas para a avaliação do abastecimento de água:

- Condições climáticas médias.
- Período de retorno (T) de 10 anos em condições climáticas secas.
- T de 100 anos em condições climáticas húmidas (requisitos da lavaria).

9.3.4. Opções de abastecimento de água

Em todas as opções de abastecimento, o uso da água removida diretamente das cortas, a fim de permitir condições operacionais secas e seguras, é assumido como disponível e poderá ser usado. Estima-se que o volume de água proveniente da drenagem direta das cortas seja de 79 000 m³ por ano durante a vida útil da mina.

Além da água proveniente da drenagem direta das cortas, três opções de abastecimento de água foram consideradas para complementar esta opção:

- **Opção 1:** Extração de águas subterrâneas usando áreas externas de furos de água.
- **Opção 2:** Captação de água de escoamento superficial da área do projeto, além de construções de armazenamento expandido para os meses mais secos.
- **Opção 3:** Captação de água de escoamento superficial e extração de água do rio Covas durante os meses mais secos.

Cada uma dessas opções precisa abastecer os restantes 445 000 m³ de água para atender às necessidades da lavaria no primeiro ano e 385 000 m³ durante a estabilidade operacional. Os requisitos de água do projeto e o abastecimento para as operações do ano 1 e durante a estabilidade operacional estão resumidos nos gráficos de cascata das Figura II.131 e Figura II.132, respetivamente.

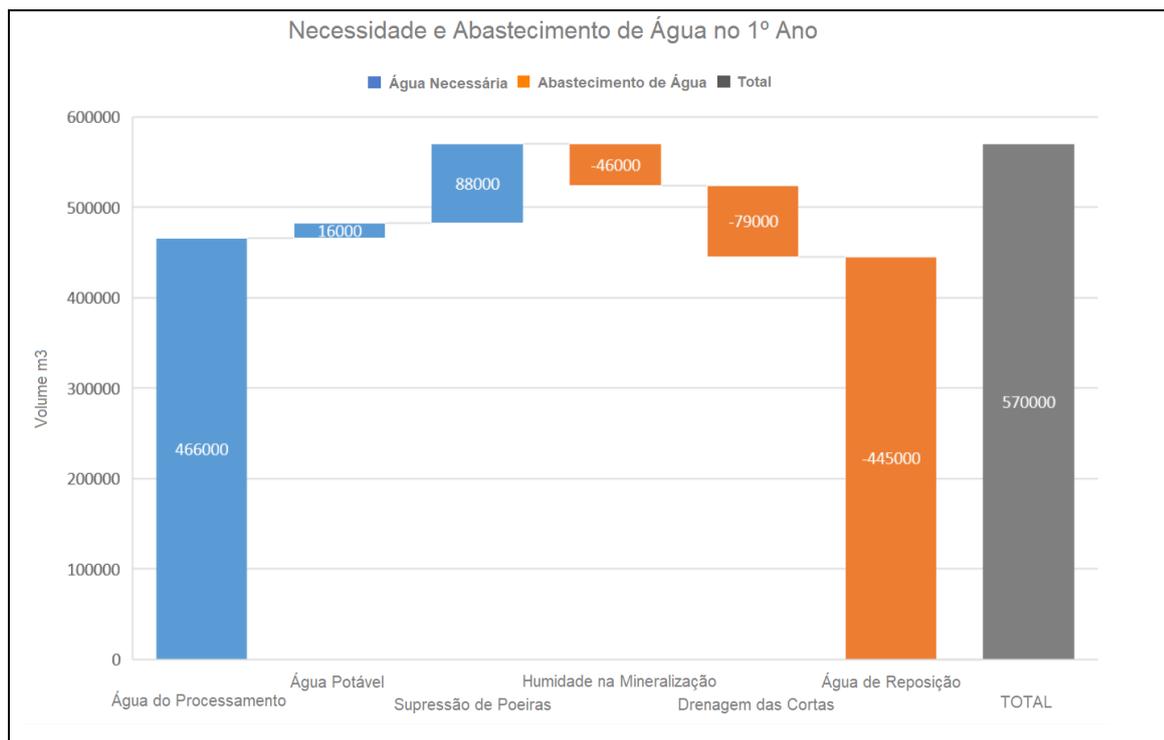


Figura II.131 - Necessidade e abastecimento da água no Ano 1.

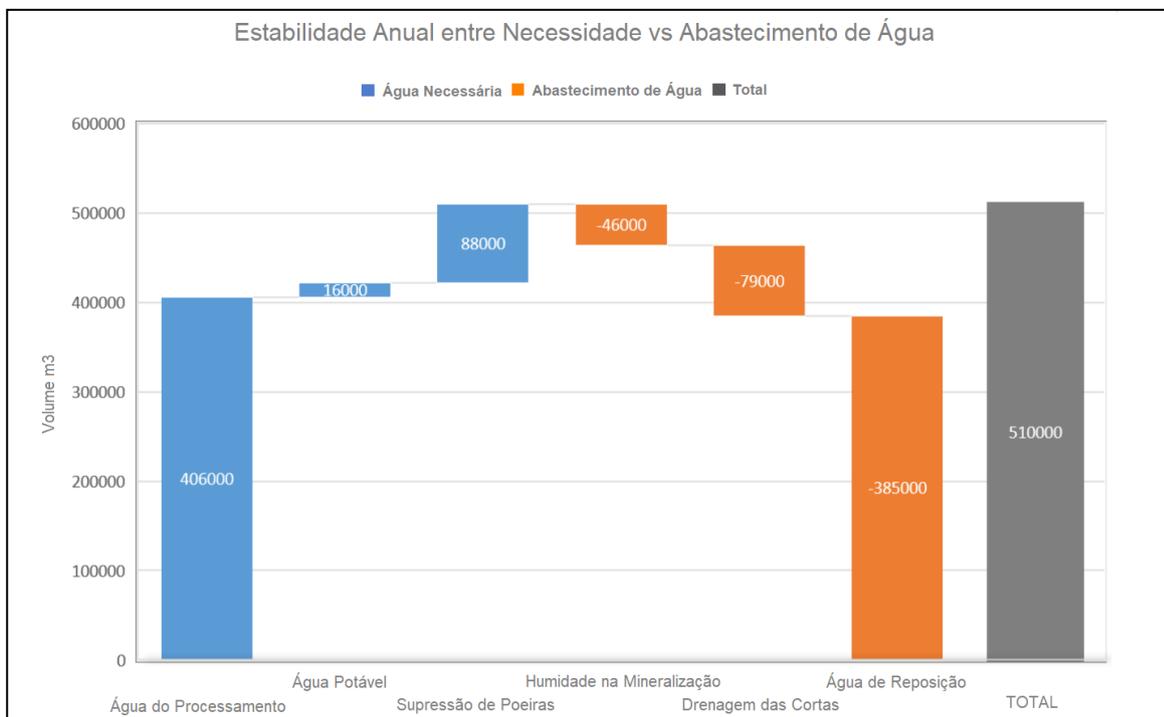


Figura II.132 - Necessidade e abastecimento da água para a estabilidade operacional.

9.3.5. Parâmetros de dimensionamento do abastecimento de água

Os parâmetros principais de desenho conceptual, apresentados no Quadro II.62, foram adotados para determinar os requisitos e a disponibilidade de água.

Quadro II.62 - Parâmetros principais de dimensionamento.

Parâmetro	Valor
BACIAS	
Corta do Grandão	38 ha
Corta do Reservatório	19 ha
Corta do NOA	4 ha
Corta do Pinheiro	7 ha
Escombeira Oeste	76 ha
Escombeira Sul	171 ha
Área a Montante da Corta do Grandão	873 ha
Bacia do rio Covas	
– A Montante do Projeto	9 330 ha
– A Jusante do Projeto	10 510 ha
COEFICIENTES DE ESCOAMENTO	
Áreas de Corta	100 %
Áreas de Escombeira	80 %
Bacias Não Perturbadas	30 %
INFLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NAS CORTAS	
Todas as Áreas das Cortas	2,5 L/s
NECESSIDADES DE ÁGUA	
Abastecimento Inicial dos Sistemas de Processamento	60 400 m ³ durante o primeiro mês de operação
Horas de Funcionamento	7,884 h/ano
Escritório da Mina/Refeitório/Oficina	~ 100 trabalhadores 120 L/p/dia
Laboratório	125 L/h
Supressão de Poeiras na Extração	250 m ³ /dia
Perdas no Processamento	250 000 m ³ /ano: 8,8 L/s
OUTROS PARÂMETROS	
Humidade da Mineralização	3,1%

9.3.6. Modelo da precipitação

O modelo dos padrões de precipitação, tanto a longo prazo (para modelação do balanço hídrico), quanto a curto prazo (para desenho da infraestrutura de caudais cheias) foram obtidos através da manipulação estatística dos dados de precipitação disponíveis, com base em registos originários no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) para a estação meteorológica do Couto de Dornelas, para o período compreendido entre 1931 e 2009.

Os dados de precipitação estão resumidos no Quadro II.63 a Quadro II.67 e na Figura II.133 a Figura II.137.

Quadro II.63 - Dados anuais de precipitação a longo prazo - resumo estatístico.

Parâmetro	Couto de Dornelas (1931 – 2009)
Média (mm)	1 649
Mediana (mm)	1 565
Desvio Padrão (mm)	637
Mínimo (mm)	640
Máximo (mm)	3 732
Percentil 25 (mm)	1 202
Percentil 75 (mm)	2 141
Nº médio de dias de chuva	122
Contagem (Nº de anos de água)	70
Distancia à mina (km)	4
Elevação no medidor/manómetro (m AMSL)	670

Quadro II.64 - Dados mensais da precipitação a longo prazo - resumo estatístico.

Mês	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min.	Máx.	Percentil 25	Percentil 75
Julho	20,5	11,6	24,7	0,0	113,6	3,6	27,4
Agosto	23,7	12,8	31,8	0,0	165,3	4,2	27,5
Setembro	64,5	45,0	67,0	0,0	288,5	19,4	80,3
Outubro	141,0	102,6	131,0	1,2	574,0	47,5	179,2
Novembro	195,8	157,2	155,8	0,0	783,3	67,8	315,8
Dezembro	246,3	160,0	242,8	2,8	1306,0	73,5	353,7
Janeiro	254,3	205,9	227,8	0,0	1012,8	81,2	352,8

Mês	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min.	Máx.	Percentil 25	Percentil 75
Fevereiro	221,7	143,3	217,0	2,0	797,9	47,9	388,0
Março	180,5	124,0	159,8	1,2	633,2	58,1	288,4
Abril	124,7	94,2	101,8	1,6	521,4	49,1	172,9
Maió	106,6	94,2	77,2	6,4	344,4	41,0	139,7
Junho	60,1	51,6	60,7	0,0	413,1	17,9	83,8

Quadro II.65 - Padrões mensais de precipitação a longo prazo.

Mês	Precipitação Mensal (mm)		
	Húmido, T = 100 anos	Média	Seco, T = 10 anos
Julho	5	0	17
Agosto	5	23	5
Setembro	17	62	35
Outubro	19	156	80
Novembro	424	94	14
Dezembro	664	449	72
Janeiro	921	549	207
Fevereiro	555	115	70
Março	475	131	287
Abril	181	54	3
Maió	50	11	21
Junho	77	6	27
Total	3 393	1 650	837

Quadro II.66 - Eventos de tempestade projetados (a curto prazo): intensidade da precipitação.

Duração da Tempestade	Intensidade da Precipitação da Tempestade (mm/h)								
	P (%)	20	10	5	2	1	0.1 ¹	0.01 ¹	PMP
	T (ano)	5	10	20	50	100	1,000 ¹	10,000	PMP ²
5 min		144	156	168	180	180	264	336	564
10 min		96	108	114	126	132	186	240	402
15 min		76	84	92	104	104	148	192	324
30 min		52	58	64	72	74	106	136	228
1 h		35	40	44	50	52	74	96	161
2 h		24	28	31	35	37	52	67	113
3 h		19	22	25	28	30	42	55	92
6 h		13	15	17	20	21	30	39	65
12 h		8,7	10	12	14	15	21	27	46
18 h		6,9	8,2	9,4	11	12	17	22	37
24 h		5,9	7,0	8,0	9,4	10	15	19	32
48 h		4,2	4,9	5,8	7,1	8,3	-	-	-
72 h		3,5	4,0	4,8	5,9	7,0	-	-	-

Notas: 1. As alturas dos T de 1.000 e 10.000 anos baseiam-se numa interpolação logarítmica entre o T de 24 horas e 100 anos e a PMP de 24 horas, assumindo que a PMP seja equivalente a um evento com T de 10 milhões de anos.

2. PMP = Probabilidade Máxima de Precipitação, P = probabilidade de excedência, T = Período de Retorno, $T = 1 / P$

Quadro II.67 - Eventos de tempestade projetados (a curto prazo): altura da precipitação.

Duração da Tempestade	Precipitação da Tempestade (mm)								
	P (%)	20	10	5	2	1	0.1 ¹	0.01 ¹	PMP
	T (ano)	5	10	20	50	100	1,000 ¹	10,000 ¹	PMP
5 min		12	13	14	15	15	22	28	47
10 min		16	18	19	21	22	31	40	67
15 min		19	21	23	26	26	37	48	81
30 min		26	29	32	36	37	53	68	114
1 h		35	40	44	50	52	74	96	161
2 h		47	55	61	69	74	104	134	226
3 h		57	65	74	84	90	127	164	276

Duração da Tempestade	Precipitação da Tempestade (mm)								
	P (%)	20	10	5	2	1	0.1 ¹	0.01 ¹	PMP
	T (ano)	5	10	20	50	100	1,000 ¹	10,000 ¹	PMP
6 h		77	90	102	117	126	179	231	388
12 h		104	122	140	162	178	251	325	546
18 h		124	147	169	197	217	307	396	666
24 h		141	167	193	226	250	353	457	767
48 h		202	236	276	340	400	-	-	-
72 h		249	291	342	425	502	-	-	-

Notas: 1. As alturas dos T de 1.000 e 10.000 anos baseiam-se numa interpolação logaritmica entre o T de 24 horas e 100 anos e a PMP de 24 horas, assumindo que a PMP seja equivalente a um evento com T de 10 milhões de anos.

2. PMP = Probabilidade Máxima de Precipitação, P = probabilidade de excedência, T = Período de Retorno, $T = 1 / P$

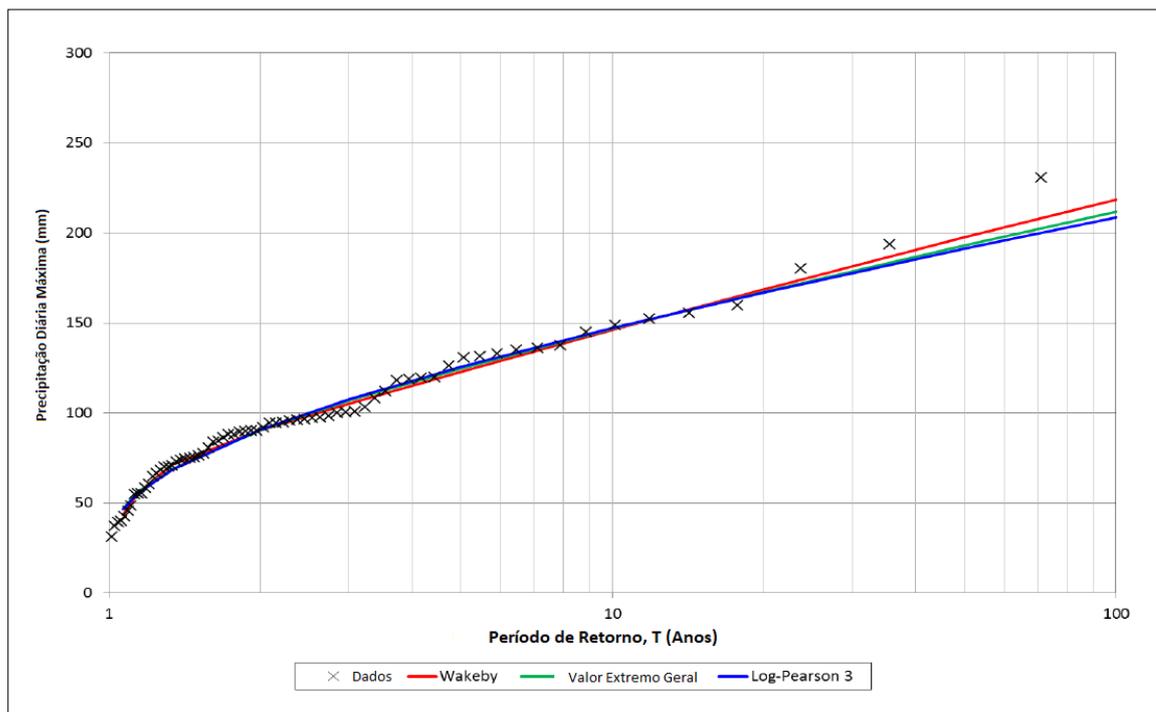


Figura II.133 - Couto De Dornelas – Análise da Precipitação Diária.

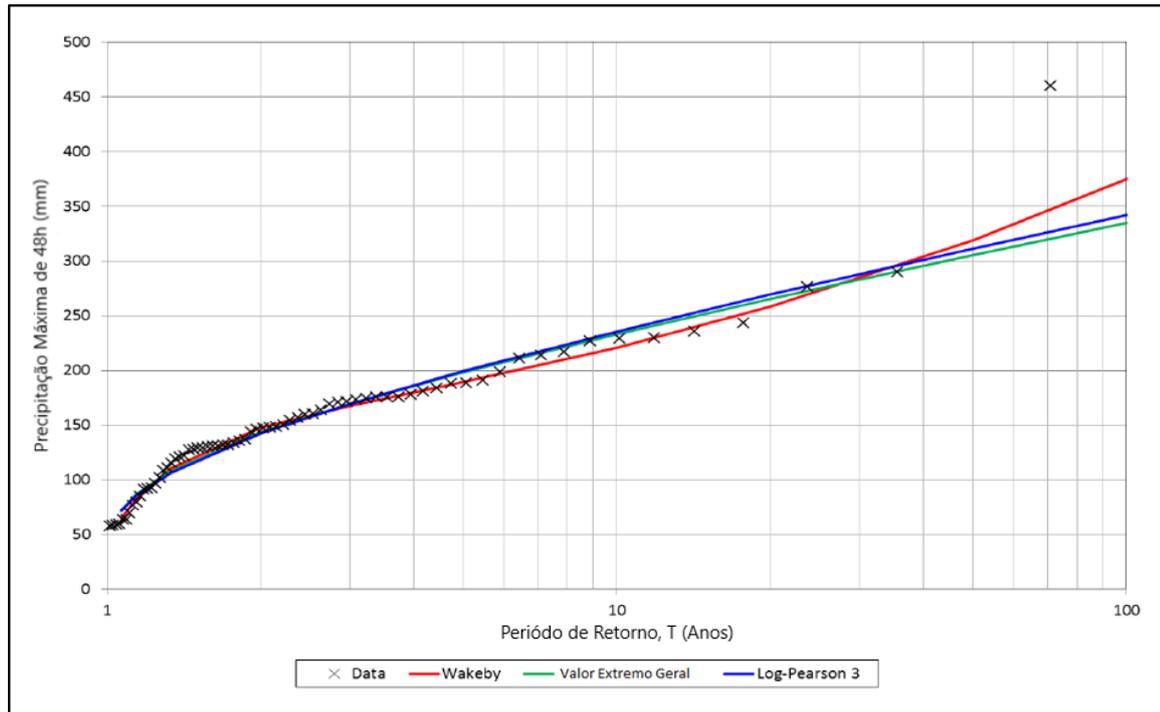


Figura II.134 - Couto De Dornelas – Análise da Precipitação de 48 horas.

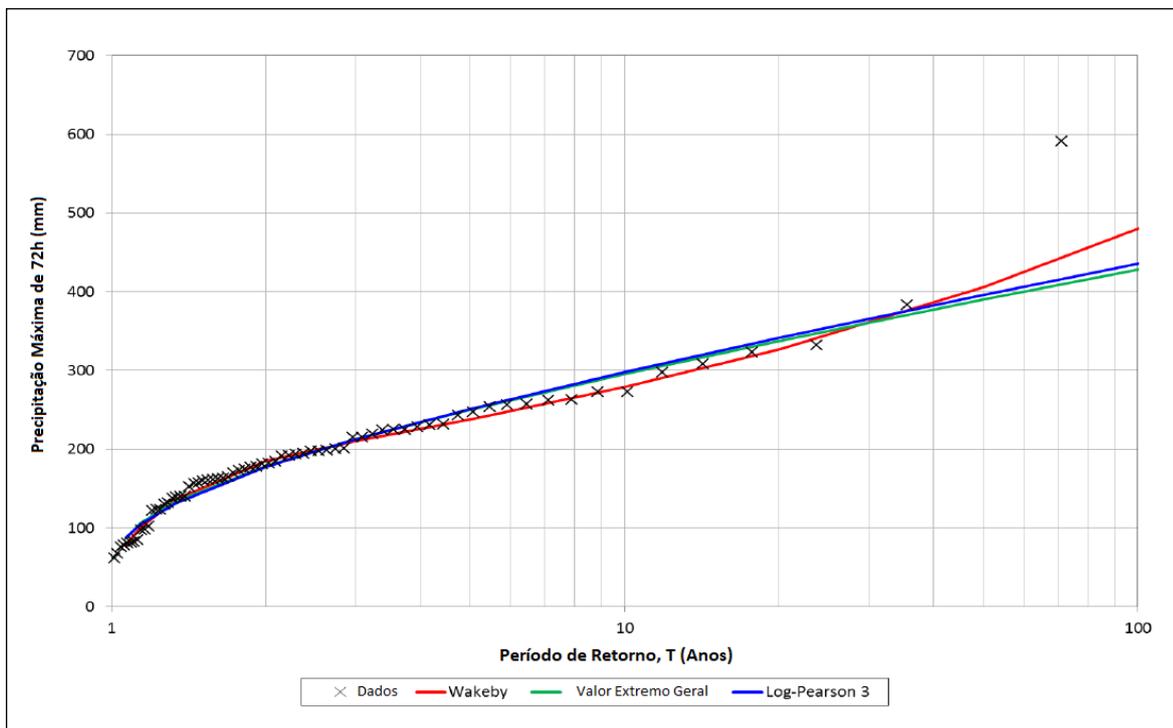


Figura II.135 - Couto De Dornelas – Análise da Precipitação de 72 horas.

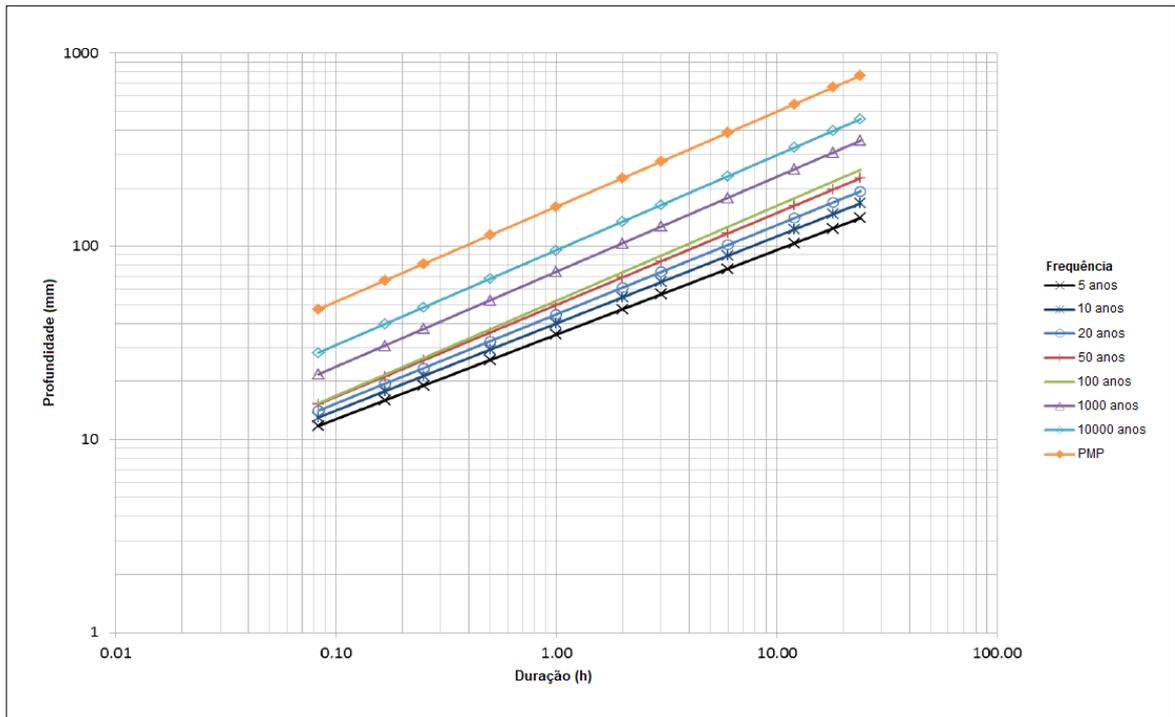


Figura II.136 - Couto De Dornelas – Gráficos de Altura/Duração/Frequência.

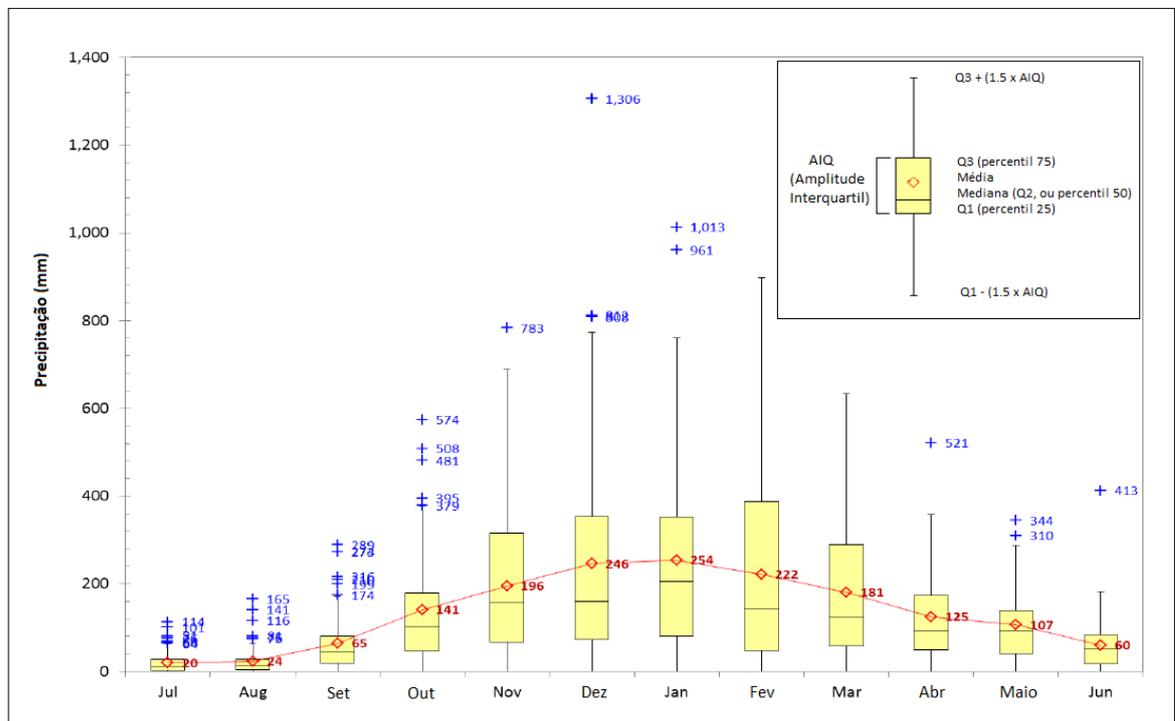


Figura II.137 - Estatísticas Mensais de Precipitação.

9.3.7. Opções de abastecimento de água

Para atingir a estabilidade operacional da lavaria, é necessário um primeiro preenchimento de água de 60 000 m³ nos primeiros dois meses de operação, além dos requisitos normais de água de 45 000 m³ por mês. Este volume adicional de água precisa estar disponível e armazenado no momento do arranque, sendo acumulado durante o período anterior. Para todas as opções consideradas, será adotado este volume de 60 000 m³ como o necessário para estabelecer as condições de estabilidade operacional na unidade de processamento.

Não foi considerado viável que a água necessária para o projeto seja fornecida externamente e entregue no projeto através de camiões. O volume de água necessário para o projeto iria exigir mais de 23 000 entregas anuais de camião.

9.3.8. Opção 1 – Extração de águas subterrâneas

Os ensaios de caudal realizados determinaram que os caudais de água subterrânea na área do projeto são baixos e insuficientes para atender à necessidade de água do processamento. Os ensaios de bombagem de campo confirmaram que os caudais de água subterrânea serão insuficientes para atender à necessidade do processamento. Não foi identificada nenhuma área para a realização de furos de água, a uma distância economicamente viável e acessível. Como tal, esta opção é considerada inexecutável. O resumo a seguir é fornecido apenas para informação.

A extração de águas subterrâneas foi considerada em vários documentos publicados. Para os fins desta avaliação, foram utilizados dois documentos:

- VISA Consultores (30/07/04) Estudo Hidrogeológico da área de Implantação da Mina de Feldspato “Mina do Barroso”. Doc No. E.03844.003.sd.doc. (Anexo II-32).
- KP Memo PE19-00023: Projeto de Lítio Mina do Barroso - Revisão de Águas Subterrâneas - Rev. 2, publicado em 15 de janeiro de 2019 (Anexo II-32);

As principais conclusões estabelecidas nesses documentos em relação à disponibilidade e abastecimento de água subterrânea estão resumidas a seguir:

- Os dados das análises químicas da água subterrânea de um estudo anterior da VISA Consultores indicam que a água subterrânea é água doce, ligeiramente ácida (pH 5,5) e pode conter ferro e manganês.
- O mapa geológico publicado mostra quartzo-filitos (Sb e Sc) sob os depósitos e granitoides (Y g2) do Grandão, Reservatório, NOA e Pinheiro, subjacentes à aldeia de Romainho, a norte.
- Nas sondagens de circulação inversa, foi possível verificar que o xisto (SCH) é a litologia predominante para cada depósito, seguido pelo pegmatito (FGP).
- A Savannah constatou que água subterrânea ocorre em contactos geológicos, mas não foram encontrados fluxos contínuos durante as sondagens de circulação inversa, o que sugere potenciais caudais reduzidos.

- Com base numa investigação hidrogeológica anterior, realizada em 2004 pela VISA Consultores, são expectáveis caudais médios de furos em xistos e granitoides de 0,3 L/s e 0,5 L/s, respetivamente.
- Os ensaios de caudal realizados pela Savannah em 2018 indicaram que os caudais de 0,3 L/s, 0,6 L/s e 1,1 L/s não eram sustentáveis nos três furos de teste de produção perfurados.
- O rio Covas e vários dos seus afluentes ocorrem ao longo de linhas de falha ('topografia controlada por falhas'), podendo formar aquíferos localizados devido à presença de rochas fraturadas em profundidade, ao perfil de meteorização desenvolvido e à recarga sazonal de águas subterrâneas. Os poços existentes, marcados no mapa geológico, estão principalmente adjacentes às linhas de água.
- Os potenciais aquíferos menores encontram-se nas zonas de meteorização, zonas de fratura/falha e nos contactos geológicos. A meteorização e a recarga das águas subterrâneas podem ser intensificadas ao longo das linhas de água, algumas das quais podem ser controlados por falhas.

A Figura II.138 apresenta o modelo de blocos com indicação dos fluxos do projeto para a opção 1 de abastecimento. As Figura II.139 e Figura II.140 mostram as fontes de água de reposição e as carências de água mediante várias condições. Em todos os meses de operação, em todas as condições climáticas, a água é insuficiente para atender aos requisitos do projeto.

Para colmatar as carências de água, uma ou mais áreas de furos de água, constituídas por até trinta furos (rendimento assumido ~0,5 L/s), precisaria de ser construída e instalada uma tubagem terrestre de abastecimento de água.

Com base nas informações atualmente disponíveis, não foram identificadas nas proximidades do projeto zonas onde as águas subterrâneas tivessem caudais sustentáveis.

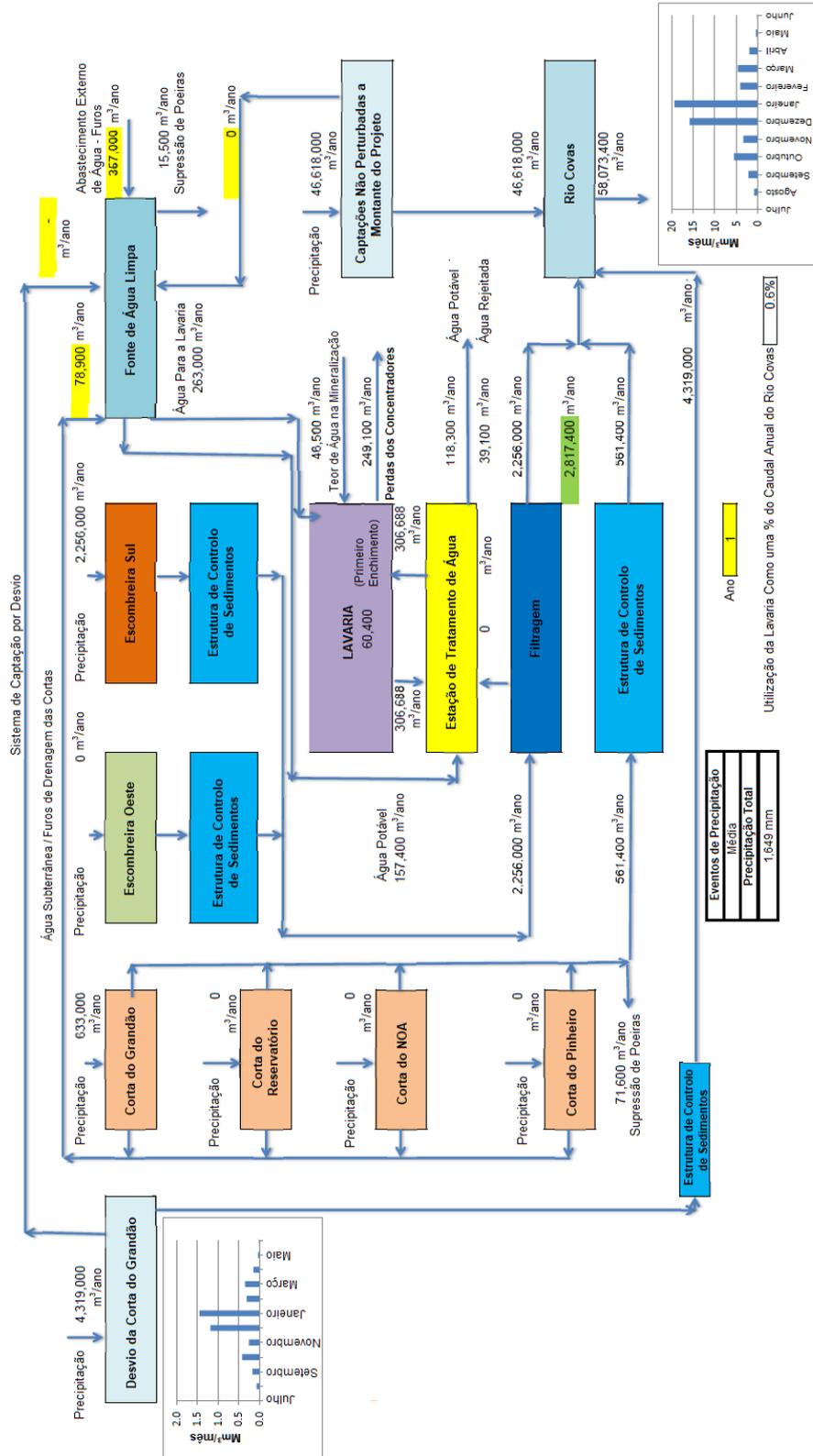


Figura II.138 - Diagrama de Blocos de Fluxos para a Opção 1 de abastecimento de água.

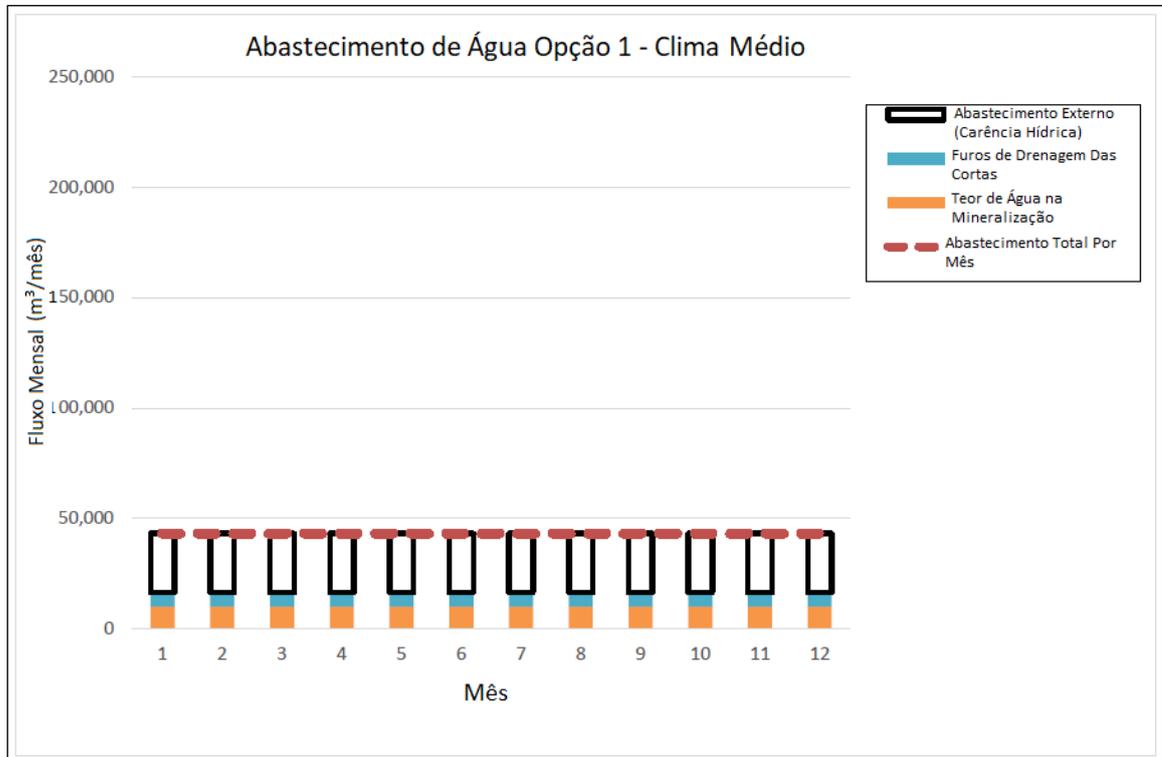


Figura II.139 - Abastecimento de água e carência mensal para a Opção 1 em condições climáticas médias.

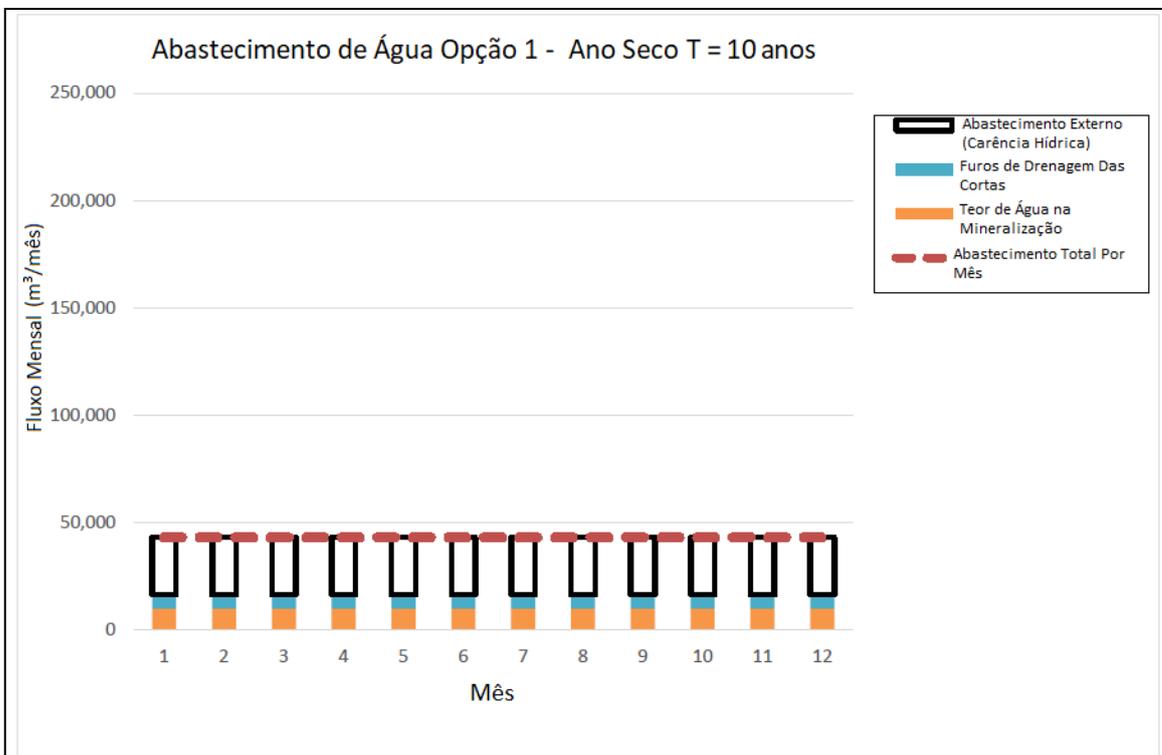


Figura II.140 - Abastecimento de água e carência mensais para a Opção 1 em condições secas com T = 10 anos.

9.3.9. Opção 2 – Captação de águas superficiais (dentro da área de exploração) e armazenamento

Além dos furos de drenagem da corta que fornecem 79 000 m³/ano (ou 2,8 L/s), a Opção 2 fornece o abastecimento de reposição a partir de água de superfície colhida nas áreas da concessão mineira. O escoamento superficial das áreas de escombreira é utilizado em primeiro lugar e, quando este é insuficiente, o escoamento superficial desviado ao redor da Corta do Grandão é então utilizado.

Foi determinado o escoamento superficial estimado no projeto, para vários cenários de precipitação a longo prazo. Os resultados estão resumidos no Quadro II.68 e Quadro II.69, para as condições médias, condições extremamente húmidas com T = 100 anos e condições extremamente secas com T = 10 anos para os anos iniciais (extração apenas nas áreas da Corta do Pinheiro e do Grandão) e para as fases mais tardias da exploração (a extração estende-se às áreas do Reservatório e NOA).

Quadro II.68 - Escoamento superficial estimado na área do projeto (Anos 1 a 7).

Mês	Escoamento Superficial na Área do Projeto (m ³)		
	Húmido; T = 100 anos	Média	Seco; T = 10 anos
Julho	218 900	8 000	4 200
Agosto	65 500	74 300	4 100
Setembro	463 600	200 300	13 400
Outubro	1 056 500	505 100	15 200
Novembro	186 100	305 900	339 700
Dezembro	953 100	1 457 500	532 300
Janeiro	2 731 700	1 784 200	737 900
Fevereiro	915 200	372 600	444 900
Março	3 413 900	424 800	380 900
Abril	363 900	176 800	145 100
Maio	275 700	35 100	40 200
Junho	351 600	10 000	61 300
Anual	10 995 700	5 354 600	2 719 200

Previsão de carência no abastecimento de água este mês - sem provisão de armazenamento

A Figura II.141 e Figura II.144 apresentam as fontes de água de reposição e as carências de água mediante várias condições.

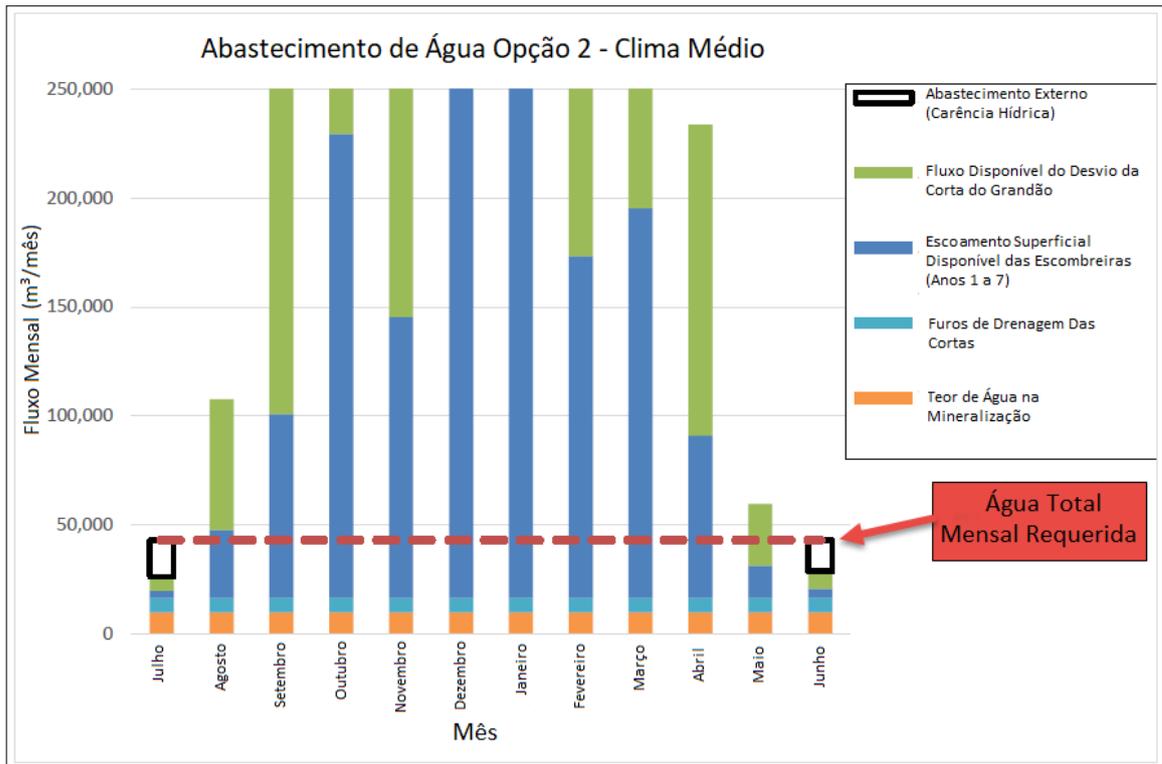


Figura II.141 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições climáticas médias (Ano 1-7).

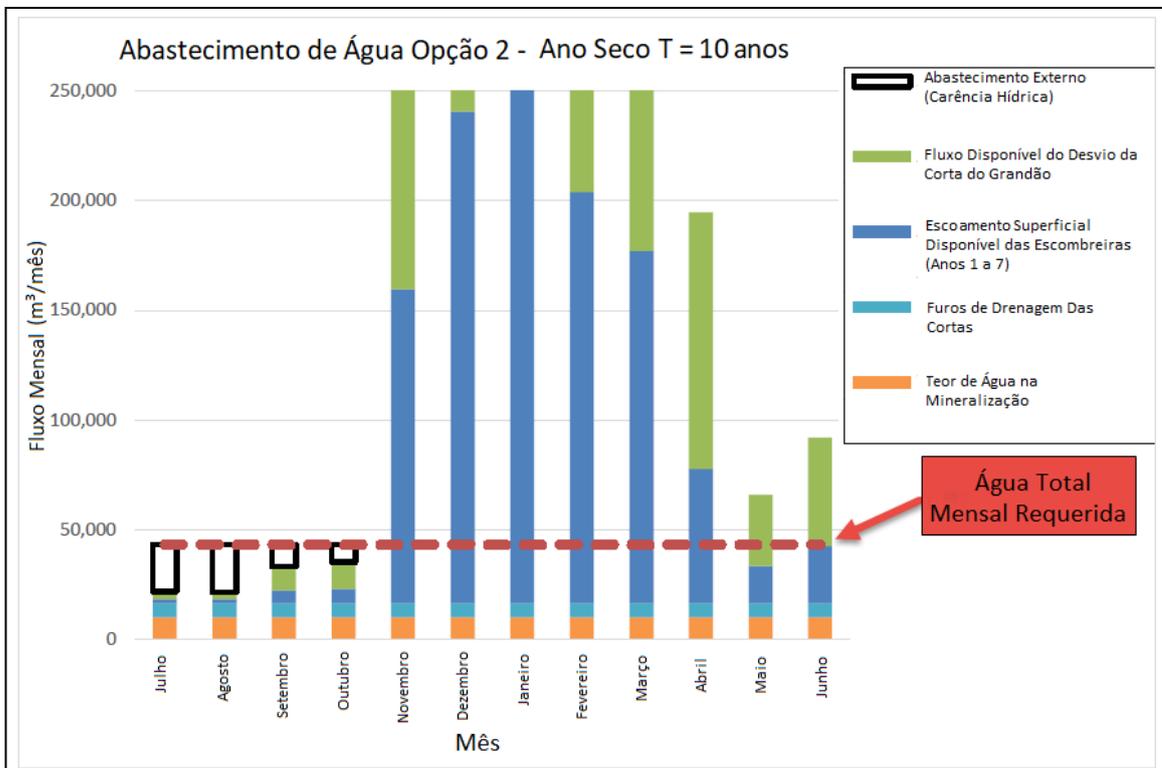


Figura II.142 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições secas com T = 10 anos (Ano 1-7).

Quadro II.69 - Escoamento superficial estimado na área do projeto (Anos 8+).

Mês	Escoamento Superficial na Área do Projeto (m ³)		
	Húmido; T = 100 anos	Médio	Húmido; T = 100 anos
Julho	238 500	8 800	4 600
Agosto	71 400	80 900	4 500
Setembro	505 200	218 200	14 600
Outubro	1 151 200	550 500	16 500
Novembro	202 800	333 300	370 200
Dezembro	1 038 600	1 588 300	580 100
Janeiro	2 976 700	1 944 200	804 100
Fevereiro	997 200	406 100	484 800
Março	3 720 100	462 900	415 100
Abril	396 600	192 600	158 200
Maiο	300 500	38 200	43 800
Junho	383 100	10 900	66 900
Anual	11 981 900	5 834 900	2 963 400

Previsão de carência no abastecimento de água este mês - sem provisão de armazenamento

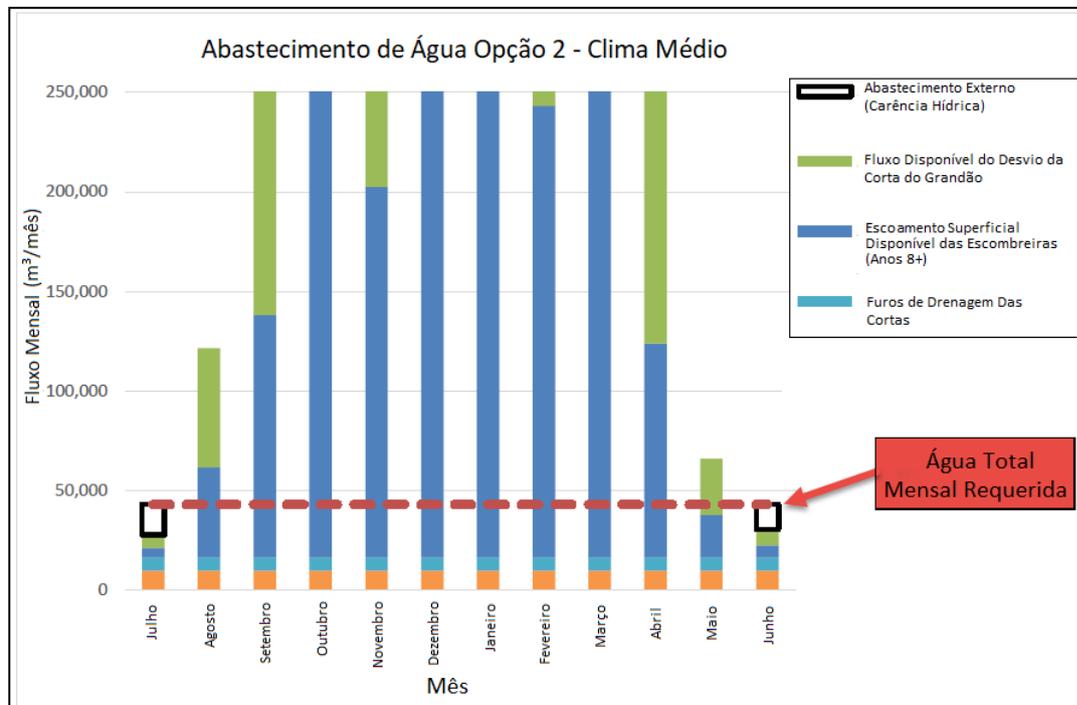


Figura II.143 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições climáticas médias (Ano 8+).

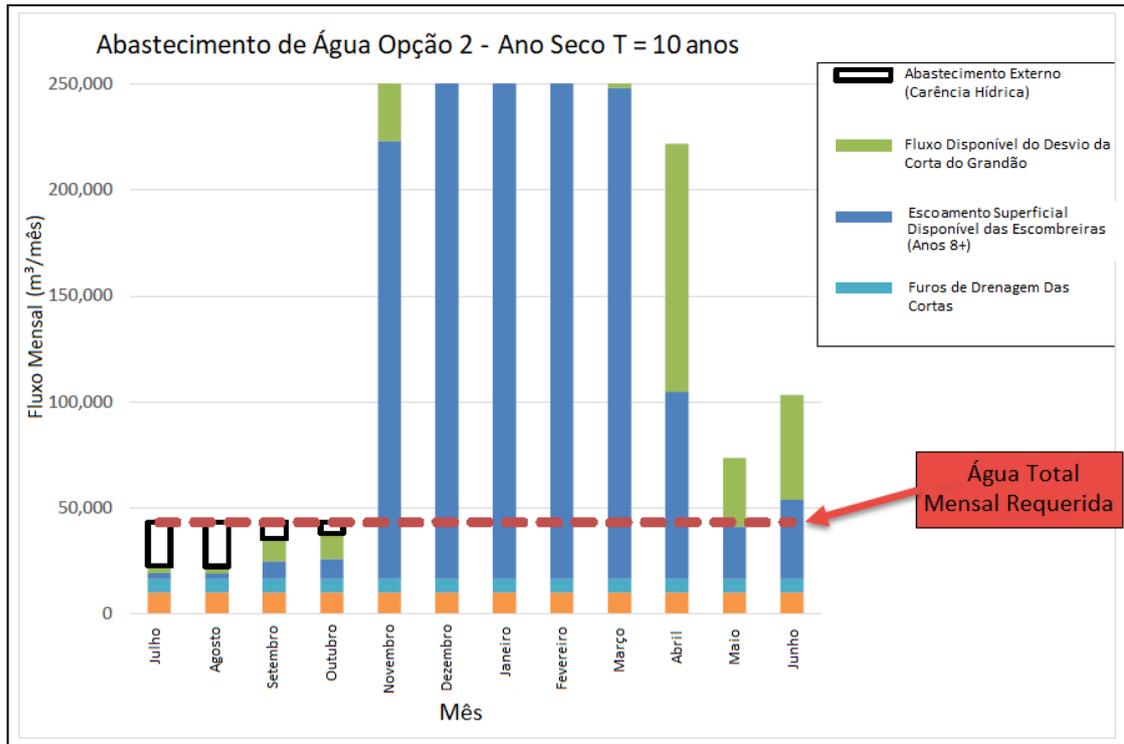


Figura II.144 - Abastecimento mensal de água e carências para a Opção 2 para condições secas com T = 10 anos (Ano 8+).

A modelação dos dados de precipitação e escoamento indica que a água do escoamento será insuficiente para colmatar as necessidades de água do projeto, durante dois meses em condições climáticas médias e quatro meses em condições secas com T = 10 anos. Em condições climáticas húmidas com T = 100 anos, não se verificam carências nas necessidades de água.

Para reduzir o risco de carência de água durante os meses secos, é necessária uma capacidade adicional de armazenamento de água para captar a água excedente nos meses mais húmidos e armazenar para uso nos meses mais secos. Propõe-se que as estruturas construídas como parte do sistema de controlo de sedimentos sejam utilizadas para este requisito adicional de armazenamento. Durante os meses mais húmidos, está disponível água suficiente para abastecer as estruturas de armazenamento até os níveis necessários para uso posterior.

Seria necessária uma capacidade de armazenamento de água no projeto de aproximadamente 250 000 m³ para prover um abastecimento de água durante todo o ano, em condições secas. As estruturas de controlo de sedimentos atualmente planeadas para o projeto fornecerão ~100 000 m³ do requisito de volume de armazenamento. É viável uma expansão destas estruturas planeadas para acomodar ~150 000 m³ adicionais de capacidade dentro das atuais restrições da disposição da mina.

A opção 2 exige que as estruturas de controlo de sedimentos sejam construídas antes das operações de extração, conforme planeado e que a captação de água das várias estruturas seja realizada, de forma a fornecer os 60 000 m³ necessários para o comissionamento da unidade de processamento.

A Figura II.145 apresenta o modelo de bloco que indica os fluxos do projeto.

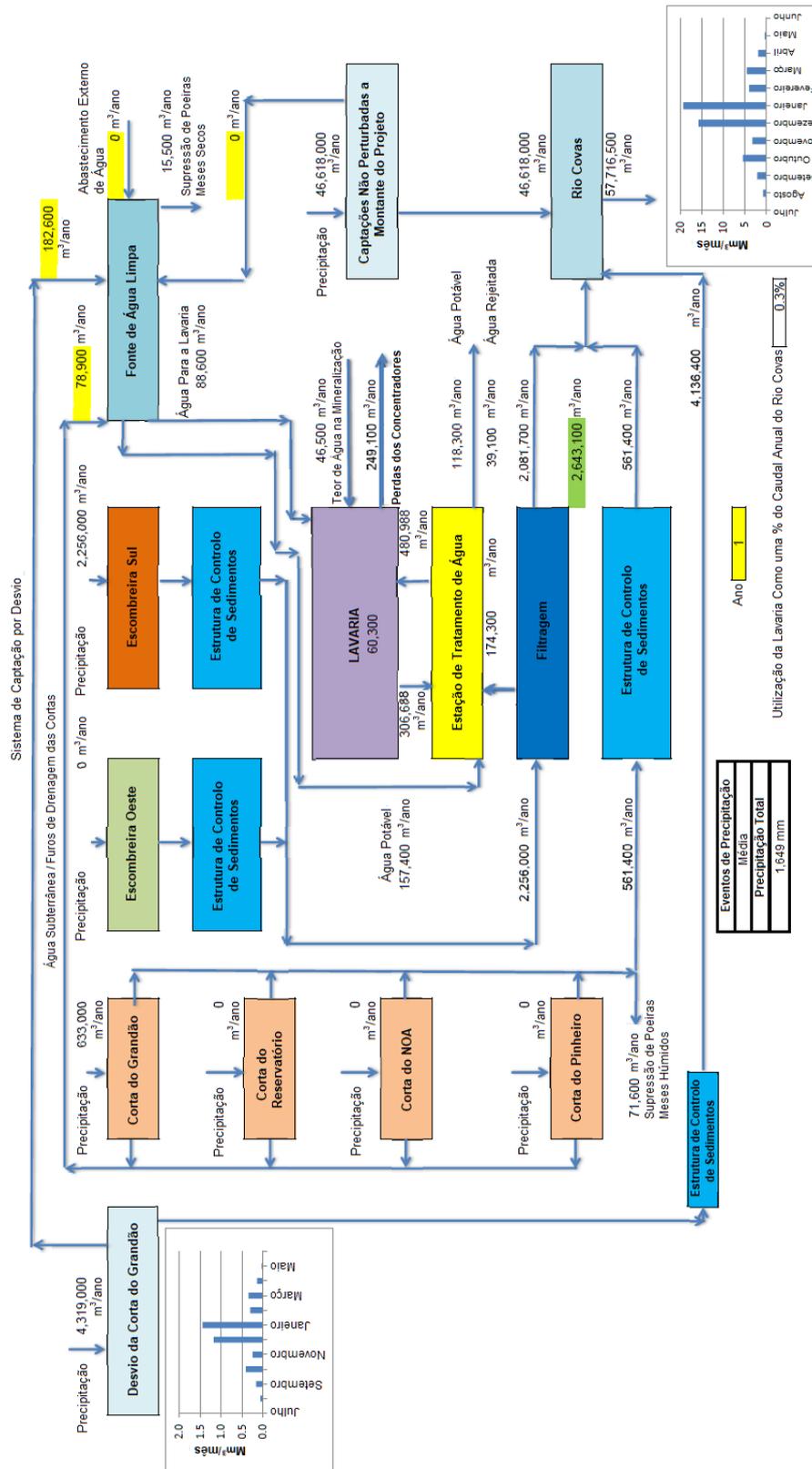


Figura II.145 - Diagrama de blocos de fluxos para a Opção 2 de abastecimento de água.

Onde possível, a captação de água de escorrência (escoamento superficial das áreas de exploração perturbadas) será usada como prioridade, principalmente o escoamento superficial das áreas de escombreira e do local da lavaria. Em condições climáticas médias, há água de escorrência suficiente para abastecer as necessidades do projeto durante 9 meses por ano. Em maio, a água superficial, que está a ser desviada ao redor da corta do Grandão, será utilizada para colmatar as necessidades do projeto. No total, ~60 000 m³/ano (2 L/s) serão captados no desvio da Corta do Grandão.

Em junho e julho, verifica-se uma carência de água e a água armazenada captada nos períodos mais húmidos é necessária para complementar a água do escoamento superficial.

Durante as condições climáticas secas com T = 10 anos, há água de escorrência suficiente para abastecer as necessidades do projeto durante 6 meses por ano. Entre maio e outubro, a água que é desviada ao redor da corta do Grandão precisa de ser usada para complementar a água de escorrência proveniente da escombreira. No total, serão captados ~60 000 m³/ano (2 L/s) no desvio da Corta do Grandão durante este período.

Entre junho e outubro, durante as condições climáticas secas com T = 10 anos, verifica-se uma carência de toda a água de escoamento, tanto na água de escorrência quanto na água das valas de desvio, para os requisitos do projeto. Durante esse período, a água armazenada captada nos períodos mais húmidos é necessária para complementar a água de escorrência. Existe água suficiente nos meses mais húmidos para aumentar facilmente o volume de armazenamento necessário.

É esperado que esta estratégia de abastecimento de água da Opção 2 reduza o fluxo anual no rio Covas em 0,3 %, sob condições secas com T = 10 anos.

9.3.10. Opção 3 – Captação de águas (das áreas de exploração e do rio Covas)

A Opção 3 utiliza água subterrânea proveniente dos furos de drenagem das cortas, águas superficiais captadas na área da concessão mineira e, em caso de carência, água proveniente do rio Covas.

A Opção 3 requer que estruturas de controlo de sedimentos sejam construídas antes das operações mineiras, conforme planeado, e que a captação de água nas várias estruturas seja realizada a partir do início da atividade da lavaria. Esta opção não requer que estas estruturas de controlo de sedimentos sejam ampliadas para acomodar qualquer armazenamento adicional de água. A capacidade de armazenamento de água é necessária, mas o volume armazenado requerido é reduzido (comparando com a Opção 2). A Figura II.146 apresenta o modelo de bloco que indica os fluxos do projeto para a Opção 3.

A maior parte do escoamento superficial no projeto ocorre durante os meses mais húmidos do inverno, sendo este limitado nos meses secos do verão. Durante os meses mais secos, as bacias perturbadas não produzirão escorrência superficial suficiente e água de escoamento proveniente do desvio da Corta do Grandão, até ~96 000 m³/ano (3,4 L/s) será captada. Durante os meses de seca extrema, estima-se que será necessária uma reposição adicional de água. A Opção 3 propõe obter um volume de até 87 000 m³/ano (~3 L/s) diretamente do rio Covas para alcançar o balanço hídrico necessário.

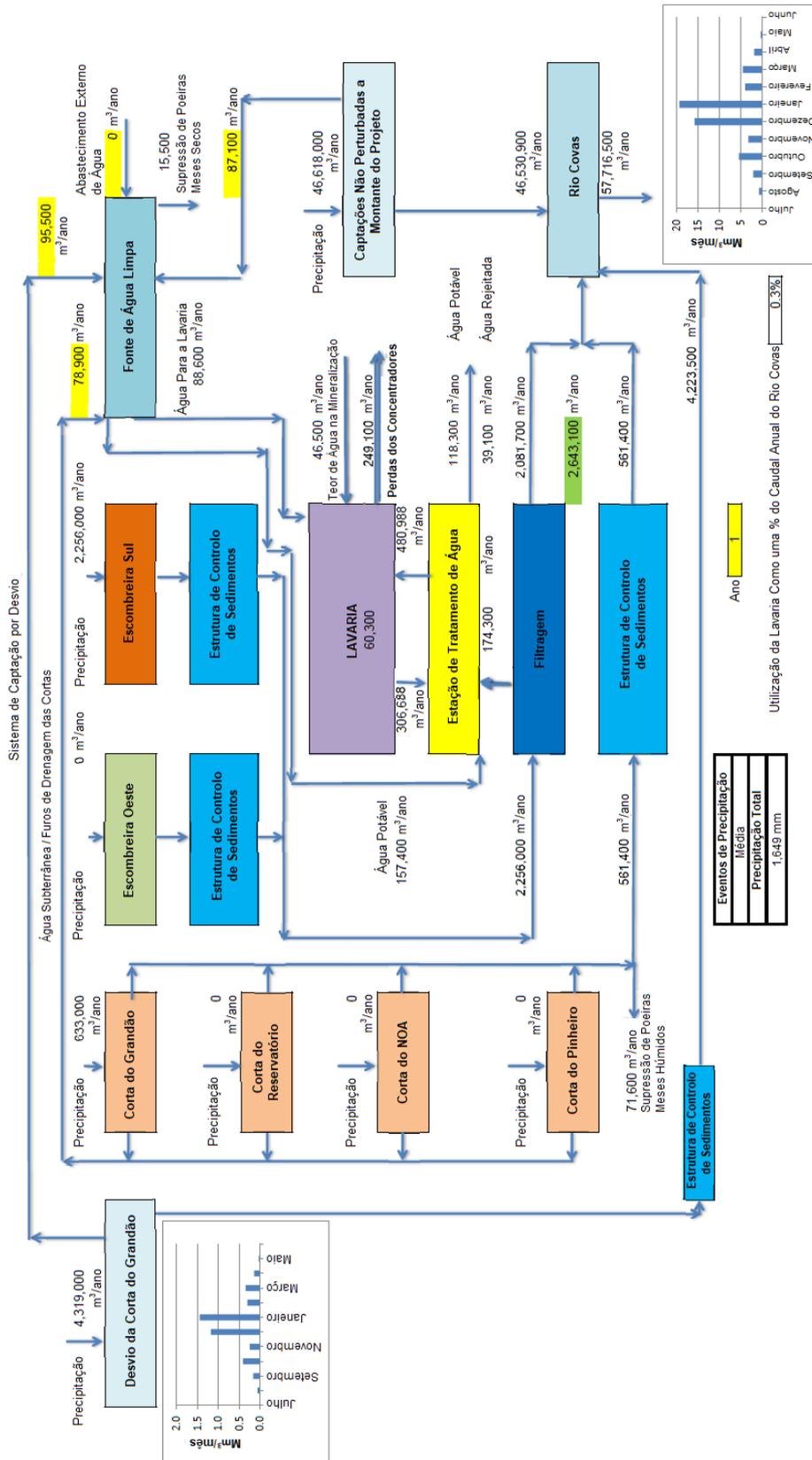


Figura II.146 - Modelo de blocos de fluxos para a Opção 3 de abastecimento de água.

Os Quadro II.70 e Quadro II.71 apresentam um resumo das estimativas de fluxo a montante e a jusante da mina, em condições médias e de seca extrema, respetivamente.

Quadro II.70 - Condições climáticas médias - estimativa do caudal do rio Covas.

Mês	Caudal (m³)		
	Montante	Jusante	Área da Mina
Julho	69 700	77 700	8 000
Agosto	644 500	718 500	74 000
Setembro	1 738 400	1 938 100	199 700
Outubro	4 384 300	4 887 900	503 600
Novembro	2 654 800	2 959 700	304 900
Dezembro	12 650 400	14 103 400	1 453 000
Janeiro	15 485 600	17 264 300	1 778 700
Fevereiro	3 234 300	3 605 800	371 500
Março	3 686 600	4 110 000	423 400
Abril	1 534 400	1 710 600	176 200
Maio	304 500	339 500	35 000
Junho	87 000	97 000	10 000
Total	46,5 M	51,9 M	5,4 M

É esperado um fluxo menor que o necessário para atender ao abastecimento de água do projeto

Quadro II.71 - Condições climáticas secas com T = 10 anos - estimativa do caudal do rio Covas.

Mês	Caudal (m³)		
	Montante	Jusante	Montante
Julho	36 700	40 900	4 200
Agosto	35 400	39 500	4 100
Setembro	116 400	129 800	13 400
Outubro	131 500	146 600	15 100
Novembro	2 948 200	3 286 800	338 600
Dezembro	4 620 300	5 151 000	530 700
Janeiro	6 404 900	7 140 600	735 700
Fevereiro	3 861 400	4 304 900	443 500

Mês	Caudal (m³)		
	Montante	Jusante	Montante
Março	3 306 200	3 686 000	379 800
Abril	1 259 700	1 404 400	144 700
Maio	349 100	389 200	40 100
Junho	532 500	593 700	61 200
Total	23,7 M	26,4 M	2,7 M

É esperado um fluxo menor que o necessário para atender ao abastecimento de água do projeto

Da Figura II.147 à Figura II.150 são apresentadas as fontes de água de reposição e as carências em várias condições. À semelhança da Opção 2, a captação de água é insuficiente para atender às necessidades do projeto durante o ano todo.

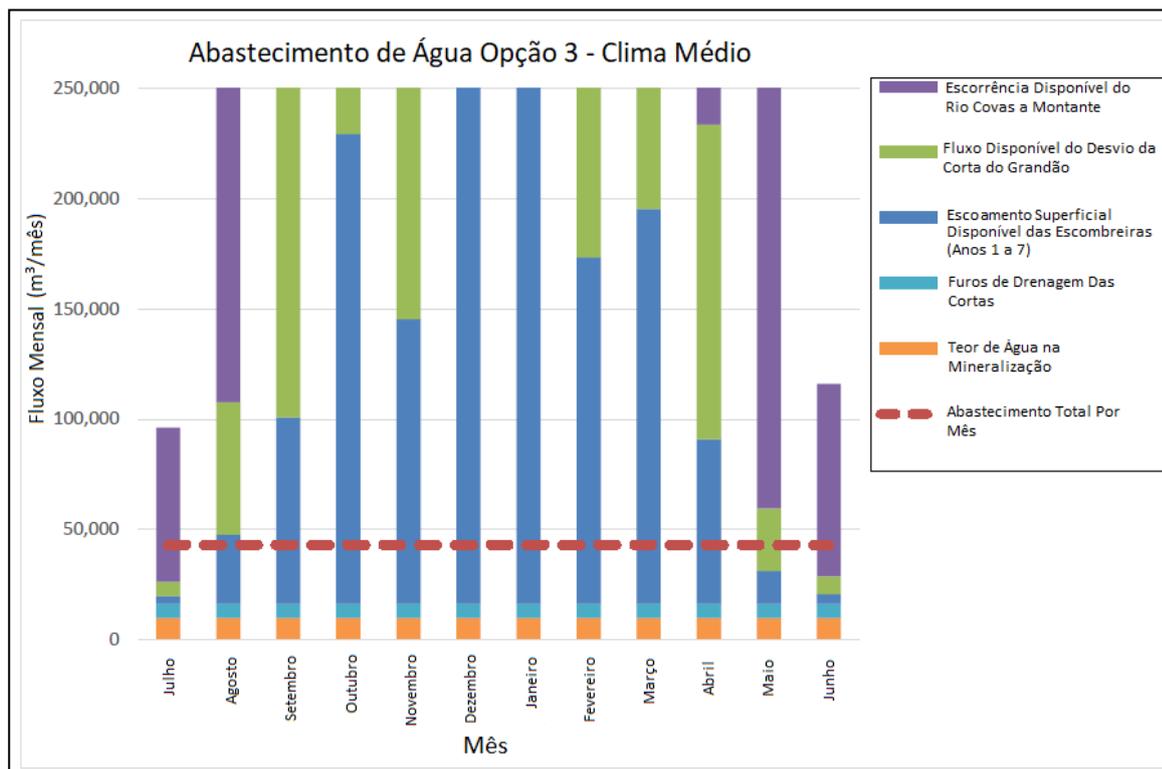


Figura II.147 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 para condições médias (ano 1-7).

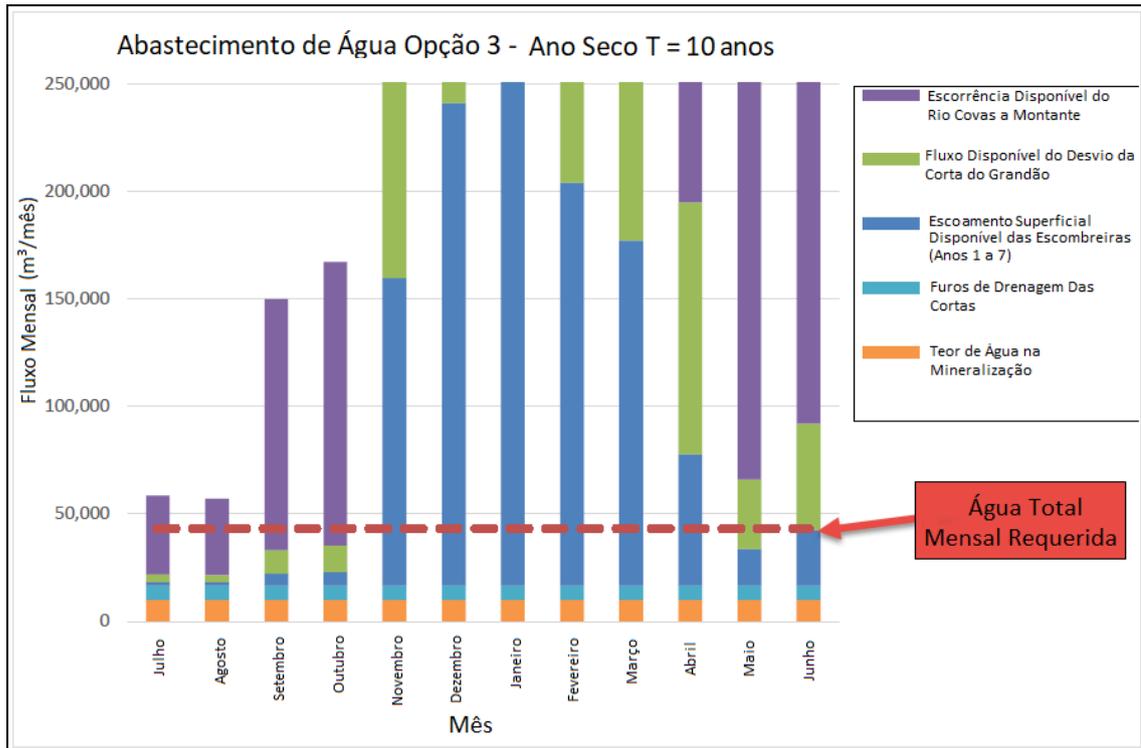


Figura II.148 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 condições secas com T = 10 anos (ano 1-7).

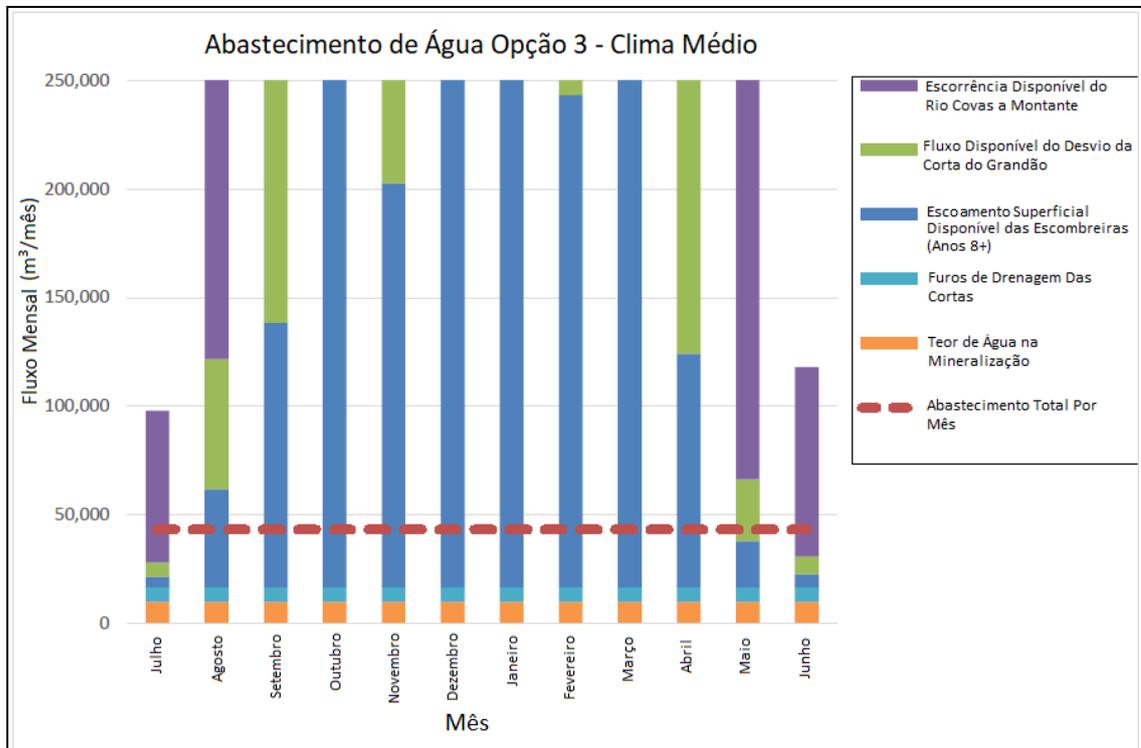


Figura II.149 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 para condições médias (ano 8+).

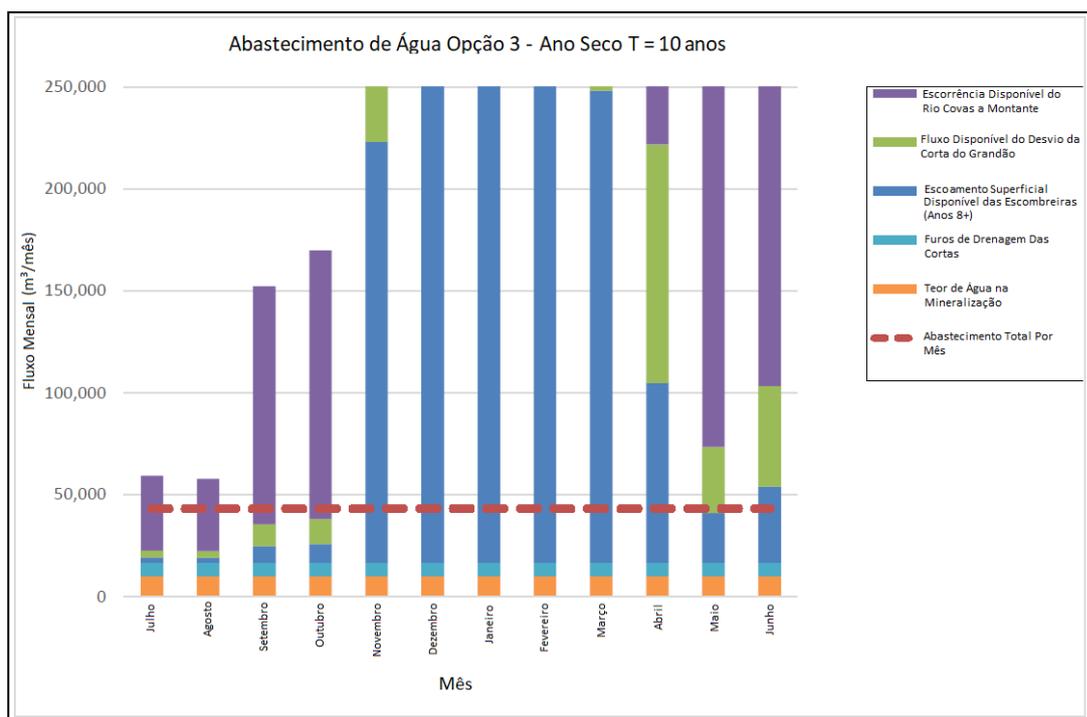


Figura II.150 - Abastecimento mensal de água e carência para a Opção 3 em condições secas com T = 10 anos (ano 8+).

Sob condições climáticas médias, em julho e agosto, será extraído do rio Covas um total de 50 000 m³ de água para uso na mina. Durante condições secas com T = 10 anos, nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, serão extraídos do rio Covas 87 000 m³ de água.

O caudal total no rio Covas é estimado em ~50 Mm³ por ano em condições climáticas médias. Durante um ano seco com T = 10 anos, o caudal é reduzido para ~23 Mm³ (~50 % do caudal médio). A necessidade anual do projeto é de 0,46 Mm³/ano (16,3 L/s), dos quais ~15 % podem ser fornecidos a partir da captação de água subterrânea e mais 70 % da captação de água de escorrência na área da mina (assumindo capacidade limitada de armazenamento). Neste cenário, a reposição necessária, ~87.000 m³/ano, ou ~15 % da necessidade de água seria extraída do rio Covas (esta solução será somente aplicada se a não houver outra fonte de abastecimento de água disponível no projeto). Este volume de extração equivale a 0,4 % do caudal anual do rio.

Durante condições de seca extrema, o caudal no rio Covas pode não ser suficiente para fornecer água e manter um caudal suficiente no rio durante o período seco. Prevê-se que a capacidade de armazenamento de cerca de 100 000 m³ existente no projeto seja suficiente para gerir o risco de carências na variedade de condições secas avaliadas. É esperado que as estruturas propostas de gestão de águas superficiais/controlo de sedimentos permitam o armazenamento de água durante os meses mais húmidos para uso nos meses secos do verão para mitigar estas carências.

A capacidade de armazenamento fornecida pelas estruturas de controlo de sedimentos reduzirá a dependência na captação contínua de águas superficiais e limitar a extração do rio Covas durante períodos de caudais naturalmente baixos. A Opção 3 não requer a construção de estruturas de armazenamento adicionais ou maiores para captar água nos períodos mais húmidos.

9.3.11. Requisitos de filtragem/tratamento de água

A Mina do Barroso não terá quaisquer descargas de águas industriais para o meio hídrico. De facto, toda a água industrial e de uso humano será incorporada no processo da lavaria.

A filtragem da água é o processo de limpeza da água de escorrência, no qual a qualidade da água é melhorada para atender aos critérios de descarga. A água de escorrência na Mina do Barroso envolve a água da precipitação que é recolhida nas valas de drenagem, e que requer apenas a decantação de sedimentos. Neste processo de depuração não será utilizado qualquer processo químico. A limpeza funciona através da decantação gravítica das partículas de sedimentos no interior das bacias de decantação. A eficácia do processo está relacionada com os tempos de retenção da água nestas bacias de decantação.

O tratamento da água é o processo necessário para melhorar a qualidade da água para um nível adequado para uso posterior. O tratamento da água na Mina do Barroso produz dois tipos de água: uma é tratada para obter uma qualidade adequada para uso na lavaria e a segunda é tratada para obter uma qualidade adequada para uso como água potável.

O volume de água que requer filtragem antes de descarga (a ocorrer apenas perante eventos extremos de pluviosidade) varia de acordo com a opção de abastecimento adotada. Na pior das hipóteses (Opção 1), assumindo que todo escoamento superficial das áreas de exploração intervencionadas requiere filtragem/tratamento antes da descarga, seria necessária uma capacidade do sistema de ~2,9 Mm³/ano (~100 L/s).

Sob condições climáticas médias, os caudais mensais de pico das áreas de exploração de até ~1.4M m³/mês (50 L/s) podem necessitar filtragem para atender aos critérios de descarga. No desenho conceptual pode ser necessária uma capacidade de filtragem de até 5,9 Mm³/ano (210 L/s), para condições de humidade extrema (T = 100 anos). Aproximadamente 30% dessa descarga precisaria ser bombeada das áreas de exploração noroeste após o Ano 7 (~4,5 km) e ~70% da área da Corta do Grandão (~0,5 km).

A utilização do escoamento superficial da área da mina (Opção 2 e 3) irá reduzir ligeiramente a necessidade anual de tratamento da água de escorrência ou descarga, a ocorrer apenas perante eventos extremos de pluviosidade (em comparação com a Opção 1). Os valores de pico de tratamento são semelhantes, até 1,4 Mm³/mês (50 L/s), dependendo das condições climáticas. Os requisitos de bombagem de 280 L/s nas áreas de exploração noroeste após o ano 7 (~4,5 km) e de 630 L/s na área da Corta do Grandão (~0,5km) permanecem inalterados.

9.3.12. Avaliação das opções de abastecimento de água

Como parte do processo de avaliação das opções de abastecimento de água, foi desenvolvida internamente uma matriz de avaliação para classificar as várias opções de abastecimento, mediante critérios específicos ponderados, de acordo com a sua importância. A matriz de decisão foi dividida nas seguintes secções principais, com vários critérios, sendo cada secção avaliada e pontuada:

- Capital do Projeto/Custos de Desenvolvimento
- Aprovações Ambientais e de Projeto

- Social e Comunidade
- Operacional
- Encerramento

O Quadro II.72 apresenta um resumo dos resultados da pontuação. A matriz de decisão completa pode ser encontrada no Anexo II-33.

Quadro II.72 - Matriz de Avaliação das Opções de Abastecimento de Água.

Critérios de avaliação	Fator de Ponderação [%]	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
		Pontos	Posição	Pontos	Posição	Pontos	Posição
Custo	20	200	3	900	1	900	1
Ambiental	14	672	1	336	2	301	3
Social	50	620	1	336	3	396	2
Operacional	15	398	3	450	2	585	1
Encerramento	1	50	1	10	3	30	2
TOTAL	100	1940	3	2032	2	2212	1

9.3.13. Conclusões das opções de abastecimento de água

De acordo com a análise efetuada, podem ser retiradas as seguintes conclusões:

- Para todas as opções consideradas, serão necessários ~60 000 m³ durante o arranque da lavaria para estabelecer as condições de estabilidade operacional na unidade de processamento.
- As estimativas atuais indicam que, uma vez alcançada a estabilidade operacional na unidade de processamento, será necessário um pico de água limpa e abastecimento de água de reposição de ~16 L/s. Tal é equivalente a aproximadamente 465 000 m³/ano (45 000 m³/mês).
- Os fluxos de água subterrânea nas proximidades do projeto são muito baixos. Os ensaios de caudal indicam que os rendimentos sustentáveis são <1 L/s nos furos de produção testados.
- A água subterrânea na área do projeto é limitada e não será uma opção confiável de abastecimento de água (na área do projeto).
- Só seria possível um abastecimento baseado em água subterrânea, a partir uma área externa de furos de água e tubagem terrestre. Ainda não foi identificada uma área adequada para a localização destes furos. Espera-se que os impactes operacionais e ambientais associados a esta abordagem sejam significativos. Nesta fase, esta opção é considerada não viável.
- É esperado que a extração de água do rio Covas forneça um abastecimento adequado de água de reserva para o projeto durante 1 a 2 meses, nos meses mais secos.

- Devido aos padrões de precipitação distintos (verão seco, inverno chuvoso), a captação do escoamento superficial nas áreas de exploração fornecerá água suficiente durante os meses mais húmidos, mas poderão ocorrer carências em condições mais secas do que as condições climáticas médias.
- O uso das estruturas de controlo de sedimentos planeadas como pequenas instalações de armazenamento de água, irá fornecer água suficiente ao projeto durante os meses secos. Nesta fase, espera-se que uma capacidade de armazenamento de 100 000 m³ seja suficiente, se água do rio Covas estiver disponível para uso.
- Se não for possível a extração de água do rio Covas, o armazenamento de água no projeto, como parte do sistema de controlo de água/sedimentos, com uma capacidade total de ~250 000 m³, irá reduzir o risco de carência de água durante anos de seca extrema.
- A utilização de água drenada a partir das cortas, suplementada pelo escoamento superficial na área de exploração, juntamente com algumas extrações do rio Covas para fornecer água durante os meses secos extremos, é considerada a opção de abastecimento de água mais confiável para este empreendimento. Com o aprovisionamento de uma instalação maior de armazenamento de água no projeto, a captação de água do rio Covas não seria necessária para manter o abastecimento de água de reposição.
- Com base nas avaliações realizadas até o momento, é possível obter um abastecimento de água confiável para a mina utilizando a drenagem das cortas suplementada com a colheita de água de superfície (com foco na recolha de água de escorrência gerada nas áreas afetadas às operações mineiras).
- Para garantir o abastecimento de água durante todo o ano, são necessárias instalações de armazenamento de água de modo a armazenar o escoamento superficial captado nos meses chuvosos, para uso nos meses secos do verão. A dimensão necessária variará de ~100 000 m³ (se água puder ser obtida a partir do rio Covas) a ~250 000 m³ (sem extração no rio Covas). Este armazenamento será realizado nas bacias das estruturas de controlo de sedimentos.

Uma vez esclarecidas as opções preferidas de localização das escombrelas, será possível rever o cronograma de exploração, que irá acomodar a oportunidade de colher e armazenar água adicional para utilização no processamento, a partir dos vazios criados pelas cortas, durante as fases posteriores da operação. Tal poderá reduzir os requisitos de água de reposição ou os requisitos de armazenamento de água no projeto (Opção 2 e Opção 3, que atualmente utilizam as estruturas de controlo de sedimentos).

9.3.14. Recomendações

Assim, apresentam-se as seguintes recomendações:

- Uma opção de abastecimento de água utilizando drenagem das cortas com furos de água suplementada com a colheita da água de escorrência (Opção 2) acrescida da provisão de extração de água a partir do rio Covas (Opção 3) durante períodos prolongados de seca, seria recomendada como a opção de abastecimento de água de processamento mais viável.
- Se a extração a partir do rio Covas for considerada desafiadora do ponto de vista do licenciamento, é recomendável que a Opção 2 seja adotada.

9.4. ENERGIA ELÉTRICA

Atualmente existe uma linha aérea de 60 kV que liga a Mini-Hídrica de Covas de Barroso à subestação da EDP – Energias de Portugal, localizada em Fonte de Mouro. A linha de energia atravessa a área da Mina do Barroso, por cima da futura corta de exploração do Grandão e precisará ser deslocada antes do início da exploração desta corta. Está previsto que a maior parte da energia necessária para o projeto seja fornecida a partir desta linha.

O troço desviado da linha terá as mesmas características do existente atualmente, podendo ser alvo de algumas alterações caso seja exigido pelas entidades responsáveis.

A energia do projeto Mina do Barroso será fornecida pela linha de 60 kV da rede da EDP - Energias de Portugal para uma subestação principal localizada ao lado das oficinas da mina mostrada na Figura II.151.

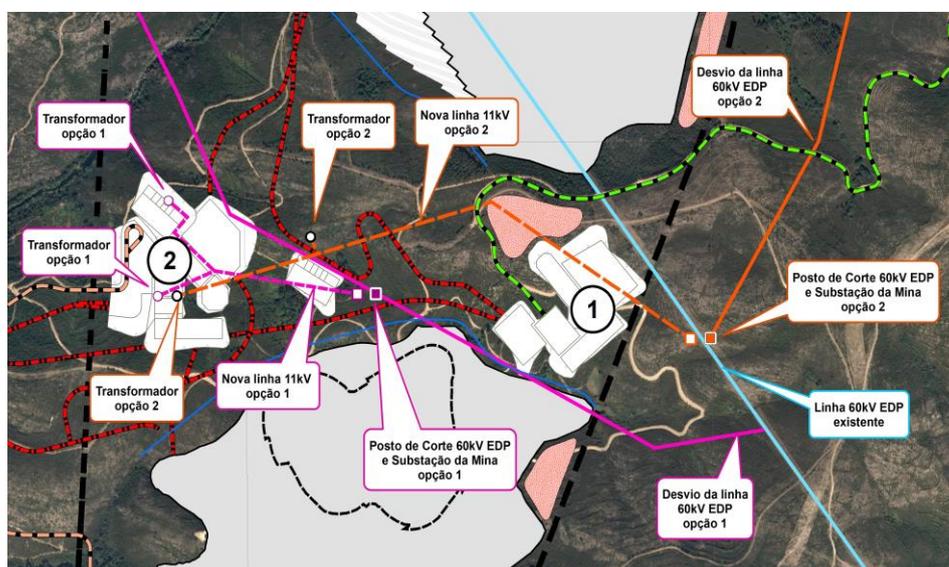


Figura II.151 - Ligação de energia e localização da infraestrutura de energia.

A necessidade máxima para a instalação, incluindo atividades de apoio, atividades mineiras, lavaria e demais infraestruturas, é estimada em 13 MW. O atual projeto proposto está sujeito aos seguintes princípios:

- Carga estimada necessária e fator de potência a serem confirmados após a confirmação do processo de concentração/beneficiação da mineralização e desenvolvimento da lista de equipamentos mecânicos (MEL), da unidade de concentração/beneficiação (lavaria).
- Confirmação pendente dos requisitos em termos de energia do empreiteiro para a atividade de exploração.
- Capacidade disponível na linha de energia de 60 kV a ser confirmada com a EDP.
- A maior carga direta on-line (DOL) está pendente de desenvolvimento do MEL.
- O conteúdo harmónico está pendente de desenvolvimento do MEL.

- Requisitos técnicos pendentes (por exemplo, conteúdo harmónico, flicker, fator de potência etc.) para a conexão à rede de 60 kV.
- Confirmação pendente de que é necessário um novo posto de transformação de 60 kV para ligação à rede.

A subestação principal da mina consistirá em aparelhagem externa de 60 kV, transformador redutor de 60 kV/11 kV e um quadro de distribuição principal de 11 kV instalado num compartimento dedicado. A energia será distribuída radialmente a 11 kV do quadro de distribuição para várias áreas da mina, como escritórios e oficinas para os empreiteiros de exploração, circuito de britagem, unidade de flutuação, escritórios, etc. A distribuição de energia nas áreas da unidade industrial será de 400 V.

Em zonas que possuam grandes motores, como os moinhos de bolas, podem operar em média tensão, com 6,6 kV. A seleção da tensão média deve ser determinada à medida que o plano final do projeto avança. As áreas da unidade industrial, como a britagem e flutuação, serão fornecidas por subestações dedicadas que consistem num transformador de 11 kV/400 V com quadro de distribuição. Se for necessário equipamento de média tensão, ele será instalado numa sala separada dos equipamentos de baixa tensão. As subestações serão localizadas de acordo com o layout da unidade industrial e o carregamento elétrico. O número de subestações e quadros de distribuição da unidade industrial será determinado como parte do projeto detalhado.

Como parte da deslocação da linha de alta tensão, será instalado um novo posto de seccionamento de 60 kV, que fornecerá um circuito para alimentar a Mina do Barroso.

A linha de 60 kV existente que atravessa a área do projeto, terá de ser deslocada devido ao desenvolvimento da corta do Grandão. São apresentadas duas opções para a deslocação: a Opção 1, desvia a linha para o sul e oeste da corta do Grandão, exigindo 2,6 km de linha e 7 a 8 novos apoios/postes (Figura II.152). 2.13.

A Opção 2 desvia a linha para norte e leste da corta do Grandão e requer 3,0 km de linha e 8 a 9 novos apoios (Figura II.153).

A adequação das opções depende da opção de localização das escombreyras selecionada, pois a Opção 2 de desvio da linha de energia só é compatível com as opções 2 e 3 das escombreyras, uma vez que a escombreyra Norte irá restringir a localização dos apoios.

A localização final e o desenho da linha de energia e das subestações de seccionamento dependerão dos locais escolhidos para a implantação da lavaria e das escombreyras.

Todos os requisitos de licenciamento devem ser cumpridos de acordo com a legislação aplicável, apresentando-se os principais no Quadro II.73.

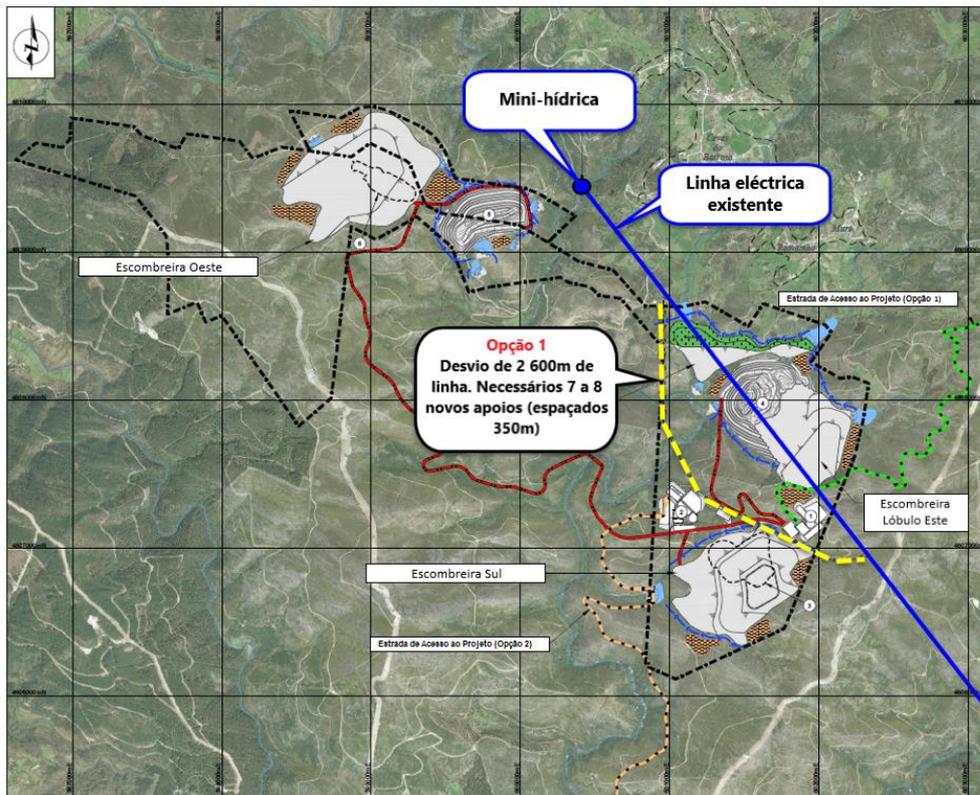


Figura II.152 – Desvio da linha eléctrica na Alternativa 1.

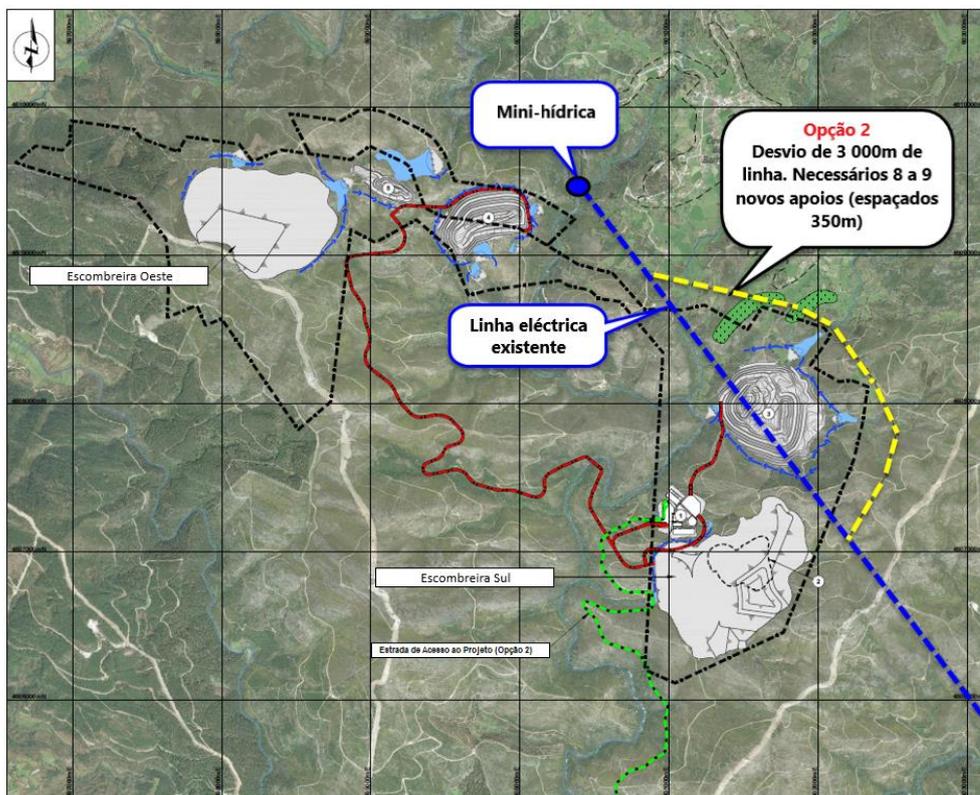


Figura II.153 – Desvio da linha eléctrica nas Alternativas 2 e 3.

Quadro II.73- Principais diplomas legais considerados no projeto conceptual do fornecimento de energia.

Legislação		Descrição
Decreto n.º 42895, de 31 de março de 1960	Decretos Regulamentar n.º 14/77 e n.º 56/85	Aprova os regulamentos de segurança para subestações e estações de transformação e comutação
Decreto Regulamentar n.º 1/92, de 18 de fevereiro		Aprova Regulamentos de Segurança para Linhas Elétricas de Alta Tensão
Decreto-Lei n.º 446/76 de 5 de junho	Portaria n.º 344/89	Dá nova redação a alguns artigos do Regulamento de Licença de Instalações Elétricas, aprovado pelo Decreto-Lei nº 26852, de 30 de julho de 1936
Decreto-Lei n.º 43335, de 19 de novembro de 1960		Determina a existência de servidões de passagem para instalações da rede elétrica
Decreto Regulamentar n.º 90/84, de 26 de novembro		Regulamentação de segurança de redes de distribuição de eletricidade de baixa tensão

A Savannah está também a estudar a viabilidade técnica e económica de instalação de painéis solares na cobertura da lavaria (unidade industrial) para suprir necessidades específicas de energia, além de poder fornecer energia às comunidades da envolvente da mina, participando do programa chamado “Comunidades de Energia” e, assim, contribuir eficientemente para reduzir a conta de energia das comunidades locais.

A distribuição de eletricidade através dos painéis solares será feita pelo sistema de energia fotovoltaica (PV) conectada à rede. Quando as condições são adequadas, o sistema fotovoltaico conectado à rede fornece o excesso de energia, além do consumo pela carga conectada, para a rede elétrica.

9.5. COMBUSTÍVEIS

A instalação de armazenamento de combustível (gasóleo) terá de fornecer o combustível para a frota de veículos da mina, frota de *dumpers* e equipamentos móveis da lavaria. A instalação consistirá em dois tanques de armazenamento de gasóleo, cada um com 55 000 L de capacidade, localizados dentro de uma bacia de retenção de betão que tem a capacidade de acomodar 110% do volume dos tanques (Figura II.154). O volume total dos tanques de gasóleo será de 110 000 L, suficiente para fornecer gasóleo para aproximadamente 7 dias de trabalho da mina.

O armazenamento de gasóleo estará localizado junto à lavaria, numa área que permitirá o acesso fácil e seguro para os veículos pesados e ligeiros e tanto para a entrega como para a distribuição de combustível. Haverá dois pontos de abastecimento que servirão os veículos pesados com bocais de alto volume e abastecerão convencionalmente os veículos ligeiros que operaram na unidade de processamento e zonas da mina (Figura II.155).

As entregas de gasóleo serão feitas através de camiões cisternas com o ponto de abastecimento especificamente dimensionado para o efeito. A instalação de armazenamento terá um sistema de separação óleo-água para derrames e águas residuais. O sistema de combate a incêndios da lavaria irá assegurar a proteção contra incêndios desta instalação, juntamente com equipamentos de combate a incêndio dedicados na área de armazenamento.



Figura II.154 - Exemplo de um tanque de betão para armazenamento de diesel.



Figura II.155 - Exemplo de uma área de abastecimento de combustível.

9.6. COMUNICAÇÕES

A infraestrutura existente na região é suficiente para suportar a maioria das necessidades de comunicação da mina. A maioria das comunicações diretas será feita através de rádios bidirecionais, com canais dedicados para as diferentes áreas operacionais da mina, lavaria, estradas de acesso e áreas de armazenamento de estéril. Haverá um canal dedicado para situações de emergência, que será gerido por um controlador do projeto, localizado preferencialmente no escritório de administração. Os equipamentos disponíveis e de qualidade razoável, terão a capacidade de cobertura para toda a área da mina e adicionalmente 5 a 10 km para além desta área.

As comunicações externas serão feitas através dos sistemas de telecomunicações móveis existentes para voz e dados. É provável que seja necessário um amplificador de sinal para garantir uma cobertura rápida e estável para apoiar as funções de operação e administração do projeto.

9.7. ESGOTOS

As águas residuais geradas nos sanitários, chuveiros, refeitório e outras fontes diversas serão direcionadas diretamente para um sistema de esgoto. A unidade de processamento e as zonas da mina precisarão de uma instalação de gestão de águas residuais separada, que consistirá de instalações permanentes que devem cumprir com a regulamentação aplicável. Um sistema de biorreatores de membranas (MBR) de tratamento de águas residuais das instalações sociais será instalado na lavaria para tratar os efluentes de esgoto da zona da oficina da mina e do próprio concentrador. O sistema será fornecido como uma unidade contentorizada com os correspondentes tanques de compensação e terá uma capacidade de até 50 m³/dia, suficiente para tratar os resíduos de até 200 pessoas.

A Figura II.156 mostra uma instalação típica. O sistema recolherá todos os resíduos das várias instalações sanitárias e tratará os efluentes. Serão examinadas opções para determinar se é possível utilizar o efluente tratado na rega da zona à volta da lavaria. O resíduo será depositado dentro de uma fossa séptica estanque, que será regularmente esgotada pelos Serviços Camarários ou por outra entidade credenciada.



Figura II.156 - Exemplo da estação de tratamento de esgotos proposta.

10. GESTÃO DE RESÍDUOS

10.1. RESÍDUOS MINEIROS

Na exploração das várias cortas da mina estima-se que os estéreis assumam valores na ordem das 83 792 000 t, essencialmente constituídos por pedras e terras podendo assumir os códigos LER¹⁷ apresentados no Quadro II.74.

Quadro II.74 – Resíduos mineiros gerados pela atividade da mina.

Tipo de resíduo	Código LER	Destino
Resíduos da extração de minérios não metálicos	01 01 02	Instalações de Resíduos, Recuperação paisagística da mina e obras de aterro na mina
Rejeitados e outros resíduos, resultantes da lavagem e limpeza de minérios	01 04 12	
Gravilhas e fragmentos de rocha	01 04 08	
Poeiras e pós	01 04 10	

A maior parte destes resíduos serão enquadrados em Instalações de Resíduos (escobreiras definitivas) e no processo de recuperação paisagística, mais concretamente no enchimento e na modelação das áreas exploradas.

A descrição da gestão de resíduos e respetivas instalações encontra-se descrita na Parte III – Plano de Gestão de Resíduos.

10.2. RESÍDUOS NÃO MINEIROS

Os resíduos não mineiros produzidos pela mina, resultantes da normal atividade industrial, podem ser caracterizados de acordo com o Quadro II.75.

Os resíduos não mineiros gerados pela atividade serão acondicionados na mina em recipientes e locais apropriados, e devidamente impermeabilizados, até que sejam recolhidos pelas entidades referidas no quadro seguinte.

Os resíduos domésticos serão colocados em recipientes próprios existentes no refeitório e nos sanitários, sendo posteriormente recolhidos pela entidade local gestora dos resíduos.

¹⁷ Lista Europeia de Resíduos constante da DECISÃO DA COMISSÃO de 18 de dezembro de 2014 que altera a Decisão 2000/532/CE relativa à lista de resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.

Quadro II.75 – Resíduos não mineiros gerados pela atividade da mina.

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO	CÓDIGO LER	DESTINO
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08*	Operador de gestão de resíduos licenciado
Lamas provenientes dos separadores óleo/água	13 05 02*	
Óleos provenientes dos separadores óleo/água	13 05 06*	
Fuelóleo e gasóleo	13 07 01*	
Embalagens de papel e cartão, plástico, madeira, metal	15 01 01	
	15 01 04	
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	15 01 10*	
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas	15 02 02*	
Pneus usados	16 01 03	
Veículos em fim de vida	16 01 04*	
Filtros de óleo	16 01 07*	
Metais ferrosos	16 01 17	
Metais não ferrosos	16 01 18	
Resíduos inorgânicos não abrangidos em 16 03 03	16 03 04	
Acumuladores de chumbo	16 06 01*	
Resíduos contendo hidrocarbonetos	16 07 08*	
Resíduos cuja recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos tendo em vista a prevenção de infeções	18 01 04	
Medicamentos	18 01 09	
Papel e cartão	20 01 01	
Vidro	20 01 02	
Resíduos biodegradáveis de cozinhas e cantinas	20 01 08	
Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21*	
Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso	20 01 36	
Plásticos	20 01 39	
Resíduos verdes gerados na desmatção do local	20 02 01	
Lamas de fossas sépticas	20 03 04	

10.3. MEDIDAS DE GESTÃO ESPECÍFICAS

Como medidas de gestão de resíduos específicas serão adotadas as seguintes:

- Não serão permitidas atividades das quais possa resultar a introdução de solutos tóxicos perigosos, nomeadamente o armazenamento e manipulação dessas substâncias.
- Não serão utilizados recipientes contendo combustíveis, lubrificantes ou outras substâncias nocivas ou perigosas para o ambiente em condições que não garantam a proteção do solo.
- Serão expressamente proibidas quaisquer tarefas de manutenção de máquinas, equipamentos ou viaturas, bem como o seu reabastecimento de combustível, fora dos locais previstos para o efeito.
- Será realizada a manutenção periódica das fossas sépticas que recebem os efluentes das instalações sociais, nomeadamente o seu esgotamento.
- Será realizada uma gestão e manuseamento corretos dos resíduos e efluentes produzidos e associados à mina, nomeadamente, óleos e combustíveis, resíduos sólidos e águas residuais, através da sua recolha e condução a depósito/destino final apropriado, reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de acidentes e contaminações.

11. PREVENÇÃO E CONTROLO INTEGRADOS DA POLUIÇÃO

11.1. MEDIDAS GERAIS

Conforme referido, a Savannah projetou utilizar as Melhores Técnicas Disponíveis nas diversas atividades a desenvolver na mina.

Relativamente ao documento disponibilizado no site da APA refere-se que não existe nenhum formulário específico de medidas gerais para o setor da indústria extrativa. Apesar disso, considerou-se por analogia adotar o formulário associado às “Indústrias de metais não ferrosos”, cujo preenchimento se encontra abaixo no Quadro II.76.

Quadro II.76 – Resíduos não mineiros gerados pela atividade da mina.

ANEXO – MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS - Conclusões MTD				
BREF - Indústrias de metais não ferrosos (NFM) Data de adoção: 06/2016 Versão: 06.10.2017				
Nota: A análise deste documento não dispensa a consulta à Decisão de Execução (UE) 2016/1032.				
n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
1.1. CONCLUSÕES MTD GERAIS				
1.1.1. Sistemas de gestão ambiental (SGA)				
MTD 1.	A fim de melhorar o desempenho ambiental geral, constitui MTD aplicar e cumprir um sistema de gestão ambiental (SGA) que incorpore todos os seguintes elementos:	A implementar	O SGA será implementado na fase de exploração da Mina do Barroso	Durante a fase de exploração e desativação da mina
1. a)	Empenho das chefias, incluindo a gestão de topo;	A implementar		
1. b)	Definição, pela gestão de topo, de uma política ambiental que inclua a melhoria contínua da instalação;	A implementar		
1. c)	Planeamento e implementação dos procedimentos, objetivos e metas necessários, em conjugação com planeamento financeiro e investimento;	A implementar		
1. d)	Implementação de procedimentos, prestando particular atenção ao seguinte:	A implementar		
1. d) i)	estrutura e responsabilidade,	A implementar		

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
1. d) ii)	recrutamento, formação, sensibilização e competência,	A implementar		
1. d) iii)	comunicação,	A implementar		
1. d) iv)	envolvimento dos trabalhadores,	A implementar		
1. d) v)	documentação,	A implementar		
1. d) vi)	controlo eficaz dos processos,	A implementar		
1. d) vii)	programas de manutenção,	A implementar		
1. d) viii)	preparação e resposta a situações de emergência,	A implementar		
1. d) ix)	salvaguarda do cumprimento da legislação ambiental;	A implementar		
1. e)	Verificação do desempenho e tomada de medidas corretivas, com particular atenção para o seguinte:	A implementar		
1. e) i)	monitorização e medição (ver também o documento de referência sobre os princípios gerais de — ROM),	A implementar		
1. e) ii)	ações corretivas e preventivas,	A implementar		
1. e) iii)	controlo dos registos,	A implementar		
1. e) iv)	auditoria independente (sempre que praticável) interna ou externa para determinar se o SGA cumpre ou não as medidas programadas e se está a ser devidamente implementado e mantido;	A implementar		
1. f)	Revisão do SGA, pela gestão de topo, quanto à respetiva aptidão, adequação e eficácia continuadas;	A implementar		
1. g)	Acompanhamento do desenvolvimento de tecnologias mais limpas;	A implementar		
1. h)	Tomada em conta dos impactos ambientais decorrentes de uma eventual desativação da instalação, na fase de conceção de uma nova instalação e ao longo da sua vida útil;	A implementar		
1. i)	Realização regular de avaliações comparativas (<i>benchmarking</i>) setoriais.	A implementar		
1.1.2. Gestão da energia				
MTD 2.	Com vista à utilização eficiente da energia, constitui MTD o recurso a uma combinação das técnicas que se seguem.			

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
2. a)	Sistema de gestão da eficiência energética (p. ex., ISO 50001)	A implementar		
2. b)	Queimadores equipados com regeneradores ou recuperadores	Não aplicável	Não está prevista a utilização de queimadores	
2. c)	Recuperação de calor (p. ex., na forma de vapor, água quente, ar quente) a partir do calor residual dos processos de produção	Não aplicável	Não está prevista a produção de calor, pelo que não existirá recuperação de calor	
2. d)	Oxidação térmica regenerativa	Não aplicável	Não está prevista oxidação térmica regenerativa	
2. e)	Pré-aquecimento da carga do forno, do ar de combustão ou do combustível, utilizando calor recuperado dos gases quentes resultantes da fase de fusão	Não aplicável	Não está prevista a instalação de forno	
2. f)	Aumento da temperatura das soluções de lixiviação utilizando vapor ou a água quente provenientes da recuperação de calor residual	Não aplicável	O processo na lavaria será realizado a frio	
2. g)	Utilização dos gases quentes do canal de fundição como ar de combustão pré-aquecido	Não aplicável	Não serão produzidos gases quentes	
2. h)	Utilização de ar enriquecido em oxigénio ou de oxigénio puro nos queimadores, para reduzir o consumo de energia, permitindo a fundição autogénea ou a combustão completa dos materiais carbonosos	Não aplicável	Não serão utilizados queimadores	
2. i)	Secagem dos concentrados e das matérias-primas húmidas a baixas temperaturas	A implementar	Haverá secagem dos concentrados, subprodutos e resíduos de extração para retirada da água.	
2. j)	Recuperação do teor de energia química do monóxido de carbono produzido num forno elétrico, forno de cuba vertical ou alto-forno, utilizando os gases de exaustão - após a remoção de metais - como combustíveis em outros processos de produção, ou para produzir vapor/água quente ou eletricidade	Não aplicável	Não existirá forno, pelo que não será produzido monóxido de carbono	
2. k)	Recirculação dos gases de combustão para o processo que lhes deu origem por meio de um queimador oxí-combustível, com vista a recuperar a energia do carbono orgânico total	Não aplicável	Não serão produzidos gases de combustão	
2. l)	Isolamento adequado de equipamentos a alta temperatura como tubagens de vapor e de água quente	Não aplicável	Não existirão equipamentos a alta temperatura	
2. m)	Utilização do calor gerado na produção de ácido sulfúrico a partir de dióxido de enxofre para pré-aquecer os gases encaminhados para a instalação de ácido sulfúrico ou para produzir vapor e/ou água quente	Não aplicável	Não será produzido calor no processo	
2. n)	Utilização de motores elétricos de alta eficiência, equipados com	A avaliar	Embora estejam definidos os equipamentos a utilizar na mina, desconhece-se nesta fase os	Durante a fase de exploração da mina

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
	variadores de frequência, em equipamentos como ventiladores		tipos de motores a utilizar, embora se admita a utilização de motores elétricos de alta eficiência	
2. o)	Utilização de sistemas de controlo para ativação automática do sistema de extração de ar ou que ajustem a taxa de extração em função das emissões reais	Não aplicável	Não haverá necessidade de instalar sistemas de extração de ar	
1.1.3. Controlo dos processos				
MTD 3.	A fim de melhorar o desempenho ambiental global, a MTD consiste em garantir o funcionamento estável dos processos por meio de um sistema de controlo dos mesmos, juntamente com uma combinação das técnicas a seguir indicadas.			
3. a)	Inspeção e seleção das matérias-primas de acordo com o processo e as técnicas de redução das emissões utilizadas	A avaliar	Serão avaliadas as várias formas de utilização de energias renováveis no sentido de reduzir a emissões de CO2	Durante a fase de exploração e desativação da mina
3. b)	Boa mistura das matérias-primas, com vista a otimizar a eficiência de conversão e reduzir as emissões e a quantidade de materiais rejeitados	A implementar	Devido à distinta diferença entre a mineralização e o estéril em todos os depósitos da Mina do Barroso, será possível utilizar o controlo visual de teores como um dos principais métodos de separação de materiais. Adicionalmente, a recolha de amostras escrupulosamente espaçadas, tanto de material recolhido durante o processo de perfuração para o desmonte como em sondagens de circulação inversa dedicadas realizadas antes da extração, será usada para refinar a separação do material e determinar a especificação do produto. Em todos os casos, o controlo de teores utilizará uma combinação de cartografia geológica e descrição geológica do material perfurado juntamente com análises químicas de vários elementos para definir os limites dos diferentes teores de mineralização e tipos de materiais. O processo de controlo de teores resulta na etapa final de definição da quantidade, qualidade e localização da mineralização, que por sua vez é utilizada para determinar o plano de extração da mineralização. Os operadores da mina seguem então os limites marcados, sob as instruções do geólogo da	Durante a fase de exploração e desativação da mina

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
			<p>mina, para garantir que o material dentro de cada limite é transportado para o local correto. Sempre que possível e prático, a mineralização e o estéril devem ser desmontados separadamente, a fim de minimizar a diluição e a perda de material. Quando tal não é possível, devem ser utilizados indicadores vetoriais de detonação para determinar a direção e a quantidade de deslocamento da mineralização. Um indicador simples consiste em inserir 50 mm de PVC nos furos perfurados, ao longo do contacto da mineralização com o estéril e tamponamento firme para impedir a sua ejeção. O número de indicadores por detonação pode variar dependendo da irregularidade do contacto da mineralização. Após a detonação, os indicadores irão fornecer um guia visual para diferenciar a mineralização do estéril, e os contactos da mineralização marcados poderão ser ajustados de acordo com o movimento de detonação determinado. Toda a extração de mineralização estará sob a supervisão de um geólogo da empresa ou de um assistente treinado. Um sistema de verificação de <i>dumpers</i> será implementado para garantir que os <i>dumpers</i> transportam a sua carga para a pilha correta, evitando que a mineralização seja depositada com o estéril e vice-versa. (Capítulo 7.6.6)</p>	
3. c)	Recurso a sistemas de pesagem e medição	A implementar	O processo de tratamento a realizar na lavaria recorrerá a um sistema contínuo de pesagem que irá auxiliar na quantificação dos reagentes a utilizar. No caso dos produtos, serão expedidos	
3. d)	Recurso a processadores para controlar a taxa de introdução de materiais no processo, os parâmetros críticos dos processos e as condições críticas dos processos, que incluam alarmes, condições de combustão e adição de gases	Não aplicável	Não haverá combustão e adição de gases	
3. e)	Monitorização em linha da temperatura e da pressão no forno, bem como do fluxo de gás	Não aplicável	Não haverá forno	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
3. f)	Monitorização dos parâmetros críticos dos equipamentos de redução das emissões para a atmosfera, como a temperatura dos gases, a dosagem dos reagentes, as quebras de pressão, a corrente e a tensão do ESP, o caudal e o pH do efluente líquido e os componentes gasosos (p. ex., O ₂ , CO, COV)	Não aplicável	Não haverá emissões de gases para a atmosfera	
3. g)	Controlo do teor de poeiras e de mercúrio presentes nos gases de exaustão antes da transferência destes para a instalação de ácido sulfúrico, no caso de instalações que abranjam a produção de ácido sulfúrico ou de SO ₂ líquido	Não aplicável	Não serão produzidos gases de exaustão nem haverá instalação de ácido sulfúrico	
3. h)	Monitorização em linha das vibrações, com o objetivo de detetar obstruções e possíveis falhas do equipamento	Não aplicável	Não haverá necessidade de avaliar vibrações	
3. i)	Monitorização em linha da corrente, da tensão e das temperaturas de contacto elétrico nos processos eletrolíticos	Não aplicável	Não existirão processos eletrolíticos	
3. j)	Monitorização e controlo da temperatura nos fornos de fusão e fundição, para prevenir a produção de fumos de metais e de óxidos de metais devido ao sobreaquecimento	Não aplicável	Não existirão fornos de fusão e fundição	
3. k)	Processador para controlar a introdução de reagentes e o desempenho da estação de tratamento de águas residuais através da monitorização em linha da temperatura, da turbidez, do pH, da condutividade e do caudal	A implementar	O controlo dos reagentes será fundamental no processo de concentração da espodumena, no sentido de minimizar o seu consumo, bem como o consumo de água.	Durante a fase de exploração da mina
MTD 4.	A fim de reduzir as emissões canalizadas de partículas e de metais para a atmosfera, constitui MTD a aplicação de um sistema de gestão da manutenção que incida particularmente no desempenho dos sistemas de redução de poeiras como parte integrante do sistema de gestão ambiental (ver MTD 1).	A implementar	A minimização da emissão de poeiras será conseguida através da rega dos caminhos. Na lavaria não se prevê a emissão de poeiras.	Durante a fase de exploração da mina
1.1.4. Emissões difusas				
1.1.4.1. Abordagem geral para a prevenção das emissões difusas				
MTD 5.	A fim de evitar ou, quando tal não for possível, reduzir as emissões de fontes difusas para a atmosfera e para a água, a MTD consiste em captar as emissões difusas, tanto quanto possível, o mais perto possível da fonte e proceder ao seu tratamento.	A implementar	As emissões de poeiras para a atmosfera serão minimizadas através das regas dos caminhos. A minimização dos sólidos suspensos para as águas será feita através de bacias de decantação.	Durante a fase de exploração e desativação da mina

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
MTD 6.	A fim de evitar ou, quando tal não seja possível, reduzir as emissões difusas de poeiras para a atmosfera, a MTD consiste em elaborar e aplicar um plano de ação para as emissões difusas de poeiras como parte integrante do sistema de gestão ambiental (ver MTD 1), que inclua ambas as seguintes medidas:			
6. a)	Identificação das fontes mais importantes de emissões difusas de poeiras (utilizando, p. ex., a EN 15445);	Sim	Encontra-se definido no Plano de Monitorização da qualidade do ar	Durante a fase de exploração e desativação da mina
6. b)	Definição e implementação de ações e técnicas adequadas para prevenir ou reduzir as emissões difusas num determinado período.	Sim	Encontra-se definido no Plano de Monitorização da qualidade do ar	Durante a fase de exploração e desativação da mina
1.1.4.2. Emissões difusas decorrentes da armazenagem, do manuseamento e do transporte de matérias-primas				
MTD 7.	A fim de evitar as emissões difusas decorrentes da armazenagem de matérias-primas, a MTD consiste em utilizar uma combinação das técnicas a seguir indicadas.			
7. a)	Utilização de edifícios ou silos/células confinados para armazenagem de materiais que produzam poeiras, como concentrados, fluxos e materiais finos	A implementar	A lavaria será um edifício fechado e que irá permitir conter a emissão de poeiras para a atmosfera	Durante a fase de exploração da mina
7. b)	Armazenagem sob cobertura de materiais que não produzam poeiras, como concentrados, fluxos, combustíveis sólidos, matérias a granel, coque e matérias secundárias que contenham compostos orgânicos solúveis em água	Não aplicável	A lavaria funcionará a energia elétrica	
7. c)	Utilização de embalagens estanques para matérias que produzam poeiras ou matérias secundárias que contenham compostos orgânicos solúveis em água	Não aplicável	Não serão utilizados compostos orgânicos solúveis em água	
7. d)	Recurso a compartimentos cobertos para armazenagem de matérias peletizadas ou aglomeradas	Não aplicável	Não serão armazenadas matérias peletizadas ou aglomeradas	
7. e)	Recurso à pulverização com água e a nebulizadores, com ou sem aditivos como látex, na armazenagem de matérias que produzam poeiras	Não aplicável	Não haverá armazenagem de matérias que produzam poeiras	
7. f)	Colocação de dispositivos de extração de gases/poeiras nos locais de transferência e de agitação de matérias que produzam poeiras	Não aplicável	Não existirão locais de transferência e de agitação de matérias que produzam poeiras	
7. g)	Utilização de recipientes sob pressão certificados para armazenamento de cloro gasoso ou de misturas que contenham cloro	Não aplicável	Não será armazenado cloro gasoso ou misturas que contenham cloro	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
7. h)	Utilização de reservatórios construídos com materiais resistentes às matérias contidas	A implementar	Todos os reservatórios a utilizar terão em conta os materiais que irão armazenar	Durante a fase de exploração da mina
7. i)	Utilização de sistemas fráveis de deteção de fugas e de indicadores de nível dos reservatórios, com alarmes para evitar o sobre-enchimento	A implementar	Será aplicado nas células de flutuação	Durante a fase de exploração da mina
7. j)	Armazenagem dos materiais reativos em tanques ou reservatórios de parede dupla, com sistemas de confinamento quimicamente resistentes de capacidade idêntica, e utilização de uma zona de armazenagem impermeável e resistente aos materiais armazenados	Não aplicável	Não existirão materiais reativos para armazenamento em tanques ou reservatórios de parede dupla de materiais armazenados	
7. k)	Conceção das zonas de armazenagem de forma a que:			
7. k) i.	todas as fugas provenientes de reservatórios e sistemas de distribuição sejam intercetadas e contidas em sistemas de confinamento com uma capacidade de contenção, pelo menos, igual ao volume do maior reservatório de armazenagem abrangido pelo sistema de confinamento;	A implementar	Será aplicado com particular destaque no caso do armazenamento de lubrificantes.	Durante a fase de exploração da mina
7. k) ii.	os pontos de distribuição se situem dentro do sistema de confinamento, tendo em vista a recolha de quaisquer matérias derramadas	A implementar	Será aplicado com particular destaque no caso do armazenamento de lubrificantes.	Durante a fase de exploração da mina
7. jI)	Utilização de uma cobertura de gás inerte para a armazenagem de materiais que reajam com o ar	Não aplicável	Não existirão materiais que reajam com o ar	
7. m)	Recolha e tratamento de emissões da armazenagem por recurso a um sistema concebido para tratar os compostos armazenados. Recolha e tratamento, antes da descarga, de águas que transportem poeiras	Não aplicável	Não haverá sistema de águas que transportem poeiras	
7. n)	Limpeza regular da zona de armazenagem e, quando necessário, humedecimento com água	A implementar	Será realizada a limpeza regular das zonas de armazenagem	Durante a fase de exploração da mina
7. o)	Colocação do eixo longitudinal da pilha de armazenagem paralelo à direção predominante do vento, no caso da armazenagem ao ar livre	Não aplicável	Não haverá armazenagem ao ar livre. Todos os armazenamentos serão feitos no interior da lavaria.	
7. p)	Utilização de sebes de proteção, vedações ou quebra-ventos, para reduzir a velocidade do vento no caso da armazenagem ao ar livre	Não aplicável	Não haverá armazenagem ao ar livre. Todos os armazenamentos serão feitos no interior da lavaria.	
7. q)	Utilização, sempre que possível, de uma só pilha de armazenagem em vez de várias, no caso da armazenagem ao ar livre	Não aplicável	Não haverá armazenagem ao ar livre. Todos os armazenamentos serão feitos no interior da lavaria.	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
7. r)	Recurso a interceptores de óleos e de sólidos para a drenagem de zonas de armazenagem ao ar livre. Utilização de superfícies cimentadas com lancis ou outros dispositivos de contenção para a armazenagem de materiais que possam libertar óleos, como a limalha	Não aplicável	Não haverá armazenagem ao ar livre. Todos os armazenamentos serão feitos no interior da lavaria.	
MTD 8.	A fim de evitar as emissões difusas decorrentes do manuseamento e transporte de matérias-primas, a MTD consiste em utilizar uma combinação das técnicas a seguir indicadas.			
8. a)	Utilização de transportadores ou sistemas pneumáticos confinados para transferir ou manusear concentrados, fluxos e materiais de granulometria fina que produzam poeiras	Não aplicável	O processo na lavaria será por via húmida, pelo que não serão produzidas poeiras	
8. b)	Utilização de transportadores cobertos para o transporte de matérias sólidas que não produzam poeiras	Não aplicável	O transporte de materiais será feito por dumper ou correia transportadora	
8. c)	Extração de poeiras de locais de descarga, ventiladores de silos, sistemas pneumáticos de transferência e pontos de transferência entre equipamentos transportadores, com ligação a um sistema de filtração (para materiais que produzam poeiras)	Não aplicável	O processo na lavaria será por via húmida, pelo que não serão produzidas poeiras	
8. d)	Utilização de sacos ou tambores fechados para o manuseamento de materiais com componentes dispersíveis ou solúveis em água	A implementar	Os reagentes e floculantes serão fornecidos em sacos e armazenados nas suas embalagens originais até à sua utilização do processo.	Durante a fase de exploração da mina
8. e)	Utilização de contentores adequados para manusear materiais peletizados	Não aplicável	Não existirão materiais peletizados	
8. f)	Aspersão para humedecimento dos materiais nas zonas de manipulação	A implementar	Existirão aspersores para minimizar a emissão de poeiras para a atmosfera	Durante a fase de exploração da mina
8. g)	Minimização das distâncias de transporte	A implementar	As instalações de resíduos foram definidas junto às cortas e lavaria, onde os resíduos serão produzidos, de forma a minimizar as distâncias de transporte.	Durante a fase de exploração da mina
8. h)	Redução da altura de queda das correias transportadoras, pás mecânicas ou ganchos	A implementar	O carregamento dos <i>dumppers</i> será realizado com a pá à menor altura possível.	Durante a fase de exploração da mina
8. i)	Ajustamento da velocidade das correias transportadoras não confinadas (< 3,5 m/s)	A avaliar	Será avaliada conforme o tipo de correias a instalar	Durante a fase de exploração da mina
8. j)	Minimização da velocidade de descida ou da altura de queda livre dos materiais	Não aplicável	Não haverá queda livre de materiais	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
8. k)	Localização das correias transportadores e das condutas em zonas seguras e abertas, acima do nível do solo, de forma que possam ser rapidamente detetadas as fugas e evitados danos em veículos e outros equipamentos. Se forem utilizadas condutas enterradas para materiais não perigosos, documentar e assinalar a sua localização e adotar sistemas de escavação seguros	A implementar	Aplicável apenas às correias transportadores	Durante a fase de exploração da mina
8. l)	Fecho automático das ligações de entrega aquando do manuseamento de líquidos e gases liquefeitos	Não aplicável	Não haverá manuseamento de líquidos e gases liquefeitos	
8. m)	Recurso a um respiradouro de retorno para os gases libertados na descarga de materiais para o veículo de entrega, de forma a reduzir as emissões de COV	Não aplicável	Não haverá gases libertados na descarga de materiais para o veículo de entrega	
8. n)	Lavagem das rodas e do chassis dos veículos utilizados para entregar ou manusear materiais pulverulentos	Não aplicável	Não haverá entrega ou manuseamento de materiais pulverulentos	
8. o)	Recurso a campanhas programadas para a limpeza das estradas	A implementar	De forma a garantir as condições de circulação e a minimização da emissão de poeiras, os acessos serão alvo de manutenções regulares e limpos de materiais finos.	Durante a fase de exploração e desativação da mina
8. p)	Separação de materiais incompatíveis (p. ex., agentes oxidantes e matérias orgânicas)	Não aplicável	Não haverá materiais incompatíveis	
8. q)	Minimização das transferências de materiais entre processos	Não aplicável	O processo na lavaria será contínuo	
1.1.4.3. Emissões difusas da produção de metais				
MTD 9.	A fim de evitar ou, quando tal não for possível, reduzir as emissões difusas da produção de metais, é MTD otimizar a eficiência da recolha e tratamento dos efluentes gasosos por recurso a uma combinação das técnicas a seguir indicadas.			
9. a)	Tratamento térmico ou mecânico das matérias-primas secundárias com vista a minimizar a contaminação orgânica dos materiais introduzidos no forno	Não aplicável	Não será utilizado forno	
9. b)	Utilização de um forno fechado com um sistema de despoejamento de conceção adequada ou proceder à selagem do forno e de outras unidades do processo com um sistema de ventilação adequado	Não aplicável	Não será utilizado forno	
9. c)	Utilização uma campânula secundária para as operações do	Não aplicável	Não será utilizado forno	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
	forno como a carga e a abertura periódica para o vazamento			
9. d)	Recolha de poeiras ou fumos nos locais de transferência de materiais pulverulentos (p. ex., nos locais de carregamento e aquando da abertura para o vazamento de fornos, canais de fundição cobertas)	Não aplicável	Não será utilizado forno	
9. e)	Otimização do desenho e do funcionamento dos sistemas de encapsulamento e de condutas, com vista à captura dos fumos provenientes da abertura para alimentação das matérias-primas, da abertura para o vazamento de metal quente, mate ou escórias, e das transferências dos canais de fundição cobertos vazamento	Não aplicável	Não serão produzidos fumos	
9. f)	Confinamento de fornos/reatores do tipo «house-in-house» (duplo encapsulamento) ou «doghouse» (encapsulagem), para as operações de carga e de abertura para vazamento	Não aplicável	Não será utilizado forno	
9. g)	Otimização do fluxo de gases de exaustão do forno com base em estudos de dinâmica de fluidos computadorizados e de marcadores	Não aplicável	Não será utilizado forno	
9. h)	Recurso a sistemas de carga adequados em fornos semifechados para introduzir pequenas quantidades de matérias-primas	Não aplicável	Não será utilizado forno	
9. i)	Tratamento das emissões captadas num sistema adequado	Não aplicável	O Processo na lavaria não terá emissões	
1.1.5. Controlo das emissões para a atmosfera				
MTD 10.	A MTD consiste em monitorizar as emissões das chaminés para a atmosfera, no mínimo, com a frequência abaixo indicada, em conformidade com as normas EN. Na falta destas, a MTD consiste em utilizar normas ISO, normas nacionais ou outras normas internacionais que garantam a obtenção de dados de qualidade científica equivalente.	Não aplicável	Não existirá chaminé	
1.1.6. Emissões de mercúrio				
MTD 11.	A fim de reduzir as emissões de mercúrio para a atmosfera (exceto as que são encaminhadas para unidades de produção de ácido sulfúrico) de um processo pirometalúrgico, a MTD consiste em utilizar uma das técnicas a seguir indicadas, ou ambas. (Consultar VEA às MTD no BREF)			
11. a)	Utilização de matérias-primas com baixo teor de mercúrio,	Não aplicável	Não serão utilizadas matérias-primas com mercúrio	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
	nomeadamente através da cooperação dos fornecedores, a fim de eliminar o mercúrio das matérias secundárias.			
11. b)	Utilização de adsorventes (p. ex., carvão ativado, selénio), juntamente com a filtração das poeiras.	Não aplicável	Não serão utilizados adsorventes	
1.1.7. Emissões de dióxido de enxofre				
MTD 12.	Para reduzir as emissões de SO₂ dos efluentes gasosos com um elevado teor deste poluente e evitar a produção de resíduos provenientes do sistema de tratamento dos efluentes gasosos, constitui MTD a recuperação de enxofre através da produção de ácido sulfúrico ou de SO₂ líquido.	Não aplicável	Não existirão efluentes gasosos	
1.1.8. Emissões de NO_x				
MTD 13.	A fim de reduzir as emissões para a atmosfera de NO_x proveniente de processos pirometalúrgicos, constitui MTD utilizar uma das técnicas a seguir indicadas.			
13. a)	Utilização de queimadores com baixas emissões de NO _x	Não aplicável	Não serão utilizados queimadores	
13. b)	Utilização de queimadores oxí-combustível	Não aplicável	Não serão utilizados queimadores	
13. c)	Recirculação dos efluentes gasosos (reenvio ao queimador para reduzir a temperatura da chama), no caso da utilização de queimadores oxí-combustível	Não aplicável	Não existirão efluentes gasosos	
1.1.9. Emissões para a água, incluindo a sua monitorização				
MTD 14.	A fim de evitar ou reduzir a produção de águas residuais, constitui MTD utilizar uma das técnicas a seguir indicadas ou uma combinação das mesmas.			
14. a)	Medição da quantidade de água utilizada e da quantidade de águas residuais descarregadas	A implementar	Serão implementados caudalímetros para quantificar as águas a utilizar e reutilizar no processo, no sentido de reduzir os consumos de água e de descarga.	Durante a fase de exploração e desativação da mina
14. b)	Reutilização das águas residuais provenientes de operações de limpeza (nomeadamente da lavagem dos ânodos e dos cátodos) e dos derrames nos mesmos processos	A implementar	O processo não recorrerá à utilização de ânodos e cátodos, embora exista reutilização das águas	Durante a fase de exploração da mina
14. c)	Reutilização das correntes de ácidos fracos produzidos nos precipitadores eletrostáticos por via húmida e lavadores de gases por via húmida	Não aplicável	Não existirão correntes de ácidos fracos	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
14. d)	Reutilização das águas residuais provenientes da granulação de escórias	A implementar	Não serão produzidas escórias, embora seja retirada a água dos resíduos finais da lavaria para reutilização	Durante a fase de exploração da mina
14. e)	Reutilização de águas de escoamento superficial	A implementar	Todas as águas que entrem no perímetro da mina serão captadas e reutilizadas nas operações a desenvolver na mina	Durante a fase de exploração e desativação da mina
14. f)	Utilização de um sistema de refrigeração em circuito fechado	Não aplicável	Não haverá necessidade de instalar nenhum sistema de refrigeração	
14. g)	Reutilização de água tratada proveniente do sistema de tratamento de águas residuais	A implementar	Todas as águas serão tratadas e reutilizadas nas operações a desenvolver na mina	Durante a fase de exploração e desativação da mina
MTD 15.	A fim de prevenir a contaminação das águas e reduzir as emissões para a água, constitui MTD separar as correntes de águas residuais não contaminadas das correntes de águas residuais que necessitam de tratamento.	A implementar	O sistema de drenagem a implementar irá permitir captar o máximo volume de água possível para reutilização nas operações a desenvolver na mina. Todas as águas serão tratadas tendo em vista a sua reutilização.	Durante a fase de exploração e desativação da mina
MTD 16.	Constitui MTD utilizar a norma ISO 5667 para a amostragem e a monitorização das emissões para a água, no ponto em que as emissões saem da instalação, pelo menos, uma vez por mês (15) e em conformidade com as normas EN. Na falta destas, a MTD consiste em utilizar normas ISO, normas nacionais ou outras normas internacionais que garantam a obtenção de dados de qualidade científica equivalente.	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
MTD 17.	A fim de reduzir as emissões para a água, a MTD consiste no tratamento dos derrames provenientes da armazenagem de líquidos e das águas residuais resultantes da produção de metais não ferrosos, nomeadamente da fase de lavagem do processo de forno Waelz e na remoção dos metais e dos sulfatos, utilizando uma combinação das técnicas a seguir indicadas. (Consultar NEA às MTD no BREF)	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
17. a)	Precipitação química	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
17. b)	Sedimentação	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
17. c)	Filtração	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
17. d)	Flotação	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
17. e)	Ultrafiltração	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	

n.º atribuído de acordo com o BREF ou documento Conclusões MTD	Descrição de acordo com o BREF ou Conclusões MTD	MTD implementada ?	Descrição do modo de implementação ou Motivo da não aplicabilidade ou Descrição da técnica alternativa implementada	Calendarização da implementação (mês.ano)
17. f)	Filtração com carvão ativado	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
17. g)	Osmose inversa	Não aplicável	Não haverá emissões para a água	
1.1.10. Ruído				
MTD 18.	Para reduzir as emissões de ruído, constitui MTD utilizar uma das técnicas a seguir indicadas, ou uma combinação das mesmas.			
18. a)	Utilização de taludes que atuem como barreira à fonte de ruído;	A implementar	Serão criadas barreiras visuais que funcionarão também como barreiras acústicas	
18. b)	Confinamento das instalações e componentes ruidosas com estruturas que absorvam o ruído	A implementar	A lavaria será um edifício fechado e que irá permitir conter a emissão de ruído	
18. c)	Utilização, nos equipamentos, de suportes e interconexões antivibração	A avaliar	Será avaliada a necessidade de aplicação destas medidas para reduzir o ruído	Durante a fase de exploração e desativação da mina
18. d)	Orientação das máquinas ruidosas	A implementar	A gestão dos equipamentos será realizada com o objetivo de minimizar operações ruidosas em simultâneo, sempre que possível	Durante a fase de exploração e desativação da mina
18. e)	Alteração da frequência dos sons	Não aplicável	Não é possível alterar a frequência dos sons nos equipamentos a utilizar na mina	
1.1.11. Odores				
MTD 19.	Para reduzir as emissões de odores, constitui MTD utilizar uma das técnicas a seguir indicadas, ou uma combinação das mesmas.			
19. a)	Armazenagem e manuseamento adequados das matérias-primas odoríferas	Não aplicável	Não existirão matérias-primas odoríferas	
19. b)	Minimização do uso de materiais odoríferos	Não aplicável	Não serão usados materiais odoríferos	
19. c)	Conceção, funcionamento e manutenção cuidadosos dos equipamentos que possam gerar emissões de odores	Não aplicável	Com exceção dos gases de combustão dos equipamentos móveis, que não é possível minimizar as suas emissões, os restantes equipamentos não irão emitir odores	
19. d)	Recurso a técnicas de pós-combustão ou filtração, incluindo biofiltros	A avaliar	Será avaliada a sua aplicação nos equipamentos móveis	Durante a fase de exploração e desativação da mina

11.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS

No caso concreto do Documento de Referência “*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries*”, enumeram-se as diferentes medidas constantes nesse documento e a sua aplicação nas atividades a desenvolver na Mina do Barroso. De referir que são apresentados os respetivos comentários imediatamente a seguir à transcrição do texto conforme consta nesse documento de referência.

5.2 Generic BAT Conclusions

5.2.1 Corporate management

BAT 1. *In order to improve the overall environmental performance of the extractive waste management operators, BAT is to use the following techniques:*

- a) *Organisational and Corporate Management system (O&CMS)*
- b) *Environmental Management System (EMS)*

A Savannah irá implementar na fase de exploração e desativação ambos os sistemas na gestão da exploração da Mina do Barroso. De referir que a maior parte das medidas previstas nestes sistemas já se encontram contempladas no Projeto e no Relatório Síntese.

5.2.2.1 Extractive waste characterisation

BAT 2. *In order to support the identification of potential environmental risks and impacts associated with the extractive waste characteristics, BAT is to use the following technique:*

Initial extractive waste characterisation

A caracterização dos resíduos de extração já se encontra realizada na fase prévia ao licenciamento da mina e consta no Projeto, no capítulo 4 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos).

BAT 3. *BAT is to review and verify the extractive waste characteristics as follows:*

Review and verification of the extractive waste characteristics

Na fase de exploração, à medida que os resíduos de extração serão produzidos, será feita uma caracterização complementar, no sentido de validar a caracterização prévia já realizada que classifica os resíduos como inertes nos termos da alínea x) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro. Essa classificação encontra-se no capítulo 4.2 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

5.2.2.2 Extractive waste site and management options

BAT 4. *In order to support the identification of potential environmental risks and impacts associated with the extractive waste site and extractive waste management options, BAT is to use all of the following techniques:*

- a) *Identification of extractive waste site options*
- b) *Identification of extractive waste handling/ transport, treatment and deposition options*

Estas técnicas encontram-se previstas e já definidas na Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto. Os resíduos de extração serão utilizados no preenchimento dos vazios de escavação, complementado com a utilização de instalações de resíduos.

5.2.2.3 Environmental Risk and Impact Evaluation

BAT 5. *In order to determine the potential environmental risks and impacts brought about as a result of the management of extractive waste, BAT is to use all of the following techniques:*

- a) *Hazards and risk elements identification*
- b) *Environmental Risk and Impact Evaluation*

Os riscos e impactos ambientais já foram avaliados e encontram-se no Relatório Síntese.

5.2.3.1 Prevention of solid extractive waste generation

BAT 6. *In order to prevent the generation of solid extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Pre-sorting and selective handling of extractive materials that in principle qualify as by-products/products*
- b) *Placing extractive materials that in principle qualify as by-products/products back into excavation voids*
- c) *Using extractive materials that in principle qualify as by-products/products for internal or external purposes*

O método de desmonte previsto no Projeto prevê uma lavra seletiva no sentido de separar os materiais que constituirão os resíduos de extração dos materiais que serão a matéria-prima para o produto da mina. Os resíduos de extração serão maioritariamente utilizados no preenchimento dos vazios de escavação, embora haja necessidade de complementar o seu armazenamento definitivo com recurso a instalações de resíduos dedicadas para o efeito. A gestão dos resíduos de extração encontra-se definida na Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

5.2.3.2 Reduction of non-inert extractive waste and hazardous extractive waste generation

BAT 7. *In order to reduce the generation of non-inert extractive waste and hazardous extractive waste, BAT is to use the following techniques:*

- a) *Management of extractive waste accumulated during exploration /prospecting*
- b) *Sorting and selective handling of extractive waste*

Os resíduos de extração a produzir na mina, quer nas operações de desmonte quer na lavaria, são classificados como inertes nos termos alínea x) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, pelo que esta medida não possui aplicação na Mina do Barroso. Essa classificação encontra-se no capítulo 4.2 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

5.2.3.3 Reduction of extractive waste volumes to be deposited

BAT 8. *In order to minimise the overall generation of liquid extractive waste from oil and gas exploration and production, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Preparing for re-use of liquid extractive wastes*
- b) *Desalinisation of liquid extractive wastes*
- c) *Dehydration of liquid extractive wastes*

O projeto da Mina do Barroso não se enquadra nesta categoria de exploração, pelo que esta medida não possui aplicação.

BAT 9. *In order to minimise the overall amount of extractive waste from oil and gas exploration and production to be deposited, BAT is to use the following technique:*

Preparation of drilling muds and other drilling extractive wastes from oil and gas exploration and production for off-site treatment and/or disposal

O projeto da Mina do Barroso não se enquadra nesta categoria de exploração, pelo que esta medida não possui aplicação.

5.2.3.4 Recovery of extractive waste

BAT 10. *In order to encourage the re-use and recycling of solid extractive waste, BAT is to use the following technique:*

Re-processing of extractive waste

Não se prevê que esta medida possa ter aplicação na Mina do Barroso para os resíduos de extração a produzir na frente de desmonte (estéreis), uma vez que não possuem o mineral espodumena que se

pretende concentrar na lavaria, nem mesmo o quartzo e feldspato já alvo de exploração na Mina do Barroso.

No caso dos resíduos de extração a produzir na lavaria (rejeitados), esta medida passará pela comercialização de vários subprodutos que serão obtidos como resultado do processo de concentração a realizar na lavaria, nomeadamente para a mica, quartzo e feldspato que possuem aplicação na indústria cerâmica.

Para além da remoção da mica na fase inicial do processo de concentração, também os restantes resíduos a obter no processo de flutuação possuem aplicação como subproduto na indústria cerâmica. O quartzo e o feldspato já são objeto de exploração na Mina do Barroso com esse fim, situação que se manterá com a produção do concentrado de espodumena. A Savannah ainda possui em execução testes complementares para a definição dos subprodutos a produzir. A sua aplicação na indústria cerâmica irá resultar nos seguintes impactes:

- Uma redução do consumo de reagentes no processo de flutuação;
- A maximização do valor do concentrado;
- A produção de minerais industriais (mica, quartzo e feldspato);
- Uma redução do impacte ambiental associado à sua deposição nas instalações de resíduos, uma vez que passará a constituir um subproduto.

5.3 Risk-specific BAT Conclusions to ensure safety

5.3.1 Structural stability of the extractive waste deposition area

5.3.1.1 Short-term and long-term structural stability

5.3.1.1.1 Design for closure

BAT 11. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use the following technique:*

Design for closure

Com base na avaliação de impactes realizada no Relatório Síntese foram definidas as medidas e regras para a gestão dos resíduos de extração. O Plano de Desativação da mina já se encontra contemplado no Projeto, incluindo as instalações de resíduos de extração que serão definidas e como serão encerradas. As medidas de encerramento encontram-se contempladas na Parte V (Plano de Recuperação Paisagística) do Projeto.

5.3.1.1.2 Additional Organisational and Corporate Management tools

BAT 12. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Quality Assurance and Quality Control (QA/QC) system*
- b) *Management of changes*
- c) *Operation, Supervision and Maintenance (OSM) manual for dams*
- d) *Mitigation of accident procedures including emergency planning*

Estas medidas serão aplicadas e definidas na fase de exploração e desativação da Mina do Barroso.

5.3.1.1.3.1 Ground investigation

BAT 13. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use the following technique:*

Investigation of the geotechnical properties of the supporting strata

O dimensionamento das instalações de resíduos foi avaliado previamente, no sentido de definir os diversos aspetos geotécnicos, como os locais de implantação, ângulos de talude, altura das bancadas e largura dos patamares. Essa avaliação consta nos capítulos 4.3.2. ao 4.8.8 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

5.3.1.1.3.2 Dam construction materials selection

BAT 14. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use the following technique:*

Esta medida não possui aplicação, uma vez que os resíduos a produzir na Mina do Barroso encontram-se na forma sólida, pelo que não foram dimensionadas quaisquer bacias para o seu armazenamento. A forma como os resíduos são armazenados encontra-se definida na Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto, tendo sido suportada por uma análise de estabilidade que consta no capítulo 4.4.4.

5.3.1.1.3.3.1 Dam/embankment construction methods

BAT 15. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the pond-type extractive waste deposition area (including the EWF), intended for water and solids retention by means of a dam, BAT is to use the following techniques:*

- a) *Water and solids retention dam construction method*
- b) *Basal structure*

Esta medida não possui aplicação, uma vez que os resíduos a produzir na Mina do Barroso encontram-se na forma sólida, pelo que não foram dimensionadas quaisquer bacias para o seu armazenamento. A forma como os resíduos são armazenados encontra-se definida na Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

BAT 16. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the pond-type extractive waste deposition area (including the EWF), intended for total solids and partial water retention by means of a dam, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Starter dam for total solids retention and partial water retention dam construction method*
- b) *Upstream raising method*
- c) *Downstream raising method*
- d) *Centreline raising method*
- e) *Composite basal structure system*
- f) *Low-permeability natural soil basal structure*

Esta medida não possui aplicação, uma vez que os resíduos a produzir na Mina do Barroso encontram-se na forma sólida, pelo que não foram dimensionadas quaisquer bacias para o seu armazenamento. A forma como os resíduos são armazenados encontra-se definida na Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

5.3.1.1.3.3.2 Heap construction methods

BAT 17. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the heap-type extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Bottom-up construction method*
- b) *Top-down construction method*
- c) *Composite basal structure system*
- d) *Low-permeability natural soil basal structure*

A forma como os resíduos de extração são armazenados nas instalações de resíduos e utilizados no preenchimento dos vazios de escavação encontra-se definida na Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

5.3.1.1.3.4.1 Water balance analysis

BAT 18. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use all of the following techniques:*

- a) *Water balance analysis*
- b) *Water management plan*

Os resíduos de extração a produzir na Mina do Barroso serão depositados a seco, pelo que não haverá balanços de água associados aos resíduos de extração. Apesar disso, os sistemas de drenagem na área da mina encontram-se definidos no capítulo 6 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto. Está prevista a gestão das águas superficiais e águas subterrâneas.

5.3.1.1.3.4.2 Design flood

BAT 19. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use the following technique:*

Design flood evaluation

Os resíduos de extração a produzir na Mina do Barroso serão depositados a seco, pelo que não se perspetiva a criação de zonas alagadas associadas aos resíduos de extração. Contudo, no caso da exploração das cortas haverá necessidade de rebaixar o nível freático para permitir o desenvolvimento dos trabalhos mineiros, o qual será feito com recurso a furos verticais de drenagem de águas, conforme definido no capítulo 6.2 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

Com o final da exploração em cada corta, os furos deixarão de estar ativos, resultando, no caso das cortas não aterradas (sem instalações de resíduos no seu interior), na formação de uma superfície de água com a cota do nível freático local habitual.

5.3.1.1.3.4.3 Free water management

BAT 20. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Vertical decant tower*
- b) *Decant well*
- c) *Decant chute or inclined decant*
- d) *Floating decant system*
- e) *Lowering the phreatic surface at closure and after-closure*
- f) *Minimum beach length*
- g) *Freeboard*
- h) *Large-dimension pipes*

- i) *Controlled overflows*
- j) *A spillway or open channel in natural ground*
- k) *Alternative discharge*
- l) *Second decant facilities*

Os resíduos de extração serão depositados a seco sem acumulação de água, pelo que esta medida não possui aplicação na Mina do Barroso.

5.3.1.1.3.5 Drainage systems

BAT 21. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Drainage systems for ponds and dams*
- b) *Drainage systems for heaps*

Apesar de não terem sido definidas quaisquer bacias para a deposição dos resíduos, uma vez que serão depositados a seco, toda a área da mina possuirá um sistema de drenagem própria, para encaminhamento das águas pluviais. Nas zonas mais problemáticas, foram definidas bacias de decantação, no sentido de minimizar o arrastamento de partículas finas para a rede de drenagem natural. Os sistemas de drenagem a adotar na área da mina encontram-se definidos no capítulo 6 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

5.3.1.1.3.6.1 Geotechnical analysis of the extractive waste deposition area (including the EWF)

BAT 22. *In order to help ensure the short-term and long-term structural stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Geotechnical analysis of dams and ponds*
- b) *Geotechnical analysis of heaps*

Os resíduos de extração serão depositados a seco, não tendo sido dimensionadas quaisquer bacias para o seu armazenamento, pelo que esta medida não possui aplicação na Mina do Barroso. Contudo, o dimensionamento das instalações de resíduos foi avaliado previamente, no sentido de definir os diversos aspetos geotécnicos, como os locais de implantação, ângulos de talude, altura das bancadas e largura dos patamares. Essa avaliação consta nos capítulos 4.3.2. ao 4.8.8 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

5.3.1.1.3.6.2 Monitoring of the physical stability of the extractive waste deposition area (including the EWF)

BAT 23. *BAT is to monitor the physical stability of the extractive waste deposition area (including the EWF) as follows:*

Monitoring of the physical stability of the extractive waste deposition area (including the EWF)

Esta medida encontra-se contemplada no Projeto, onde uma parte dos resíduos de extração será aplicada no preenchimento dos vazios de escavação, que terá impactes positivos na estabilidade desses materiais, na fase de deposição, e contribuirá para a estabilização geomecânica das escavações, onde ocorrerá essa deposição. Nas zonas onde não existirá preenchimento dos vazios de escavação, está garantida a estabilidade da escavação pela configuração definida para as bancadas e patamares que asseguram a estabilização a longo prazo e pelas medidas de recuperação paisagística proposta, onde a vegetação irá desempenhar um papel adicional na fixação dos solos.

No caso das instalações de resíduos a criar fora dos vazios de escavação, refere-se que foram dimensionadas previamente, no sentido de definir os diversos aspetos geotécnicos, como os locais de implantação, ângulos e talude, altura das bancadas e largura dos patamares, estando assegurada a sua estabilidade a longo prazo. Essa avaliação consta nos capítulos 4.3.2. ao 4.8.8 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

BAT 24. *In order to support the monitoring of the physical stability of the extractive waste deposition area (including the EWF), BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Conformance checks (with or without third party)*
- b) *Internal audits*
- c) *External audits*

A Savannah irá implementar essas medidas na fase de exploração e desativação da Mina do Barroso.

5.3.1.1.4.1 Containment of extractive waste in underground extractive waste deposition areas

BAT 25. *In order to help ensure the appropriate containment of extractive waste from oil and gas exploration and production underground, BAT is to use the following technique:*

Closure of the access to the underground extractive waste deposition area

O projeto da Mina do Barroso não se enquadra nesta categoria de exploração, pelo que esta medida não possui aplicação.

5.3.1.1.4.2 Monitoring of the fracture propagation and induced seismicity in the underground extractive waste deposition area

BAT 26. *BAT is to monitor the fracture propagation and induced seismicity in the underground extractive waste deposition area, resulting from pressure injection operations in oil and gas exploration and production, as follows:*

Monitoring of the fracture propagation and induced seismicity resulting from pressure injection operations in oil and gas exploration and production

O projeto da Mina do Barroso não se enquadra nesta categoria de exploração, pelo que esta medida não possui aplicação.

5.3.2.1.1 Solid/liquid control of extractive waste

BAT 27. *In order to help ensure the physical stability of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Mechanical screening*
- b) *Thickening and clarifying*
- c) *Dewatering by means of a pressure gradient or a centrifugal force*

Esta medida terá aplicação exclusiva aos resíduos de extração a produzir na lavaria (rejeitados) e será implementada na fase de exploração. O Projeto já contempla estas medidas para essa tipologia de resíduos de extração, uma vez que a sua produção na lavaria será na forma líquida e que se pretende que a deposição nas instalações de resíduos seja feita a seco. Por esse facto, haverá uma operação prévia de secagem desses resíduos, para retirada da água intersticial, a qual é reintroduzida novamente na operação da lavaria. Deste modo, será assegurado que os resíduos serão depositados a seco (com humidade de cerca de 15 % do peso). Essa operação de deposição a seco encontra-se definida no capítulo 4.4 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

A redução do excesso de água, quer nos produtos da mina (concentrado de espodumena e subprodutos) quer nos resíduos de extração da lavaria (rejeitados), será uma operação contemplada na operação de beneficiação e que consta nos capítulos 5.2.9 a 5.2.11 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

5.3.2.1.2 Stabilisation of extractive waste for placing back into excavation voids

BAT 28. *In order to help ensure the physical stability of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Preparing cemented coarse extractive waste to be placed back into excavation voids*
- b) *Preparing extractive waste slurry (uncemented and cemented) to be hydraulically placed back into excavation voids*
- c) *Preparing paste extractive waste to be placed back into excavation voids*

Os resíduos de extração a produzir nas diferentes operações da Mina do Barroso terão como destino o preenchimento dos vazios de escavação, complementada com a deposição em instalações de resíduos. Os resíduos de extração serão depositados à medida que serão produzidos e encaminhados para as áreas em fase de modelação topográfica. No caso dos resíduos a produzir na lavaria (rejeitados), que terão como destino exclusivo a instalação de resíduos a criar junto à lavaria, haverá o cuidado de efetuar a deposição em concomitância com os estêreis a produzir nas frentes de desmonte, no sentido de criar uma mistura entre materiais de diferentes granulometrias, o que irá incrementar a estabilidade a longo prazo.

Os rejeitados serão depositados a seco na instalação de resíduos, no sentido de permitir uma melhor mistura com os estêreis. No capítulo 5.2.11 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto define-se a forma como os rejeitados serão secos. No capítulo 4.4 e 4.6 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto pormenoriza-se a forma como os resíduos de extração serão depositados.

5.3.2.1.3 Compaction, consolidation and deposition of extractive waste

BAT 29. *In order to help ensure the physical stability of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Thickened/ paste extractive waste subaerial deposition*
- b) *Wet or dry filter cake deposition (or dry stacking)*
- c) *Placing extractive waste back into excavation voids*
- d) *Mud farming*
- e) *Co-disposal of fine and coarse fractions of extractive waste*

Estas medidas serão aplicadas na fase de exploração aquando da deposição dos resíduos, quer nos vazios de escavação quer nas instalações de resíduos e encontram-se definidas no Projeto.

No caso dos resíduos de extração produzidos na lavaria (rejeitados) haverá uma preparação prévia, no sentido de permitir a sua deposição a seco. Haverá também o cuidado de efetuar a deposição em concomitância com os estêreis a produzir nas frentes de desmonte, no sentido de criar uma mistura entre materiais de diferentes granulometrias, o que irá incrementar a estabilidade a longo prazo.

No capítulo 5.2.11 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto define-se a forma como os rejeitados serão secos. No capítulo 4.4 e 4.6 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto pormenoriza-se a forma como os resíduos de extração serão depositados.

5.3.2.2.1 Prevention or minimisation of pollutant leaching

BAT 30. *In order to help ensure the chemical stability of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Reduction of extractive waste alkalinity*

b) *Compaction, consolidation and deposition of extractive waste*

c) *Progressive rehabilitation*

d) *Temporary covers*

As medidas definidas para a gestão dos resíduos de extração foram as seguintes:

- Garantir a estabilidade a longo prazo das instalações de resíduos;
- Executar as operações de recuperação paisagística à medida que as instalações de resíduos vão evoluindo;
- Controlar a rede de drenagem, evitando o arrastamento de partículas finas para o exterior;
- Garantia da deposição dos resíduos de extração de forma confinada e restrita aos locais definidos para o efeito;
- Reduzir a afetação na qualidade das águas;
- Garantir a estabilização dos resíduos depositados e evitar a sua erosão;
- Realizar a compactação dos resíduos depositados com recurso à passagem dos equipamentos, reduzindo o potencial de infiltração das águas.

Os resíduos a produzir na Mina do Barroso são classificados como inertes, o que constitui um risco ambiental muito baixo. Apesar disso, foram definidas várias medidas com o objetivo de minimizar os impactos associados à sua deposição, quer no preenchimento dos vazios de escavação quer nas instalações de resíduos.

No caso dos resíduos a produzir na lavaria (rejeitados), serão alvo de uma cobertura permanente resistente à erosão e que facilita o desenvolvimento da vegetação.

O sistema de drenagem previsto instalar na área da mina, incluindo as instalações de resíduos, irá minimizar a infiltração nos resíduos e permitir o encaminhamento correto das águas e tratamento se necessário, antes da sua reutilização ou encaminhamento para o sistema de drenagem natural. Será assim possível evitar o arrastamento de partículas finas para o exterior e garantir a qualidade das águas.

As principais medidas previstas na operação a desenvolver na Mina do Barroso e que permitem garantir a qualidade das águas são as seguintes:

- Deposição a seco dos resíduos a produzir na lavaria, através de uma operação prévia de secagem como condição à sua deposição na instalação de resíduos;
- Manutenção dos sistemas de drenagem em todas as fases do projeto, inclusivamente após os trabalhos de recuperação paisagística;

- Selagem contínua das instalações de resíduos, reduzindo a capacidade de infiltração da água nos resíduos;
- Sistema de tratamento das águas para reutilização nas operações de mina e como condição prévia à sua devolução ao sistema de drenagem natural.

A deposição dos resíduos de extração será realizada por fases, pelo que será possível proceder à reabilitação paisagística das instalações de resíduos durante a fase de exploração. Esse faseamento encontra-se definido no Projeto.

5.3.2.2.2 Prevention or minimisation of Acid Rock Drainage (ARD)

BAT 31. *In order to help ensure the chemical stability of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- ARD management system*
- Segregation of PAG and NAG extractive waste by sorting and selective handling/ deposition*
- Desulphurisation*
- Blending with buffering materials*
- Impermeable natural soil basal structure*
- Impermeable artificial basal structure*
- Progressive rehabilitation*
- Temporary covers*
- Impermeable and low-flux dry covers*
- Oxygen consuming dry covers*
- Free water covers*
- Wet covers*

Os testes laboratoriais preliminares de amostras permitem estabelecer que os resíduos de extração (estéreis e rejeitados) serão inertes e a infiltração e o escoamento das chuvas em cortas, instalações de resíduos e áreas de acesso não afetarão a água de escorrência com elementos ambientalmente nocivos, pelo que não se perspetiva que a exploração da Mina do Barroso venha a gerar águas ácidas. A caracterização geoquímica dos resíduos é apresentada no capítulo 4.3.1 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

Apesar disso o Projeto contempla a instalação de sistema de drenagem que visam a recolha das águas pluviais para reutilização nas várias operações a desenvolver na área da mina, mas também evitar

alterações significativas na qualidade das águas, principalmente evitar o arrastamento de partículas finas para o sistema de drenagem natural. A gestão da água no sistema de drenagem é apresentada no capítulo 6 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

Refere-se ainda que os testes realizados às amostras dos resíduos de extração revelaram a presença isolada de pirite nos xistos, com uma quantidade de pirite de 0,1% ou inferior, sendo provavelmente classificado como Não Gerador de Ácido (NAF). Apesar disso, durante a fase de exploração, serão realizadas análises aos resíduos de extração produzidos, no sentido de avaliar, de forma contínua, a identificação de minerais com Potencial de Geração de Ácido (PAF), previamente à realização da escavação.

Caso se venham a identificar materiais classificados como PAF, estes serão encapsulados com materiais de baixa permeabilidade, classificados como NAF, no sentido de reduzir a oxidação por limitação da entrada de oxigénio nessa mistura. Essas células serão formadas por resíduos de extração classificados como NAF em locais delineados para o efeito, de forma a garantir a sua estrutura confinada, sem que seja danificada durante o processo de deposição dos resíduos de extração. De forma a encapsular essas células, será colocada uma camada de material de baixa permeabilidade, classificado como NAF. A camada de cobertura será moldada e compactada para liberar a água e reduzir a infiltração.

Com esta metodologia, será possível encapsular os materiais que eventualmente venham a ser classificados com o PAF, antes que iniciem o processo de oxidação. A localização das células será devidamente registada e acompanhado o desempenho da célula de encapsulamento e as condições dos resíduos de extração classificados como PAF.

5.3.2.2.3 Prevention or minimisation of self-ignition of extractive waste

BAT 32. *In order to help ensure the chemical stability of extractive waste, BAT is to reduce the combustible matter content, to compact the extractive waste using appropriate mechanical equipment and/or to carry out landscaping and geomorphic reclamation (see BAT 42.d).*

Não aplicável à Mina do Barroso, uma vez que não se prevê que os resíduos de extração sejam combustíveis.

5.3.2.3.1 Reduction of the cyanide concentration in ponds

BAT 33. *In order to help reduce the cyanide concentration in ponds, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Cyanide destruction using SO₂/air*
- b) *Cyanide destruction using hydrogen peroxide*
- c) *Application of safety measures for cyanide destruction*

Esta medida não possui aplicação na Mina do Barroso, uma vez que não serão utilizados cianetos.

5.3.2.3.2 Reduction of hydrocarbon concentrations in drilling extractive wastes

BAT 34. *In order to help reduce hydrocarbon concentrations in drilling extractive wastes, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Thermal desorption*
- b) *Mechanical cuttings dryer*
- c) *In-vessel composting*

Esta medida não possui aplicação na Mina do Barroso, uma vez que não serão utilizados hidrocarbonetos na gestão dos resíduos de extração.

5.4 Risk-specific BAT Conclusions for the prevention or minimisation of water status deterioration, air and soil pollution

5.4.1 Prevention or minimisation of groundwater status deterioration and soil pollution

5.4.1.1 Basal structures and physical barriers

BAT 35. *In order to prevent or minimise groundwater status deterioration and soil pollution, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Impermeable natural soil basal structure*
- b) *Impermeable artificial basal structure*
- c) *Seepage barriers*

Os resíduos a produzir na Mina do Barroso são classificados como inertes nos termos alínea x) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, pelo que esta medida não possui aplicação. A caracterização dos resíduos de extração é apresentada no capítulo 4 da Parte III (Plano de Gestão de Resíduos) do Projeto.

BAT 36. *In order to prevent or minimise groundwater status deterioration and soil pollution, BAT is to use the following techniques:*

- a) *Lining the surface for temporary storage of drilling muds and other extractive wastes*
- b) *Temporary storage of drilling muds and other extractive wastes in containers /tanks*

Esta medida não possui aplicação na Mina do Barroso, uma vez que não serão produzidas lamas de perfuração.

5.4.1.2 *Water streams management*

BAT 37. *In order to prevent or minimise groundwater status deterioration and soil pollution, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Diversion of water run-off systems*
- b) *Drainage systems for ponds and dams*
- c) *Drainage systems for heaps*
- d) *Landscaping and geomorphic reclamation*

Estas medidas possuem aplicação na fase de exploração e desativação da Mina do Barroso e encontram-se definidas no Projeto.

A gestão da água será um dos aspetos fundamentais a desenvolver na exploração da Mina do Barroso, quer pela afetação de linhas de água e interferência com a qualidade das águas quer pela necessidade de água que a mina terá nas diversas operações. Por esse facto, foi definido um sistema de drenagem na área da mina que inclui cortas, lavaria, instalações de resíduos e acessos, no sentido de acautelar a qualidade das águas e o fornecimento de água à mina. A gestão da água no sistema de drenagem é apresentada no capítulo 6 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

5.4.1.3 *Covering*

BAT 38. *In order to prevent or minimise groundwater status deterioration and soil pollution, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Progressive rehabilitation*
- b) *Temporary covers*
- c) *Vegetative covers*
- d) *Permeable dry covers*
- e) *Impermeable and low-flux dry covers*
- f) *Oxygen-consuming dry covers*
- g) *Free water covers*
- h) *Wet covers*

A reabilitação paisagística da área da mina será realizada durante a fase de exploração e de acordo com o faseamento definido no Projeto. Deste modo, está garantida a aplicação destas medidas, uma vez que haverá implementação do Plano de Recuperação Paisagística no decorrer das operações de lavra e deposição dos resíduos de extração.

5.4.1.4 Groundwater and soil pollution remediation

BAT 39. *In order to minimise groundwater status deterioration and soil pollution, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Permeable Reactive Barriers (PRBs)*
- b) *Phyto technologies*

Os resíduos a produzir na Mina do Barroso são classificados como inertes nos termos alínea x) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, pelo que esta medida não possui aplicação.

5.4.1.5 Monitoring of emissions to soil and groundwater

BAT 40. *BAT is to monitor emissions to soil and groundwater as follows:*

Monitoring of emissions to soil and groundwater

O Plano de Monitorização proposto no Relatório Síntese contempla a monitorização dos fatores ambientais Solos (Parte V, Cap. 1.3.7), Recursos Hídricos Subterrâneos (Parte V, Cap. 1.3.2) e Qualidade das Águas (Parte V, Cap. 1.3.3). Todos estes fatores serão monitorizados nas fases de exploração e desativação da mina.

Nestes capítulos são apresentados os Objetivos, os Parâmetros a monitorizar, os Locais de amostragem, leitura ou observação, as Técnicas, métodos analíticos e equipamentos necessários, a Frequência de amostragem, leitura ou observação, a Duração do programa, os Critérios de avaliação de desempenho, as Causas prováveis do desvio e as Medidas de gestão ambiental a adotar em caso de desvio.

No caso dos Solos, é de destacar a atenção dedicada à identificação de contaminantes, como óleos, lixos e hidrocarbonetos de petróleo, entre outros, que serão alvo de avaliação em duas campanhas anuais durante as fases de exploração e desativação da Mina.

Ao nível dos Recursos Hídricos Subterrâneos, serão avaliados os níveis freáticos e os caudais (todos os meses), recorrendo-se para os primeiros a uma rede de piezómetros já construídos (13) e a construir (10), e para os caudais a um conjunto de 6 pontos de água utilizados para abastecimento público.

No que se refere à Qualidade das Águas, está planeada a realização de uma extensa bateria de análises, com periodicidade semestral, envolvendo águas superficiais, no rio Covas, e águas subterrâneas em piezómetros e pontos de água utilizados para abastecimento público.

BAT 41. *In order to support the monitoring of the emissions to soil and groundwater, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Leakage detection systems underneath an impermeable basal structure*
- b) *Seepage detection systems underneath permeable basal structures*

- c) *Control wells*
- d) *Leakage detection systems for the temporary storage of drilling muds and other extractive wastes from oil and gas exploration and production*

O Plano de Monitorização referido para a BAT 40 (no ponto anterior) irá permitir a aplicação destas medidas, uma vez que serão despistadas eventuais contaminações de solos e águas.

5.4.2.1 Prevention or minimisation of EWIW generation

BAT 42. *In order to prevent or minimise surface water status deterioration, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Re-use or recycle the excess water in the extraction, mineral processing and/or extractive waste management*
- b) *Diversion of water run-off systems during operation*
- c) *Covering*
- d) *Landscaping and geomorphic reclamation*
- e) *To use reagents or chemicals with a low environmental impact*

Estas medidas possuem aplicação na fase de exploração e desativação da Mina do Barroso e encontram-se definidas no Projeto.

A gestão da água será um dos aspetos fundamentais a desenvolver na exploração da Mina do Barroso, quer pela afetação de linhas de água e interferência com a qualidade das águas quer pela necessidade de água que a mina terá nas diversas operações. Por esse facto, foi definido um sistema de drenagem na área da mina que inclui cortas, lavaria, instalações de resíduos e acessos, no sentido de acautelar a qualidade das águas e o fornecimento de água à mina. A gestão da água no sistema de drenagem é apresentada no capítulo 6 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

A reabilitação paisagística da área da mina será realizada durante a fase de exploração e de acordo com o faseamento definido no Projeto. Deste modo, está garantida a aplicação destas medidas, uma vez que haverá implementação do Plano de Recuperação Paisagística no decorrer das operações de lavra e deposição dos resíduos de extração.

A seleção dos reagentes a utilizar no processo de flutuação a realizar na lavaria teve em consideração os impactes ambientais associados e, principalmente, a redução da sua utilização, privilegiando a utilização de processos físicos na concentração da espodumena. No desenho do fluxograma do processamento da espodumena e da lavaria foram considerados os seguintes aspetos, no que aos reagentes diz respeito:

- Uso do maior número possível de processos físicos de separação para minimizar a aplicação de reagentes no processo de concentração;

- Utilização de reagentes não tóxicos, orgânicos ou que possam ser neutralizados como parte do processamento interno da unidade para a produção de rejeitados inertes;

As fichas de dados de segurança dos reagentes a utilizar na lavaria constam no Anexo II-24 do Projeto.

5.4.2.2.1 Drainage of EWIW

BAT 43. *In order to prevent or minimise surface water status deterioration, BAT is to use the following technique:*

Drained EWIW collection and handling

A gestão da água será fundamental na exploração da Mina do Barroso, quer pela necessidade de garantir a qualidade das águas quer pela necessidade de assegurar o fornecimento de água às diversas operações a desenvolver na mina. Por esse facto, encontra-se definido um sistema de drenagem para toda a área da mina que irá minimizar os impactes associados à qualidade das águas. Esse sistema de drenagem encontra-se definido no capítulo 6 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

O tratamento da água será um aspeto fundamental para a reutilização da água nas diversas operações a desenvolver na mina. Está previsto o tratamento das águas, no sentido de permitir a sua reutilização e evitar o consumo excessivo desse recurso natural, evitando a sua delapidação. O tratamento da água encontra-se definido no capítulo 5.3 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

BAT 44. *In order to prevent or minimise surface water status deterioration, BAT is to use the following technique:*

Collection and off-site treatment of EWIW

O tratamento das águas está previsto ocorrer no interior da mina e será fundamental para a reutilização da água nas diversas operações a desenvolver na mina. Está previsto o tratamento das águas, no sentido de permitir a sua reutilização e evitar o consumo excessivo desse recurso natural, evitando a sua delapidação. O tratamento da água encontra-se definido no capítulo 5.3 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

5.4.2.2.2 Removal of suspended solids or suspended liquid particles

BAT 45. *In order to prevent or minimise surface water status deterioration, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) Gravity separation in settling ponds*
- b) Clarification in tanks*
- c) Coagulation and flocculation*
- d) Air flotation*
- e) Media filtration*

f) *Membrane filtration for suspended particles*

g) *Hydro-cycloning*

O tratamento das águas está previsto ocorrer no interior da mina e será fundamental para a reutilização da água nas diversas operações a desenvolver na mina. Está previsto o tratamento das águas, no sentido de permitir a sua reutilização e evitar o consumo excessivo desse recurso natural, evitando a sua delapidação. O tratamento da água encontra-se definido no capítulo 5.3 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

A água dos sistemas de drenagem será encaminhada para bacias de decantação, onde se procederá à decantação de materiais finos, evitando o arrastamento de partículas finas para a rede de drenagem natural e permitindo a sua reutilização nas várias operações a desenvolver na mina. A filtração da água é o processo de limpeza da água de escorrência, no qual a qualidade da água é melhorada para atender aos critérios de descarga. A limpeza funciona através da decantação gravítica das partículas de sedimentos no interior das bacias de decantação. A eficácia do processo está relacionada com os tempos de retenção da água nestas bacias de decantação.

O tratamento da água na lavaria da Mina do Barroso é realizado utilizando 3 unidades de osmose inversa (OI) em contentor. A osmose inversa é um tipo especial de filtração que utiliza uma membrana fina e semipermeável, com poros pequenos o suficiente para passar água pura, enquanto rejeita moléculas maiores, tais como sais dissolvidos.

5.4.2.2.3 Removal of dissolved substances

BAT 46. *In order to prevent or minimise surface water status deterioration, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Aeration and active chemical oxidation*
- b) *Active aerobic biological oxidation*
- c) *Aerobic wetlands*
- d) *Anaerobic wetlands*
- e) *Anoxic BioChemical Reactors (BCRs)*
- f) *Hydroxide and carbonate precipitation*
- g) *Sulphide precipitation*
- h) *Co-precipitation with chloride or sulphate metal salts*
- i) *Adsorption*
- j) *Ion exchange*

k) *Nanofiltration*

l) *Reverse osmosis*

O tratamento das águas está previsto ocorrer no interior da mina e será fundamental para a reutilização da água nas diversas operações a desenvolver na mina. Está previsto o tratamento das águas, no sentido de permitir a sua reutilização e evitar o consumo excessivo desse recurso natural, evitando a sua delapidação. O tratamento da água encontra-se definido no capítulo 5.3 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

O tratamento da água na lavaria da Mina do Barroso é realizado utilizando 3 unidades de osmose inversa (OI) em contentor. A osmose inversa é um tipo especial de filtragem que utiliza uma membrana fina e semipermeável, com poros pequenos o suficiente para passar água pura, enquanto rejeita moléculas maiores, tais como sais dissolvidos.

5.4.2.2.4 Neutralisation of EWIW prior to discharge

BAT 47. *In order to prevent or minimise surface water status deterioration, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Active neutralisation*
- b) *Oxic Limestone Drains (OLDs)/Open Limestone Channels (OLCs)*
- c) *Anoxic Limestone Drains (ALDs)*
- d) *Successive Alkalinity-Producing Systems (SAPS)*
- e) *Anaerobic wetlands*

O tratamento das águas está previsto ocorrer no interior da mina e será fundamental para a reutilização da água nas diversas operações a desenvolver na mina. Está previsto o tratamento das águas, no sentido de permitir a sua reutilização e evitar o consumo excessivo desse recurso natural, evitando a sua delapidação. O tratamento da água encontra-se definido no capítulo 5.3 da Parte II (Plano de Lavra) do Projeto.

5.4.2.2.5 Monitoring of emissions to surface water

BAT 48. *BAT is to monitor emissions to surface water as follows:*

Monitoring of emissions to surface water

O capítulo 1.3.1. do Plano de Monitorização apresenta a avaliação proposta para os Recursos Hídricos Superficiais. Neste ponto é definida a monitorização dos caudais do rio Covas, com periodicidade trimestral, abrangendo as fases de construção, exploração e desativação.

Ao nível da Qualidade das Águas (Parte V, Cap. 1.3.3), são propostas análises com periodicidade semestral no rio Covas.

5.4.3.1 Prevention or minimisation of dusting from exposed surfaces of extractive waste

BAT 49. *In order to prevent or minimise air pollution, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Water or water-based solutions spraying*
- b) *Wind protection systems*
- c) *Landscaping and geomorphic reclamation*
- d) *Progressive rehabilitation*
- e) *Temporary covers*
- f) *Vegetative covers*
- g) *Permeable dry covers*
- h) *Impermeable dry covers*
- i) *Free water covers*
- j) *Wet covers*

O controlo das partículas em suspensão geradas nas instalações de resíduos é consubstanciado através de duas medidas principais: a recuperação paisagística rápida e concomitante com a deposição, e a rega dos acessos e locais de deposição.

Conforme está previsto no Projeto, de forma a reduzir as emissões de partículas geradas pela circulação de veículos da mina, existirão sistemas de aspersão de água, nomeadamente através de aspersores fixos rotativos e camiões cisterna. No caso das zonas de deposição de resíduos, serão utilizados camiões cisterna de forma a incidirem nos locais de circulação e deposição (BAT 49a).

A recuperação paisagística prevista permitirá fixar os solos e constituir uma barreira aos ventos de forma a reduzir a superfície exposta das escombrelas (BAT 49 c d). O faseamento preconizado para a recuperação paisagística das cortas e instalações de resíduos, com uma intervenção no menor tempo possível, permite reduzir o período de exposição das frentes e taludes.

Atendendo à morfologia dos terrenos e dimensão das instalações de resíduos, não se afigura viável a utilização de coberturas permeáveis ou impermeáveis.

5.4.3.2 Prevention or minimisation of dusting from extractive waste handling and transport

BAT 50. *In order to prevent or minimise air pollution, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Continuous working systems*

- b) *Organisational techniques*
- c) *Water or water-based solutions spraying*

As instalações de resíduos desta mina foram projetadas de forma a minimizar as distâncias entre a origem e o destino dos resíduos mineiros (BAT 50 b). Desta forma, as instalações de resíduos estão localizadas a distâncias reduzidas das cortas onde são gerados os resíduos e, analogamente, a instalação de resíduos que acolhe os rejeitados fica nas imediações da Lavaria onde são gerados.

O manuseamento e transporte do rejeitado é parcialmente realizado por correias transportadoras (BAT 50 a), na lavaria, estando toda a instalação blindada.

Nos trajetos realizados por camiões (*dumpers*) transportando resíduos mineiros (estéreis ou rejeitados), os acessos são regularmente regados de forma a produzir o mínimo de poeiras (BAT 50 c).

5.4.3.3 Prevention or minimisation of emissions of VOCs and other potential air pollutants from drilling muds and other extractive wastes from oil and gas exploration and production

BAT 51. *In order to prevent or minimise air pollution, BAT is to use the following techniques:*

- a) *Reduced emissions completions (RECs)*
- b) *Temporary storage and transport in closed systems followed by off-site treatment and/or disposal*

O projeto da Mina do Barroso não se enquadra nesta categoria de exploração, pelo que esta medida não possui aplicação.

5.4.3.4 Monitoring of emissions to air

BAT 52. *BAT is to monitor emissions to air as follows:*

Monitoring of emissions to air

O capítulo 1.3.4. do Plano de Monitorização preconiza as ações para avaliação sistemática da qualidade do ar, concretamente das partículas em suspensão (PM₁₀ [µg/m³]). A periodicidade proposta varia, em função dos resultados obtidos, sendo anual caso exista algum desvio aos limites legais e de 5 em 5 anos caso as medições estejam dentro dos limites estabelecidos.

Dependendo dos resultados obtidos, poderão ser reforçados os sistemas de aspersão de acessos, redução das velocidades de circulação ou outros que se revelem adequados.

5.5 Other risk-specific BAT Conclusions

5.5.1 Prevention or minimisation of any other adverse effects on human health, flora and fauna

5.5.1.1 Prevention or minimisation of noise emissions from the management of extractive waste

BAT 53. *In order to prevent or minimise noise emissions from the management of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Noise barriers*
- b) *Continuous working systems*
- c) *Landscaping and geomorphic reclamation*

O Plano de Monitorização proposto no EIA contempla a monitorização do fator ambiental Ambiente Sonoro (Parte V, Cap. 1.3.5), a realizar nas fases de exploração e desativação da mina.

Será assim avaliado o ruído ambiente nos recetores sensíveis localizados nas proximidades da área da mina, com uma periodicidade anual. Caso se verifique incumprimento relativamente ao desempenho previsto, serão adotadas um conjunto de medidas técnicas, acústicas, organizacionais e gerais que se encontram definidas nesse Plano de Monitorização.

Acresce ainda referir que na fase prévia à instalação do projeto, serão plantadas em locais estratégicos e previamente planeados tendo em consideração a bacia visual do projeto, cortinas arbóreas densas e multiespecíficas como medida de minimização dos impactes ambientais, nomeadamente o nível visual e do ruído.

De forma a aumentar a altura da barreira visual, um dos cenários propostos prevê a constituição de cordões de terras com os materiais de aterro provenientes da abertura dos acessos mineiros. Estes irão ser instalados nos locais de intervenção com maiores impactes negativos potenciais, designadamente, a Norte da corta do Grandão, que serão revestidos com vegetação. Esta vegetação servirá, ao mesmo tempo, de reforço às barreiras visuais criadas com árvores e arbustos de elevado porte e densidade vegetativa. Esta medida é bastante importante para minimizar a relevância e perceção visual das infraestruturas mineiras a partir da envolvente, incluindo a minimização do ruído, sobretudo nos locais onde se encontram os principais recetores sensíveis.

5.5.1.2 Prevention or minimisation of odour emissions from the management of extractive waste

BAT 54. *In order to prevent or minimise odour emissions from the management of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Progressive rehabilitation*
- b) *Temporary covers*
- c) *Vegetative covers*

- d) *Permeable dry covers*
- e) *Impermeable dry covers*
- f) *Free water covers*
- g) *Wet covers*

Não se perspetiva que os resíduos de extração gerados pela atividade desta mina venham a gerar quaisquer odores. De facto, tratando-se de materiais silicatados, com muito reduzida acidez, e aos quais não são adicionados aditivos ou reagentes com odor, não é expectável que existam problemas neste fator.

As medidas a ser implementadas, caso existisse esse problema, serão ainda assim executadas no âmbito da recuperação paisagística das instalações de resíduos, designadamente a revegetação imediata dos locais libertados (sem atividade).

5.5.1.3 Prevention or minimisation of visual and footprint impacts from the management of extractive waste

BAT 55. *In order to prevent or minimise visual and footprint impacts from the management of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Prevention of extractive waste generation*
- b) *Solid/liquid control of extractive waste*
- c) *Compaction, consolidation and deposition of extractive waste*
- d) *Landscaping and geomorphic reclamation*

A principal medida de minimização dos impactes ambientais que irão resultar da exploração da Mina do Barroso será a implementação gradual do Plano de Recuperação Paisagística (Parte V do Projeto). Deste modo, estará assegurada a minimização dos impactes paisagísticos que irão resultar da criação das cortas e das instalações de resíduos, com impactes positivos sobre a generalidade dos restantes fatores ambientais, nomeadamente qualidade do ar, ambiente sonoro, flora e fauna.

Esse Plano será implementado de forma gradual, em concomitância com as operações de lavra e deposição dos resíduos de extração, o que irá constituir uma medida significativa dos impactes da atividade mineira.

De referir ainda que na fase prévia à instalação do projeto, serão plantadas em locais estratégicos e previamente planeados tendo em consideração a bacia visual do projeto, cortinas arbóreas densas e multiespecíficas como medida de minimização dos impactes ambientais, nomeadamente o nível visual e do ruído. Essas cortinas arbóreas encontram-se definidas no capítulo 6.2 da Parte V (Plano de Recuperação Paisagística) do Projeto.

De forma a aumentar a altura da barreira visual, um dos cenários propostos prevê a constituição de cordões de terras com os materiais de aterro provenientes da abertura dos acessos mineiros. Estes irão ser instalados nos locais de intervenção com maiores impactes negativos potenciais, designadamente, a Norte da corta do Grandão, que serão revestidos com vegetação. Esta vegetação servirá, ao mesmo tempo, de reforço às barreiras visuais criadas com árvores e arbustos de elevado porte e densidade vegetativa. Esta medida é bastante importante para minimizar a relevância e perceção visual das infraestruturas mineiras a partir da envolvente, sobretudo nos locais onde se encontram os principais observadores sensíveis.

O impacte visual gerado pela constituição dos cordões de terras encontra-se salvaguardado, uma vez que, existirá sempre uma cortina arbórea a jusante que irá camuflar os trabalhos nas áreas intervencionadas, durante o tempo que durar essa operação.

Neste sentido, o projeto irá garantir que as primeiras operações no que diz respeito à introdução de estrutura verde na área de intervenção serão iniciadas ainda antes de começar a exploração mineira. Propõe-se a introdução de árvores de folha perene de dimensão suficiente para criar uma barreira arbórea densa, em que, pelo menos uma das linhas de árvores possua, no mínimo, 2 metros de altura. Pode depois plantar-se mais linhas com árvores e arbustos de folha caduca, de mais rápido crescimento, de forma a obter uma cortina vegetal densa e multiespecífica que mais rapidamente adquira uma maior densidade vegetal e, com isso, uma maior opacidade.

5.5.1.4 Minimisation of resource consumption from the management of extractive waste

BAT 56. *In order to prevent or minimise resource consumption from the management of extractive waste, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *Reduction of energy consumption*
- b) *Reduction of water consumption*
- c) *Reduction of reagents, auxiliary materials and feedstock consumption*

A redução do consumo de energia será realizada através da uma utilização eficiente dos equipamentos e constituirá uma das medidas fundamentais para a redução dos custos operacionais, pelo que serão estudadas as seguintes soluções:

- Criação de condições para o armazenamento de energias renováveis;
- Investigar a possibilidade de instalar painéis solares com armazenamento em baterias de lítio, numa produção livre de CO₂;
- Avaliar a utilização de equipamentos elétricos, tendo como fontes energias renováveis.

A redução do consumo de água será conseguida através da reutilização que a água terá nas várias operações a desenvolver na Mina do Barroso. As principais medidas a aplicar são as seguintes:

- Os resíduos a produzir na lavaria serão depositados nas instalações de resíduos a seco, o que implica uma operação de secagem e reutilização da água novamente no processo de flutuação;
- Desenvolvimento de um sistema de drenagem que permita a captação das águas pluviais que entram no perímetro da mina, permitindo a sua reutilização nas várias operações a desenvolver na Mina do Barroso, através das seguintes medidas:
 - Separação das águas periféricas das que entram no perímetro da mina;
 - Recolha das águas associadas à operação da mina, em acessos, junto à lavaria, cortas e instalações de resíduos;
 - Armazenamento e reutilização dessas águas nas operações da mina;
 - Sistema de tratamento de águas para reutilização de águas.
- Tratamento das águas para reutilização nas diversas operações da mina, evitando necessidades extra de água e consumos excessivos. Os tratamentos previstos incluem:
 - Bacias de decantação para sedimentação dos sólidos suspensos, para gestão da água que circula junto às cortas, instalações de resíduos, acessos e lavaria;
 - Tratamento de água a utilizar na lavaria;
 - Tratamento de água para consumo humano (água potável);
- Utilização de floculantes biodegradáveis e filtros de correia no processo de concentração, associados a um menor consumo de água.

O Projeto foi desenvolvido numa lógica de reaproveitamento de toda a água que circula na mina, procurando atingir os seguintes objetivos:

- Melhoria contínua no aproveitamento da água, reduzindo os custos de produção e as necessidades de água;
- Redução das descargas de água, privilegiando o seu armazenamento;
- Descargas de água para a rede de drenagem natural em situações de intensa pluviosidade e por manifesta incapacidade de reter a água nos vários pontos de armazenamento;
- Reduzir os impactes ambientais, principalmente ao nível dos recursos hídricos e qualidade das águas.

Um dos principais objetivos a atingir no processo de concentração da espodumena a realizar na lavaria será o menor consumo de projeto de reagentes e a minimização dos impactes associados a essa utilização. Para a redução no consumo de reagentes está prevista a remoção precoce da mica e outros minerais numa fase precoce do processo de concentração, apenas com recurso a métodos de separação

física, sem quaisquer reagentes. Essa remoção precoce irá diminuir a necessidade de reagentes na fase de flutuação, onde a sua presença será obrigatória.

Para além da redução do uso de reagentes no processo de concentração, também se procurou selecionar os reagentes com menores impactes ambientais associados ao processo.

5.5.1.5 Prevention or minimisation of impacts related to the management of extractive waste containing NORMs

BAT 57. *In order to prevent or minimise impacts related to management of extractive waste containing NORMs, BAT is to use one or a combination of techniques, appropriately selected from the following list:*

- a) *NORMs monitoring plan*
- b) *Sorting and selective handling of extractive waste*

O projeto da Mina do Barroso não se enquadra nesta categoria de exploração, não estando prevista a produção de materiais radioativos, pelo que esta medida não possui aplicação.

(Página intencionalmente deixada em branco)



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. CONCEÇÃO E JUSTIFICAÇÃO

O Plano de Gestão de Resíduos tem como principal função promover a gestão dos estéreis e dos rejeitados produzidos ao longo da exploração do depósito mineral, compatibilizando as tarefas de deposição com as atividades de lavra e de recuperação paisagística, de modo a promover, gradualmente, o enquadramento paisagístico, ambiental e de segurança da área intervencionada.

Este Plano de Gestão de Resíduos, juntamente com o Plano Lavra e o Plano de Recuperação Paisagística que lhe estão associados, irá permitir:

- Uma gestão racional do recurso geológico e da afetação de áreas, com a criação de tipologias de ocupação bem definidas, que evoluirão em sintonia com o Plano de Recuperação Paisagística;
- A revitalização e requalificação ambiental do espaço ocupado pela mina durante e após a exploração;
- A minimização dos impactes ambientais, através da adoção de medidas de prevenção na exploração.

A abordagem metodológica deste Plano de Gestão de Resíduos está em consonância com os restantes estudos desenvolvidos para a mina, em particular com o Plano de Lavra, e respeita o Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, que regulamenta a gestão dos resíduos resultantes da prospeção, extração, tratamento, transformação e armazenagem de recursos minerais.

No quadro seguinte apresentam-se as quantidades de resíduos mineiros a produzir na mina, em cada alternativa.

Quadro III.1 – Quantidades de resíduos mineiros a produzir na mina.

Resíduos Mineiros em cada Alternativa		Total	Ano											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alt. 1	Estéril [x10 ⁶ t]	83,79	2,80	12,53	5,16	7,82	7,80	8,19	8,46	7,34	9,16	7,63	5,89	1,01
	Rejeitado [x10 ⁶ t]	13,85	1,05	1,37	0,97	1,36	1,36	1,17	0,98	1,37	0,99	1,32	1,15	0,76
	TOTAL [x10 ⁶ t]	97,64	3,85	13,90	6,13	9,19	9,16	9,36	9,44	8,71	10,15	8,95	7,04	1,77
Alt. 2	Estéril [x10 ⁶ t]	83,66	11,53	5,97	7,88	6,00	5,80	8,22	7,51	8,85	8,25	8,50	4,93	0,23
	Rejeitado [x10 ⁶ t]	13,69	1,10	1,15	1,22	1,12	1,25	1,17	1,28	1,72	0,77	1,12	1,46	0,34
	TOTAL [x10 ⁶ t]	97,35	12,63	7,12	9,10	7,12	7,05	9,38	8,79	10,57	9,02	9,61	6,39	0,58
Alt. 3	Estéril [x10 ⁶ t]	83,79	11,53	5,97	7,88	6,00	5,80	8,22	7,51	10,32	6,67	6,01	5,78	2,12
	Rejeitado [x10 ⁶ t]	13,85	1,10	1,15	1,22	1,12	1,25	1,17	1,28	1,12	1,23	1,24	1,17	0,82
	TOTAL [x10 ⁶ t]	97,64	12,63	7,12	9,10	7,12	7,05	9,38	8,79	11,43	7,90	7,24	6,94	2,94

2. ENQUADRAMENTO

De acordo com o Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, são considerados resíduos inertes “o resíduo que, nos termos do disposto no anexo I do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante, reúne as seguintes características: i) Não é susceptível de sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas importantes; ii) Não é solúvel nem inflamável, nem tem qualquer outro tipo de reacção física ou química; iii) Não é biodegradável; iv) Não afecta negativamente outras substâncias com as quais entre em contacto de forma susceptível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana; v) Possui lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado insignificante; vi) Não põe em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas”.

Os resíduos de extração da mina (estéreis e rejeitados) irão integrar a recuperação paisagística das várias áreas de intervenção (reabilitação e modelação topográfica), ou seja, serão introduzidos, maioritariamente, nos vazios de escavação. Deste modo, o Plano de Gestão de Resíduos enquadra-se no artigo 40.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, e foi projetado de modo a cumprir os seguintes requisitos:

- Estabilidade dos resíduos de extração, nos termos do disposto na alínea d) do n.º1 do artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, com as necessárias adaptações;
- Evitar a poluição do solo, das águas superficiais e das águas subterrâneas, nos termos do disposto no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, com as necessárias adaptações;
- Garantir a monitorização dos resíduos de extração e dos vazios de escavação, nos termos dos n.º 3 a 5 do artigo 13.º Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, com as necessárias adaptações.

No entanto, em virtude de existirem escavações em profundidade que não permitem outra alternativa de gestão dos estéreis, serão criadas algumas instalações de resíduos nos termos do disposto na alínea i) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro. Tratando-se de instalações integradas na área da mina, o seu licenciamento enquadra-se no disposto no artigo 37.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, que constitui um regime especial de licenciamento.

Conforme definido no número 2, artigo 37.º, o Plano de Lavra inclui o projeto de construção, exploração e encerramento da instalação de resíduos, bem como o plano de gestão de resíduos, que serão aprovados em simultâneo com o Plano de Lavra.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO ENVOLVENTE

3.1. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A área de concessão da Mina do Barroso localiza-se na unidade geotectónica do NW Peninsular denominada Zona de Galiza Média Trás-os-Montes (ZGMTM)¹⁸. Trata-se de uma área que engloba fundamentalmente duas tipologias de formações geológicas: os granitóides hercínicos e os metassedimentos do Paleozóico inferior (datados do período Silúrico superior).

Os metassedimentos desta região correspondem maioritariamente ao parautóctone do subdomínio Peritransmontano¹⁹, existindo, também, unidades pertencentes ao autóctone e ao alóctone. Estas formações são correlacionáveis com os metassedimentos de Trás-os-Montes Oriental, que materializam uma sequência de carácter parautóctone pertencente à ZGMTM e sobreposta, pelo cavalgamento transmontano, às sequências autóctones do Domínio Douro Inferior da Zona Centro Ibérica²⁰. As rochas intrusivas são variadas, onde se destacam os filões de natureza básica (doleritos e lamprófiros), os filões aplitopegmatíticos e os filões de quartzo.

Os metassedimentos do Silúrico e os filões aplitopegmatíticos constituem as únicas formações geológicas existentes na área em estudo, constituindo as primeiras, o material estéril e as segundas o material com aproveitamento económico para a mina.

De acordo com a Folha 6-C da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, dos Serviços Geológicos de Portugal, as formações que ocorrem na área em estudo são as seguintes:

- S^c - Xistos pelíticos e metagrauvaques com intercalações de rochas calcossilicatadas, vulcanitos ácidos e raros liditos;
- S^b – Xistos pelíticos e quartzofilitos com intercalações de quartzitos, liditos, ampelitos e rochas calcossilicatadas;
- γ^{ap} – Aplitos e/ou pegmatitos

Em termos litológicos a formação S^c é relativamente monótona, sendo constituída por filitos, micaxistos e metaquartzovaques, com intercalações de rochas calcossilicatadas. As rochas carbonosas são menos abundantes que as rochas quartzo-albíticas (vulcanitos ácidos). As rochas calcossilicatadas ocorrem em níveis muito descontínuos e pouco espessos, apresentando um aspecto mosqueado, com ou sem granada, de cor cinzenta escura a azulada.

A formação S^b é constituída litologicamente por filitos e micaxistos intercalados com xistos negros, com abundantes níveis de quartzitos e quartzofilitos, com algumas intercalações de liditos e ampelitos e rochas calcossilicatadas. O carácter silicioso desta formação é evidenciado pela abundância de micaxistos

¹⁸ Ribeiro *et. al.* (1979).

¹⁹ A. Ribeiro (1974).

²⁰ *Idem.*

quartzosos, ricos em quartzo de exsudação. As rochas calcossilicatadas ocorrem em níveis descontínuos, de espessuras centimétricas, mas sempre intercalados nos micaxistos.

A formação γ^{ap} é constituída por aplitos e/ou pegmatitos graníticos em geral intimamente associados e constituindo filões com direções dominantes NNW-SSE, N-S a NE-SW e E-W a WNW-ESSE. A maioria destes filões estão relacionados espacial e geneticamente com os granitos sintectónicos de duas micas. Nesta formação encontram-se as principais mineralizações de estanho e lítio existentes na região do Barroso Alvão²¹, revelando a presença de filões aplitopegmatíticos com elevados teores em lítio.

3.2. HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

Segundo o Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água (DGRAH, 1981), a zona da Mina do Barroso insere-se na região hidrográfica nº 2, correspondente à bacia hidrográfica do rio Douro. Na envolvente, a linha de água principal é o rio Covas, afluente da margem direita do rio Beça, na bacia hidrográfica do rio Tâmega, que é um afluente da margem direita do rio Douro. Existem ainda dois afluentes na margem esquerda do rio Covas, nomeadamente o Corgo do Fojo e o Corgo dos Lamais e um afluente na margem direita designado por ribeiro do Couto. No Quadro III.2 indica-se a classificação decimal, a área da bacia hidrográfica e o comprimento dos cursos de água abrangidos e influenciados pelo estudo.

Quadro III.2 - Características dos principais cursos de água existentes na envolvente da mina.

Curso de água	Classificação decimal	Área da bacia hidrográfica [km ²]	Comprimento do curso de água [km]
Rio Covas	201 20 34 08	108,8	21,5
Ribeiro do Couto	201 20 34 08 02	64,6	5,5
Corgo do Fojo	201 20 34 08 01	3,8	3,8
Corgo dos Lamais	201 20 34 08 03	5,0	6,0

As características fisiográficas destas bacias hidrográficas, em conjugação com as da precipitação, induzem um regime hidrológico permanente, caracterizado por um caudal circulante significativo nos cursos de água principais.

Na rede hidrométrica nacional não existe nenhuma estação nas linhas de água abrangidas ou influenciadas pela mina. Embora exista uma estação hidrométrica geograficamente próxima da zona, Vale Giestoso (03K01) no rio Beça, verifica-se que a área dominada por essa estação (77 km²) é significativamente superior à das bacias em estudo. Segundo os registos de escoamentos disponíveis nesta estação (período 1957/58 a 1982/83) o escoamento médio anual é de 825 mm.

²¹ Farinha, J. A. L. B. e Lima, A. M. C. (2000).

Segundo os registos de precipitação no posto de Couto de Dornelas (04J02), no período 1952/53 a 1981/82, a precipitação média anual é de 1584 mm, em que cerca de 80% ocorre no período entre outubro e março.

De acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Douro na zona em estudo a precipitação média anual situa-se entre 1400 a 1600 mm, classe de valores onde se inserem os registos de precipitação do posto de Couto de Dornelas e da estação udométrica de Boticas e o escoamento médio anual na bacia hidrográfica do rio Tâmega, na qual se insere a área da mina é de 719 mm. Nas bacias hidrográficas da região também não existem dados de medições diretas de caudais máximos instantâneos que permitam estimar os caudais de ponta de cheia correspondentes a diversas probabilidades de ocorrência. Como tal, para estimar os caudais de cheia nas secções das bacias, para vários períodos de retorno, recorreu-se ao modelo cinemático do Soil Conservation Service (S.C.S).

Do ponto de vista hidrogeológico, considera-se a região em análise parte do Maciço Antigo Indiferenciado. Sobre as condições aquíferas das formações granitóides e xistentas do soco hercínico existe pouca bibliografia relevante publicada.

Os aquíferos associados aos afloramentos das formações metassedimentares paleozóicas são muito complexos e anisotrópicos, com circulação predominante de meio fraturado e relativamente independentes entre si, dependendo da interconectividade das fraturas e da permeabilidade dos blocos, considerada praticamente nula. O regime hidrológico é largamente influenciado pelas condições estruturais, topográficas e litológicas das formações atravessadas.

As principais unidades aquíferas presentes na região são os Metassedimentos do Paleozóico (xistos) e as formações Granitóides (Granitos, Filões e Corpos aplito-pegmatíticos). Apesar da escassez de dados, de acordo com dados publicados, verifica-se que os xistos apresentam alguma produtividade, entre os 20 e os 70 m de profundidade²². Os caudais são muito pequenos, da ordem de 0,30 l/s.

Para as formações granitóides, a primeira zona aquífera pode ocorrer aos 2,5 m de profundidade, verificando-se a intersecção de aquíferos até aos 60 m de profundidade. As produtividades observadas situam-se abaixo de 0,5 l/s²³.

Desta forma, considera-se que, em termos gerais, as formações presentes na região de implantação da área de estudo possuem baixa condutividade hidráulica e produtividades inferiores a 1 l/s por captação tubular unitária. Na camada mais superficial, onde é possível ocorrer material decomposto ou alterado (meteorizado), as formações comportam-se, aproximadamente, como um meio poroso com circulação inter-granular. Em profundidade predomina a circulação fissural, através de diaclases, fraturas, falhas, contacto litológico etc., até atingir o maciço rochoso são, que é praticamente impermeável

Sendo o relevo acentuado e os declives fortes, o escoamento superficial torna-se muito importante e conseqüentemente, o escoamento subterrâneo é reduzido. Nas formações geológicas em presença, a água apenas circula em zonas alteradas (meteorizadas), diaclases ou em estruturas de falha desde que não estejam preenchidas por material impermeável. Normalmente, é esta última situação que se revela mais produtiva.

²² Ribeiro *et al.* (2000).

²³ *Idem.*

4. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE ATERRO

4.1. ORIGEM

Durante o desenvolvimento de todas as áreas de exploração, o material não mineralizado será escavado, transportado e armazenado em instalações projetadas para armazenamento seguro, estável e de longo prazo. A mineralização de baixo teor também será transportada e colocada numa área de armazenamento adjacente à rocha não mineralizada. Este material de baixa qualidade pode ser reaproveitado se posteriormente o material se tornar economicamente viável, contribuindo para a redução na produção de resíduos de extração.

As rochas mineralizadas de alto teor, escavadas como parte da operação de exploração, serão processadas (britagem e moagem) gerando no final o concentrado vendável e um produto de rejeitados finos. Os rejeitados serão filtrados (desidratados), transportados e empilhados simultaneamente (misturados) com o estéril não mineralizado numa escombreira (perto da lavaria).

O estéril gerado pelas sondagens, detonação e remoção com equipamentos de exploração (escavadoras giratórias), normalmente incluem um produto de rocha grosseira e durável (100-1000 mm). O estéril estará seco (ou com um teor de humidade muito baixo) e com elevada resistência.

Os rejeitados serão predominantemente um silte arenoso de baixa plasticidade. Espera-se que o teor de humidade do produto rejeitado, controlado pelo processo de filtragem, seja classificado como húmido na descarga da lavaria, com um teor de humidade <15%.

Tanto parte do estéril como a totalidade dos rejeitados serão colocados simultaneamente na Escombreira Sul, formando um aterro geralmente homogéneo, para ajudar na estabilidade dessa escombreira. O desenvolvimento da escombreira será realizado continuamente, à medida que o estéril e os rejeitados forem gerados. O anexo III-1 apresenta um resumo das propriedades físicas dos estéreis e rejeitos e da forma como essas propriedades foram utilizadas para determinar os parâmetros de desenho das escombreiras

Devido às áreas limitadas disponíveis na atual área de concessão para o desenvolvimento das escombreiras, será adotado um plano detalhado de construção e preparação para garantir que as obras de terraplenagem sejam realizadas de maneira a que:

- Disponham de capacidade de armazenamento para estéril e rejeitados a qualquer momento.
- Reduzam a geração de sedimentos.
- Controlem o escoamento de água.
- Providenciem uma estrutura estável.

Os estéreis e rejeitados serão transportados para a zona de deposição ativa dentro da Escombreira Sul, onde a deposição, a dispersão, a classificação e a compactação serão realizados com o equipamento de movimentação de terras convencional (buldózers, niveladoras e cilindros compactadores). As atividades

de deposição serão monitorizadas continuamente para garantir que a colocação e a impermeabilização do material estejam de acordo com o plano de desenvolvimento da escombreira.

A gestão das águas superficiais, a impermeabilização e a geração de poeiras serão aspetos críticos da parte operacional das escombreiras. Durante as operações, serão tomadas as seguintes medidas para controlar o escoamento e a geração de sedimentos:

- Reabilitar continuamente as áreas perturbadas, reduzindo a carga de sedimentos.
- Reater sedimentos em aterros permanentes de controle de sedimentos.
- Certificar-se de que todo o material escavado, rejeitados e estéril sejam colocados de maneira controlada e projetada.
- Que as estruturas de gestão de águas superficiais sejam continuamente atualizadas e realinhadas para se adequar ao volume de escoamento e à geração de sedimentos.

4.2. NATUREZA

Os resíduos resultantes das atividades de extração podem classificar-se como “Resíduos de extração de minérios não metálicos”, com o código LER 01 01 02. Podem ainda ser produzidos na mina resíduos da Lavaria que se classificam como “Rejeitados e outros resíduos, resultantes da lavagem e limpeza de minérios”, com o código LER 01 04 12, “Gravilhas e fragmentos de rocha”, com o código LER 01 04 08, e “Poeiras e pós”, com o código LER 01 04 10.

É de referir que todos os materiais utilizados na modelação da área da mina são endógenos, ou seja, são unicamente provenientes das atividades extrativas da própria exploração. Estes materiais podem ser caracterizados como blocos de rocha, pedras e terras, e resultam diretamente das frentes de desmonte.

Os resíduos produzidos na mina têm a sua origem na rocha encaixante composta por metassedimentos do Silúrico (micaxistos e quartzofilitos) com solos de natureza xistenta (material resultante da erosão superficial das formações geológicas metassedimentares) e também por filões aplitopegmatíticos de natureza granítica que estão instalados nos xistos, de acordo com a caracterização geológica do maciço rochoso, considerando estes últimos como residuais, visto que o seu aproveitamento será quase total. Deve-se referir que os materiais aplitopegmatíticos, sendo materiais de composição mineralógica próxima dos granitóides, promovem a formação de minerais de composição argilosa (caulinite, illite, montemorilonite).

Assim, os resíduos a depositar podem ser considerados de natureza inerte nos termos da alínea x) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, uma vez que reúnem as seguintes características:

- Não são suscetíveis de sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas importantes;
- Não são solúveis nem inflamáveis, nem têm qualquer outro tipo de reação física ou química;
- Não afetam negativamente outras substâncias com as quais entrem em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana;

- Não são biodegradáveis;
- Possuem lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado insignificante;
- Não põe em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas.

Conforme referido no número 2, do Anexo I, do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de Fevereiro, com base em informação existente, os resíduos produzidos na mina e a utilizar nas instalações de resíduos são de facto inertes, cumprindo-se o disposto no número 1, do referido Anexo I. Essa análise demonstrativa é detalhada no capítulo 4.3.1.

4.3. ESTÉRIL

O estéril será composto predominantemente de xistos e pegmatitos de alta resistência ligeiramente meteorizados, a xistos e pegmatitos são. O perfil de meteorização nas áreas de exploração é baixo e o volume de material oxidado/extremamente meteorizado escavado será baixo.

O estéril extraído é semelhante em todos os desenvolvimentos das cortas. Existem apenas 2 tipos de rochas identificados no projeto. São estes os xistos e os pegmatitos. Como a maioria do pegmatito extraído é classificado como mineralizado, apenas uma pequena porção do pegmatito não mineralizado ou de baixo teor é classificada como estéril. Um resumo das quantidades e percentagem de cada tipo de estéril em cada corta é mostrado na Quadro III.3.

Quadro III.3– Resumo de estéril para cada depósito.

	Grandão		Reservatório		NOA		Pinheiro	
	Volume [Mm³]	%	Volume [Mm³]	%	Volume [Mm³]	%	Volume [Mm³]	%
Rocha Sã								
Xisto	14,03	98%	4,26	91%	0,84	97%	3,45	100%
Pegmatito (Baixo Teor)	0,34	2%	0,41	9%	0,02	3%	0,00	0%
Rocha Meteorizada								
Xisto	4,00	98%	5,28	95%	0,22	99%	1,18	100%
Pegmatito (Baixo Teor)	0,1	2%	0,25	5%	0,02	1%	0,00	0%
Estéril [Mm³]	34 400 000							
Total [t]								
Estéril [t]	47 583 000		22 198 000		2 811 000		11 200 000	
	83 792 000							

O xisto da região do Barroso é definido como um micaxisto derivado de um sedimento pelítico a semi-pelítico. A mineralogia do xisto é uma combinação de quartzo, feldspato e micas (uma mistura de moscovite e biotite).

Tipicamente, existe um grau moderado de silicificação adjacente aos contatos do pegmatito e um aumento do teor de mica distal ao pegmatito. O xisto da Mina do Barroso contém 40% de quartzo, 30% de mica e 30% de feldspato. Um resumo da composição do xisto é mostrado no diagrama triangular da Figura III.1 e uma imagem da rocha típica é apresentada na Figura III.2.

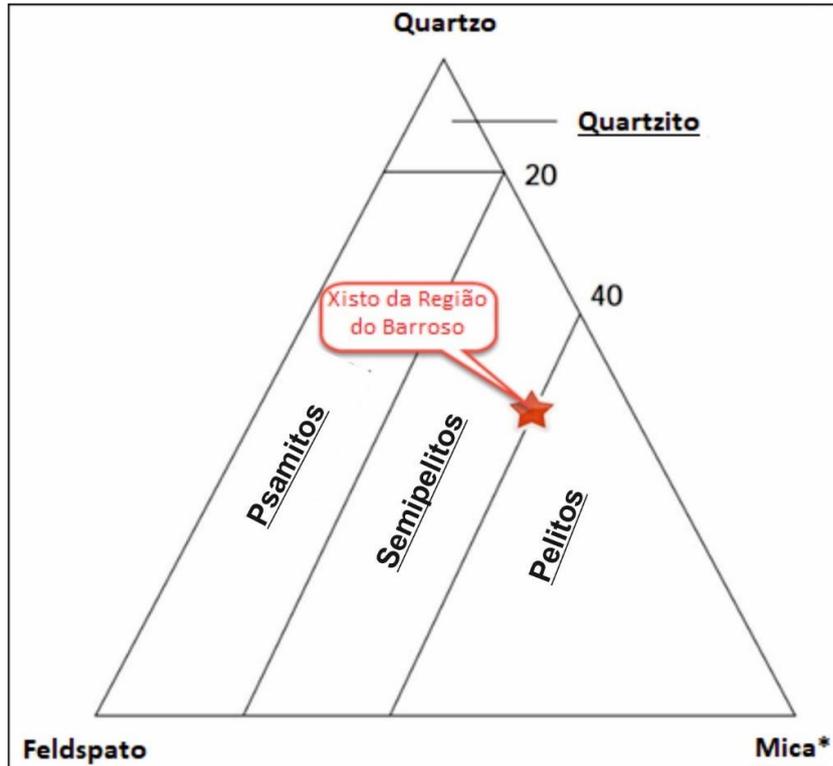


Figura III.1 - Diagrama Triangular da Composição do Xisto.



Figura III.2 - Imagem da litologia típica do xisto mostrando silicificação.

A composição mineral dos pegmatitos da Mina do Barroso é típica da maioria dos pegmatitos das regiões e consiste em quartzo, feldspato (microclina e albite) e moscovite com quantidades variáveis de espodumena. O Quadro III.4 apresenta um resumo da composição mineral média do pegmatito e a Figura III.3 mostra uma imagem do pegmatito.

Quadro III.4 - Composição mineral média de pegmatito de baixo teor.

Mineral	Conteúdo Médio [%]
Albite	45,4
Quartzo	32,2
Microclina	8,3
Moscovite	10,6
Espodumena	2,0
Outros minerais	1,5



Figura III.3 - Imagem do Pegmatito típico.

A análise mineralógica determinou que, à medida que o conteúdo de espodumena diminui (baixo teor de Li_2O), é substituído apenas por albite e o restante conteúdo mineral permanece o mesmo.

4.3.1. Caracterização geoquímica

Consultores ambientais especializados da Knight Peisold conduziram o programa de testes geoquímicos da rocha estéril. Com base nos dados revistos até o momento concluíram que os riscos do estéril podem ser geridos de forma adequada pela implementação de controles de engenharia adequados com gestão ativa de armazenamento de resíduos.

Os testes laboratoriais preliminares de amostras permitem estabelecer que as rochas estéreis e rejeitados serão inertes e a infiltração e o escoamento das chuvas em cortas, escombrelas e áreas de acesso não afetarão a água de escorrência com elementos ambientalmente nocivos.

Foram colhidas 61 amostras para análise geoquímica, com base nas orientações fornecidas pela Knight Piésold (KP) para garantir amostras representativas de todas as zonas do depósito. Das 61 amostras, 31 eram xistos, 25 pegmatitos mineralizados e 5 eram pegmatitos não mineralizados.

O Quadro III.5 apresenta um resumo das amostras testadas e a Figura III.4 mostra a localização de cada amostra.

Quadro III.5 - Sumário das amostras de avaliação de rochas estéreis.

Depósito	Xisto (SCH)	Pegmatito (FGP)	Pegmatito Não Mineralizado (Bulk FGP)
Grandão	13	11	3
Pinheiro	5	2	
Reservatório	9	8	2
NOA	4	4	
TOTAL	31	25	5

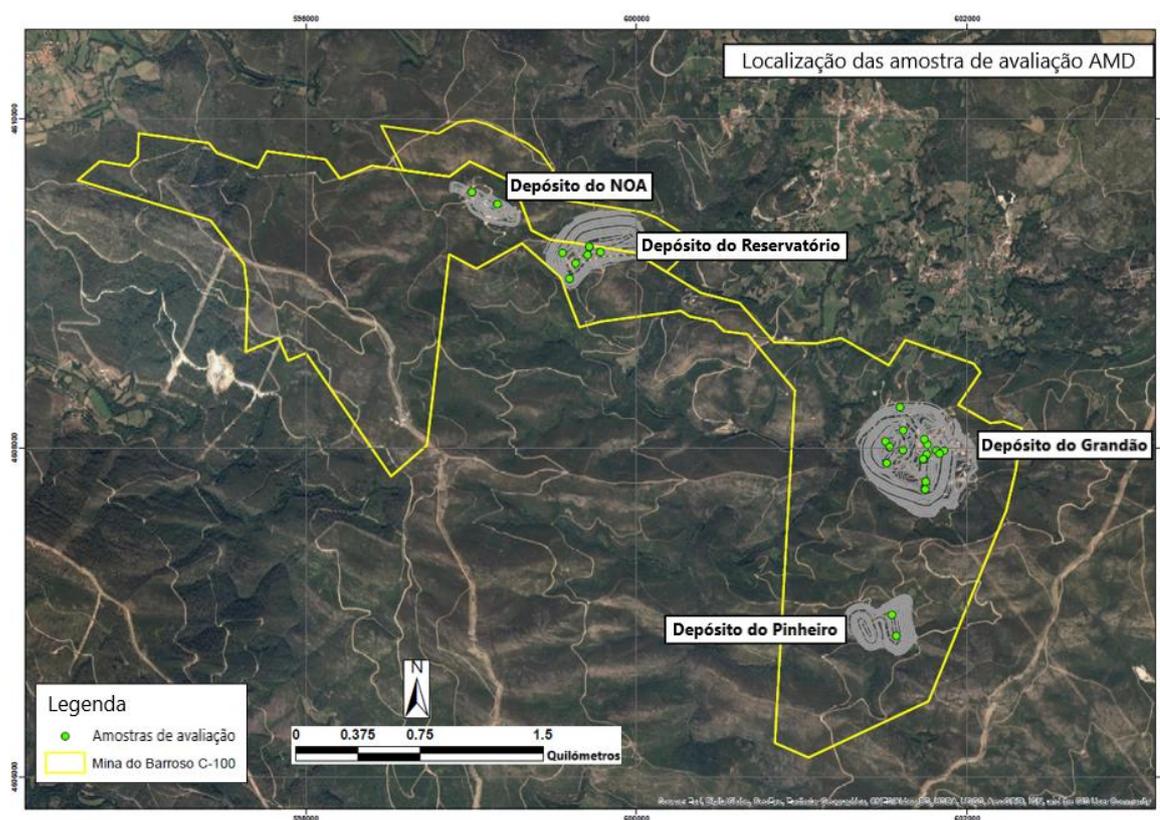


Figura III.4 - Localização das amostras de avaliação.

Todas as amostras foram selecionadas no interior das áreas projetadas para as cortas. Amostras específicas de xisto contendo pirite foram deliberadamente selecionadas para avaliar o pior cenário relativamente ao potencial de geração de águas ácidas. Conforme discutido no capítulo 4.3.1.8. , estas amostras não são consideradas representativas de um volume significativo de material a ser extraído e representam apenas ocorrências minerais isoladas.

A localização das amostras AMD023 e AMD024 colhidas no Grandão é mostrada na Figura III.5 como um exemplo da localização da seleção de amostras. No Anexo III-2 são fornecidos mapas de localização e secções transversais para todas as amostras.

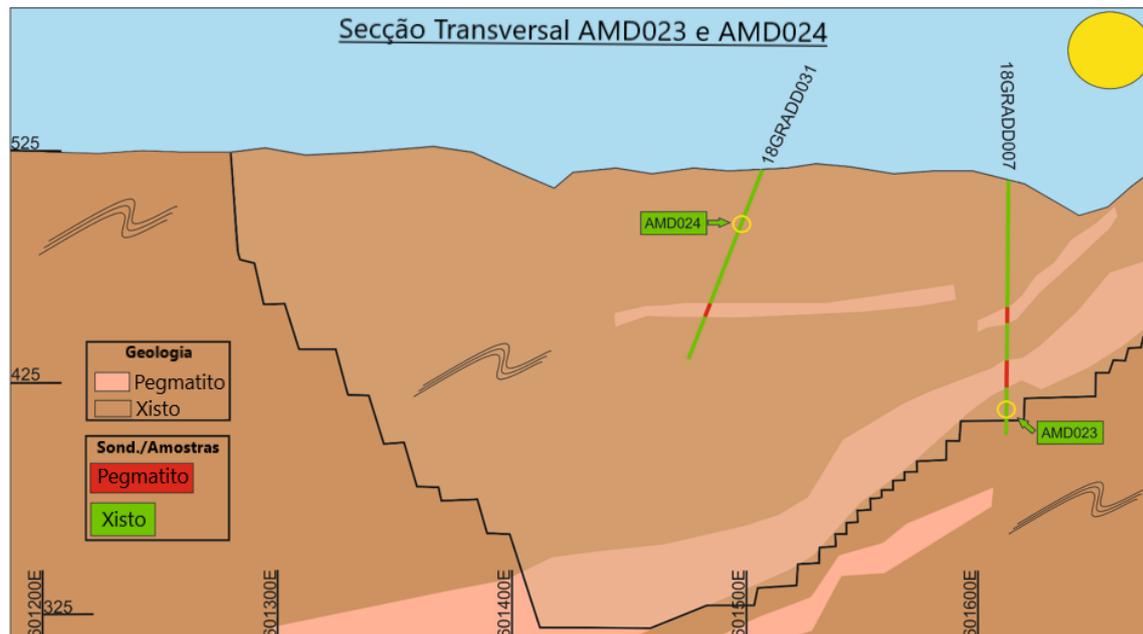


Figura III.5 - Secção transversal do Grandão com a localização das amostras AMD, AMD023 e AMD024.

As amostras foram enviadas à SGS Huelva (Espanha) para testes preliminares (carbono total e enxofre e um conjunto de quatro metais de digestão ácida), com um subconjunto então selecionado para o balanço ácido-base detalhado e testes de lixiviação realizados na SGS Burnaby (Canadá).

Os detalhes dos métodos analíticos, princípios de interpretação e certificados de testes laboratoriais são apresentados no Anexo III-3.

O objetivo do ensaio inicial era identificar as amostras que seriam classificadas como resíduos inertes em conformidade com o artigo 1º da Decisão da Comissão 2009/359/CE, que completa a definição de resíduos inertes na aplicação do n.º 1, alínea f do artigo 22º da Diretiva 2006/21/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à gestão dos resíduos provenientes de indústrias extrativas, pelo que os resíduos são considerados inertes quando todos os critérios a curto e a longo prazo forem cumpridos a curto e a longo prazo:

- a) Os resíduos não sofrerão qualquer desintegração ou dissolução significativas ou outras alterações significativas suscetíveis de causar qualquer efeito ambiental adverso ou prejudicar a saúde humana;
- b) Os resíduos têm um teor máximo de enxofre de sulfureto de 0,1 %, ou os resíduos têm um teor máximo de enxofre de sulfureto de 1 % e a relação potencial neutralizante, definida como a relação entre o potencial neutralizante e o potencial ácido, e determinada com base num ensaio estático prEN 15875 é superior a 3;
- c) Os resíduos não apresentam qualquer risco de auto combustão e não se inflamam;
- d) O teor de substâncias potencialmente nocivas para o ambiente ou para a saúde humana nos resíduos e, em especial, o Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V e Zn, incluindo nas partículas

finas dos resíduos, é suficientemente baixo para apresentar risco para a saúde humana e ambiental, tanto a curto como a longo prazo. A fim de ser considerado suficientemente baixo para ser de risco humano e ambiental, o conteúdo destas substâncias não deve exceder os valores-limiareis nacionais para os como não contaminados ou níveis de fundo naturais nacionais relevantes;

- e) os resíduos estão substancialmente isentos de produtos utilizados na extração ou transformação que possam prejudicar o ambiente ou a saúde humana.

Estes critérios são também fornecidos no Decreto-Lei n.º 10/2010, Anexo I. A fim de avaliar se a rocha residual satisfaz os critérios para os resíduos inertes, foi efetuado um conjunto inicial de ensaios de rastreio que incluem as seguintes análises:

- Enxofre total e carbono total pelo analisador LECO.
- Análise multi-elementar total (digestão com quatro ácidos com deteção de ICP).

As conclusões destes testes e as implicações para a gestão de rochas estéreis são fornecidas nos pontos seguintes.

4.3.1.1. Enxofre e Carbono Total

O teor de enxofre das amostras foi determinado utilizando dois métodos – digestão ácida com deteção de ICP e analisador LECO. Os resultados de ambos os métodos foram semelhantes e variaram de <0,01% para 0,3% a uma média de 0,05% (onde as amostras que registaram uma concentração de enxofre abaixo do limite de deteção foram conservadoramente assumidas como estando presentes nesse limite de 0,01%). Estes resultados correspondem a um teor de enxofre muito baixo, com 25 amostras a registarem um teor de enxofre abaixo do limite de deteção de 0,01%. Da mesma forma, o carbono total foi medido usando um analisador LECO de <0,01% para 0,29% a uma média de 0,03% que é muito baixa. Os resultados tabelados são fornecidos no Anexo III-3.

Com base nestes resultados, as amostras são indicadas como tendo capacidades muito baixas para gerar e neutralizar o ácido. No entanto, é necessário realizar mais testes para determinar qual a proporção do enxofre presente como sulfureto (isto é, capaz de produzir ácido em resposta à oxidação), como se todo o enxofre estivesse conservadoramente presente como sulfureto, 10 amostras potencialmente não satisfariam os critérios estabelecidos no artigo 1º da Decisão da Comissão 2009/359/CE e decreto-Lei n.º 10/2010, Anexo I,1 (b) devido a concentrações superiores a 0,1%. Como tal, foi realizada uma análise de rocha residual da fase 2, que inclui ensaios detalhados de balanço ácido-base, num número de amostras de estéril consideradas representativas das 66 amostras selecionadas para avaliação de triagem.

4.3.1.2. Resultados da análise multi-elementar

De forma a avaliar as concentrações de metais/metaloídes em relação aos critérios para resíduos inertes estabelecidos no Artigo 1º da Decisão da Comissão 2009/359/CE e no Decreto-Lei 10/2010, Anexo I, (1) (b), os resultados foram comparados com os seguintes critérios:

- Enriquecimento de elementos com base nas concentrações médias de abundância crustal;

- Valores de referência da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) para solos;
- Resultados de referência da amostragem de solo;
- Resultados da base de dados das sondagens e das análises laboratoriais.

Os resultados destas comparações são fornecidos nas secções seguintes.

4.3.1.3. Enriquecimento de elementos

A análise multi-elementar “whole rock” das amostras foi conduzida para avaliar o enriquecimento de elementos. Os resultados da análise multi-elementar foram comparados com a abundância média da crosta (ACA) para calcular os índices de abundância geoquímica (GAI). O GAI quantifica o resultado analítico de um elemento específico em termos de ACA. O Anexo III-3 apresenta os resultados analíticos, os ACA e os GAI.

Os resultados indicam que as amostras apresentaram um número moderado de enriquecimentos, com o nível de enriquecimento tendendo a ser ligeiro ou significativo. De notar que a maioria das amostras registou concentrações de prata e telúrio abaixo dos limites de deteção, no entanto, o limite de deteção é equivalente a uma classificação ligeiramente enriquecida para estes metais. Como tal, embora as concentrações sejam baixas, os verdadeiros níveis de enriquecimento para estes metais não podem ser avaliados com precisão.

Os metais e metaloides enriquecidos mais comuns compreendem o arsénio (29 amostras significativa ou altamente enriquecidas), berílio (29 amostras significativa ou altamente enriquecidas), céσιο (32 amostras significativa ou altamente enriquecidas), lítio (56 amostras significativa ou altamente enriquecidas) e estanho (33 amostras significativamente ou altamente enriquecidas).

Os níveis de enriquecimento foram avaliados consoante o depósito, litologia e oxidação para determinar a existência de alguma tendência. No geral, as amostras de pegmatito registaram níveis de enriquecimento total ligeiramente mais altos, embora tal possa ser em parte devido às altas concentrações de lítio nestas amostras, distorcendo a média geral. Adicionalmente, as concentrações de arsénio foram tipicamente mais altas no xisto (sem concentrações de arsénio altamente enriquecidas identificadas, tanto nas amostras de pegmatito, como no pegmatito não mineralizado). No entanto, não houve tendências óbvias entre o enriquecimento e os depósitos ou os níveis de oxidação. Em geral, as concentrações podem ser consideradas típicas de depósitos mineralizados.

4.3.1.4. Triagem preliminar da qualidade do solo

Os resultados da análise multi-elementar também foram comparados com os valores de referência da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) para o solo, especificamente com os valores da Tabela C, que se aplicam a locais com solos pouco profundos, que são definidos como locais onde a camada de solo sob o substrato rochoso é igual ou inferior a 2 m, em pelo menos um terço da área. Os valores fornecidos na Tabela C estão subdivididos para vários usos do solo; agrícola, urbano e industrial/comercial. Como tal, os valores para uso industrial/comercial do solo são considerados os mais aplicáveis. Embora os valores de referência sejam subdivididos com base no uso da água subterrânea, os valores não diferem para uso industrial/comercial do solo.

Os resultados indicam que apenas três amostras cumprem as diretrizes de solo da APA, principalmente devido aos elevados níveis de arsénio, bário e berílio e, em menor grau, de tálio e vanádio. No entanto, ao avaliar as concentrações médias de metal/metaloide de todas as amostras, apenas o arsénio e o berílio excedem os valores de referência do solo por fatores de dois e quatro, respetivamente. De notar que os valores de referência para determinados metais/metaloides são diferentes, dependendo do tamanho do grão do solo. Na ausência de informações detalhadas, foram aplicados os valores mais baixos para estes metais/metaloides. No entanto, a revisão dos resultados indica que os valores para solos com diferentes granularidades não afetariam o resultado da avaliação, com excedentes ainda válidos independentemente da textura do solo.

Os resultados sumarizados e comparados com os critérios de avaliação são apresentados no Anexo III-3.

A comparação dos resultados analíticos do estéril com os testes de referência do solo para a área do projeto indica que as concentrações de metal/metaloide no estéril são normalmente maiores do que as registadas para o solo, quando comparadas com os valores médio e máximo. Os resultados resumidos, comparados com os dados de referência do solo constam no documento PE20-01222, com resumo executivo em português, no Anexo III-3.

As concentrações de metal/metaloide de fundo em litologias de pegmatito e xisto também foram revistas, com base nos resultados das análises laboratoriais da base de dados das sondagens do projeto. Os dados foram subdivididos em amostras de superfície e em profundidade. A base de dados apenas inclui dez metais/metaloides analisados, mas a comparação com os resultados dos testes realizados às amostras de estéril deste estudo indica que as concentrações de metal/metaloide nos estéreis são tipicamente maiores do que os valores médio e máximo dos resultados analíticos das amostras de superfície e dos valores médios da base de dados das sondagens. Os resultados resumidos, comparados com a base de dados dos resultados analíticos constam no documento PE20-01222, com resumo executivo em português, no Anexo III-3.

4.3.1.5. Fase 2 – Análise geoquímica das rochas estéreis

Testes adicionais foram realizados em 12 amostras para permitir uma avaliação mais detalhada num número limitado de amostras. Os testes adicionais incluíram o balanço ácido-base (pH da pasta, carbono inorgânico total, sulfato, potencial de neutralização e geração de ácido efetiva) e ensaios do comportamento lixiviante. O método de testagem do potencial de neutralização (NP) está de acordo com a norma EN 15875:2011, enquanto que o teste de lixiviado foi realizado de acordo com a norma EN 14429:2015.

As amostras selecionadas para testes secundários foram escolhidas de forma a serem representativas do total das 61 amostras, tendo por base o teor de enxofre, enriquecimento, litologia, depósito e meteorização. As conclusões destes testes e as suas implicações para a gestão da rocha estéril são fornecidas nas secções seguintes.

4.3.1.6. Balanço Ácido-Base

Os resultados da análise são resumidos no Quadro III.6, que inclui o teor de enxofre determinado no âmbito do ensaio da fase 1 e os resultados do sulfato determinados pela digestão do ácido clorídrico como parte do ensaio da fase 2. Com base nas concentrações totais de enxofre e sulfato, o teor de sulfureto

pode ser estimado pela diferença de acordo com a EN15875:2011. Isto indica que o enxofre está principalmente presente como sulfureto que varia de insignificante a 0,28%, apresentando uma média de 0,09%, o que se considera muito baixo.

Quadro III.6- Resultados do Balanço Ácido-Base.

Número da Amostra	Depósito	Litologia	Meteorização	Nome do Furo	Espécies de Sulfuretos				Espécies de Carbono				Cálculos		NAG			pH da polpa	AFP	
					S	S-SC4	Sulfuretos S	ANC	C	TIC	Equivalente Calcite	CaCO ₃ -ANC	MPA	ANC/MPA	NAPP	NAG (7.0)	NAG (4.5)			NAG pH
					%	%	%	kgH ₂ SO ₄ /t	%	%	% CaCO ₃	kgH ₂ SO ₄ /t								
AMD022	Grandão	Xisto	FRESCO	18GRADD012	0.15	<0.01	0.14	1.8	<0.01	<0.01	0.08	0.8	4.3	0.4	2	8.0	0.0	4.70	7.67	UC (PAF-LC)
AMD023	Grandão	Xisto	FRESCO	18GRADD007	0.03	<0.01	0.02	6.1	0.05	0.04	0.33	3.3	0.6	10	-6	9.7	0.0	5.67	9.07	NAF
AMD028	Reservatório	Pegmatito	FRESCO	18RESDD008	0.02	<0.01	0.01	4.0	0.02	0.01	0.08	0.8	0.3	13	-4	15.0	0.0	4.82	7.95	NAF
AMD029	NOA	Xisto	TRANSACIONAL	18NOADD002	0.01	<0.01	0.00	-0.2	0.18	<0.01	0.08	0.8	0.0		0.2	11.4	0.0	5.00	6.36	UC (NAF)
AMD034	Pinheiro	Pegmatito	TRANSACIONAL	18PNRDD002	0.01	<0.01	0.00	-1.2	0.03	<0.01	0.08	0.8	0.0		1	18.2	0.0	5.16	6.23	UC (NAF)
AMD039	Aldeia	Pegmatito	FRESCO	19ALARCO24	0.02	<0.01	0.01	1.8	<0.01	<0.01	0.08	0.8	0.3	6	-2	13.6	0.0	4.95	7.91	NAF
AMD047	Grandão	Pegmatito	FRESCO	18GRADD010	0.01	<0.01	0.00	3.9	<0.01	<0.01	0.08	0.8	0.0		-4	20.0	0.0	4.96	8.18	NAF
AMD053	Grandão	Xisto	FRESCO	18GRADD024	0.30	0.02	0.28	4.9	0.15	0.03	0.25	2.5	8.6	0.6	4	6.9	0.4	4.34	7.06	PAF-LC
AMD060	Reservatório	Pegmatito	FRESCO	18RESDD005	0.03	<0.01	0.02	2.9	<0.01	<0.01	0.08	0.8	0.6	5	-2	9.6	0.0	5.39	7.74	NAF
AMD067	Reservatório	Xisto	FRESCO	18RESDD007	0.25	0.02	0.23	2.5	0.29	<0.01	0.08	0.8	7.0	0.4	4	13.0	1.4	4.12	7.31	PAF-LC
AMD074	NOA	Xisto	FRESCO	18NOADD002	0.27	0.01	0.26	3.4	0.27	<0.01	0.08	0.8	8.0	0.4	4	9.9	1.5	4.04	7.08	PAF-LC
AMD080	Grandão	Pegmatito	FRESCO	18GRADD002	0.21	<0.01	0.00	2.2	0.01	<0.01	0.08	0.8	0.0		-2	17.7	0.0	5.29	7.62	NAF

O potencial ácido (AP) foi calculado a partir do conteúdo dos sulfuretos variando de desprezível a 9 kg CaCO₃/t, o que é baixo.

O NP das amostras foi determinado juntamente com estimativas do teor de carbonato. Os dois resultados podem ser usados como uma verificação um do outro e para identificar a contribuição do NP de carbonatos e outros minerais não carbonatados. As amostras registaram valores de NP muito baixos a baixos de -1 to 6 kg CaCO₃/t. Adicionalmente, a maioria das amostras mostrou-se desprovida de carbono inorgânico total (TIC), indicando um conteúdo insignificante de carbonato. Como tal, os baixos níveis de NP são derivados principalmente de minerais não carbonatados, que podem ser menos reativos e estar apenas disponíveis para neutralizar o ácido sob condições de pH baixo.

Com base nos resultados de AP e NP as amostras registaram valores de NP efetivo (NNP) de -5 a 6 kg CaCO₃/t, com 50% das amostras a registar valores negativos de NNP, indicando excesso de potencial de geração de ácido. A razão NP (NPR) varia de 0.4 a 13, com 50% das amostras a registar uma razão inferior a 1, o que está de acordo com os resultados de NNP. Os valores iniciais de pH das amostras (determinados pela adição de 2 g de amostra a 90 ml de água destilada, misturadas durante 15 minutos, de acordo com a norma EN 15875:2011), foram tipicamente próximos de neutro, embora variassem de 6,2 a 9,1.

4.3.1.7. Geração de Ácido Efetiva

O teste de geração de ácido efetiva (NAG) auxilia na interpretação das classificações de potencial de formação de ácido. Também identifica se os sulfuretos e os minerais neutralizantes contidos na amostra estão prontamente disponíveis para produzir ou consumir ácido.

Os resultados do teste NAG são apresentados no Quadro III.6 e indicam que, em condições oxidantes extremas, as amostras produziram entre 7 e 20 kg de H₂SO₄/t (ou seja, entre 7 e 20 kg de ácido sulfúrico por tonelada de rocha residual totalmente oxidada), com o pH final das soluções NAG variando de pH 4

a 5,7, incluindo três amostras registrando um pH abaixo do valor de corte de 4,5 da relação Não Geradores de Ácido (NAF)/Potencial de Geração de Ácido (PAF). Deve-se observar que o pH da solução de peróxido de hidrogénio usada no teste NAG foi 5 e, portanto, amostras com valores da capacidade de neutralização ácida (ANC) e acidez potencial máxima (MPA) muito baixos ou desprezíveis (como esses) podem sofrer uma queda de pH no teste, não apenas a partir da formação de ácido relacionado à oxidação do sulfureto, mas também a partir da adição de peróxido de hidrogénio. Além disso, as três amostras que registaram valores de pH NAG abaixo de 4,5 registaram o maior teor de sulfureto de 0,23 % a 0,28 % e baixos valores de ANC de 2,5 a 5 kg de H₂SO₄/t. Nestas amostras, é provável que tenha ocorrido formação de ácido a partir da oxidação de sulfureto, além da acidez derivada da solução de peróxido de hidrogénio.

4.3.1.8. Potencial de geração de ácido

O potencial de geração de ácido das amostras é calculado com base nos resultados do balanço ácido-base e do teste NAG.

Assim sendo, 6 amostras foram classificadas como NAF uma vez que apresentaram valores positivos de NNP e valores de pH NAG superiores a 4,5, com 3 amostras a serem classificadas como tendo um potencial de geração de ácido incerto (UC) por apresentarem resultados discordantes, com valores negativos de NNP e valores de pH NAG superiores a 4,5 (isto é, valores de NNP negativos que indicam geração de ácido em excesso, mas com valores de pH NAG não ácidos). As restantes 3 amostras foram classificadas como como Potencial de Geração de Ácido - Baixa Capacidade (PAF-LC) devido a valores negativos de NNP e valores de pH NAG inferiores a 4,5. A Figura III.6 mostra as classificações do potencial de geração de ácido de acordo com este método.

De notar que uma destas amostras incertas registou um valor de AP de 4 kg CaCO₃/t, um valor de NP de 2 (derivado de não carbonatos) e um pH de NAG de 4,7. Dado que, existe um ligeiro excesso de potencial efetivo de geração de ácido e que o pH NAG está apenas um pouco acima do valor de corte de 4,5, é recomendado seguir um critério conservador e classificar esta amostra como PAF-LC. As outras duas amostras incertas eram desprovidas de enxofre, sulfureto e carbonato e registaram valores negativos de NP. Estas registaram valores de NNP, mas são na verdade inertes, sem potencial para gerar ou neutralizar ácido. Como tal, é recomendado que estas amostras sejam consideradas NAF, pois os testes concluídos até o momento indicam não existir potencial para geração de ácido.

Não existe um procedimento formal para classificar o potencial de geração de ácido ao abrigo da EN 15875: 2011; no entanto, o artigo 1.º da Decisão da Comissão 2009/359 / CE completa a definição de resíduo inerte na aplicação do artigo 22.º, n.º 1, alínea f), da Diretiva 2006 / 21 / CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à gestão de resíduos de indústrias extrativas, sendo os resíduos considerados inertes sempre que tenham um teor máximo de enxofre, sob a forma de sulfureto, de 0,1% ou os resíduos têm um teor máximo de enxofre, sob a forma de sulfureto, de 1% e o NPR é maior que 3. Este critério também está previsto no Decreto-Lei nº 10/2010, Anexo I, (1) (b). Com base nisso, oito amostras atendem aos critérios do balanço ácido-base para resíduos inertes, com as quatro amostras restantes não atendendo aos critérios devido aos teores de sulfureto entre 0,1% a 1% e razões NPR inferiores a 3. No entanto, observa-se que o teor médio de sulfureto das doze amostras é de 0,08%, o que atende aos requisitos de 2009/359 / EC para resíduos inertes.

Potencial de Geração Ácido

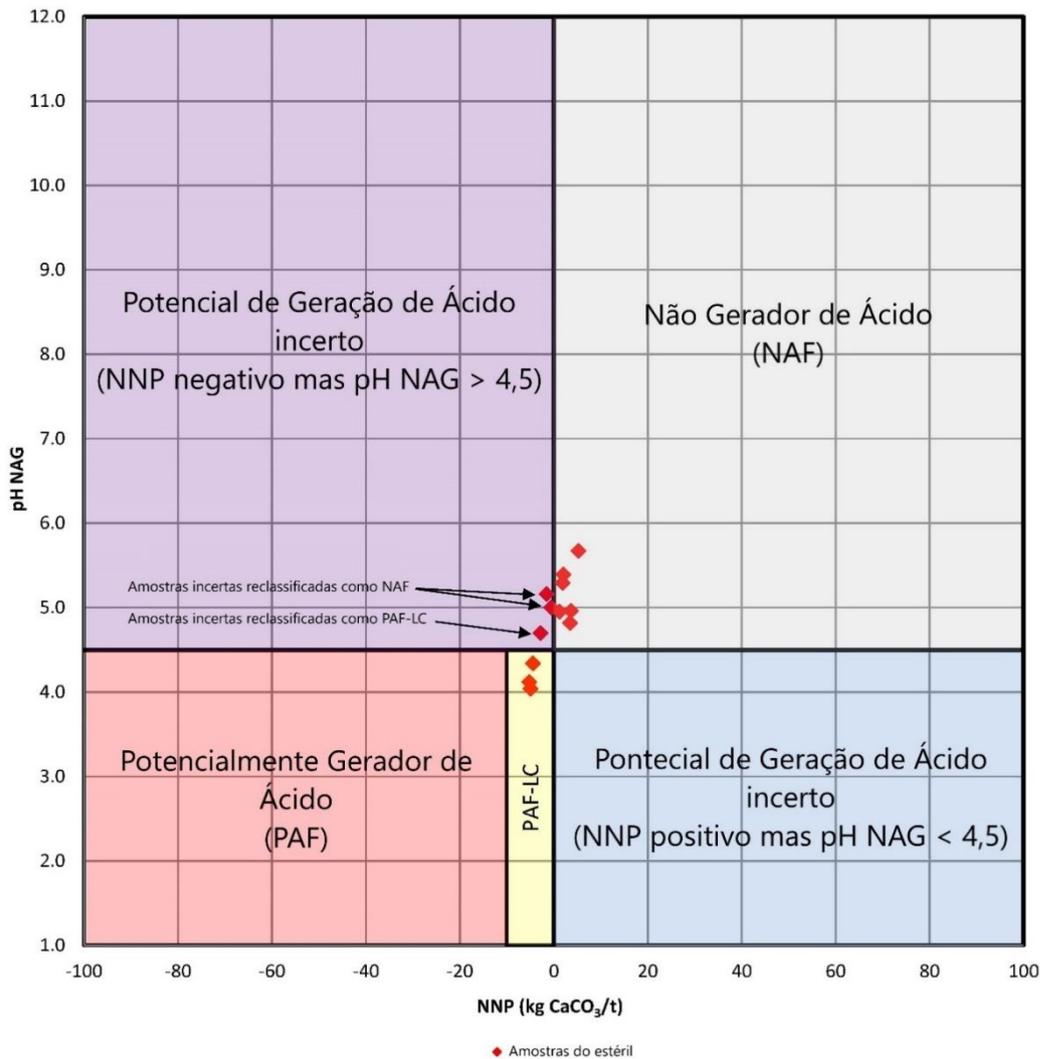


Figura III.6 - Potencial de geração de ácido.

4.3.1.9. Análise do balanço Ácido-Base

O estéril resultante da extração do pegmatito mineralizado está resumido no Quadro III.7. Os relatórios técnicos das sondagens efetuadas identificaram pequenos e isolados pontos de alteração com pirite no xisto e também ocorrências muito esporádicas no pegmatito.

O xisto é a principal litologia em que a pirite é observada, os relatórios técnicos registaram um total de 1 973 m onde a pirite é observada, de um total de 17 853 m (ou 11 % do comprimento estudado). Dos 1 973 m, 75 % tem uma quantidade de pirite de 0,1% ou inferior e provavelmente seria classificado como NAF. Um resumo da pirite registada é apresentado no Quadro III.7.

Quadro III.7 - Sumário do mineral Pirite em relatórios técnicos de sondagens.

Teor de pirite - descrição geológica das sondagens	XISTO [m]	PEGMATITO [m]
10%		1,55
5,0%	4,3	
3,0%	16,55	
2,0%	60,1	1
1,0%	146,25	
0,5%	182,65	
0,2%	72,4	
0,1%	717,74	8,35
Trace	773,46	7
Metros TOTAIS	1973,45	17,9
Total de Metros Descritos	17853,85	8854,92
% de material com pirite registada	11%	0,2%
Estimativa do Volume de Xisto com Pirite	0,79 Mm ³	
Total de Volume de Xisto a Explorar	33,26 Mm ³	
% de Material Explorado que contém Pirite	2%	
% de Material Explorado com Potencial PAF (pirite>0,1%)	0,5%	

O registo geológico de sondagens e a interpretação da alteração do pirite indicam que a alteração tem uma continuidade limitada e as disseminações de pirite observadas só ocorrem em locais isolados associados a áreas de dobragem e deformação mais intensas. Foi feita uma estimativa do volume de material que contém pirite dentro da massa rochosa total, assumindo que os intervalos registados têm uma continuidade de 20 m. Isto resulta num volume de 790 000 m³ de material num total de 33 260 000 m³ ou 2% do xisto extraído que pode conter pirite.

A análise geoquímica indica que nem todo o material que contém pirite tem o potencial de gerar ácido. Quando amostras com concentrações superiores a 0,1% (que provavelmente têm o potencial de gerar PAF-LC ácido) há um total de 482 m registados, o que representa apenas 179 000 m³ ou 0,5% do volume total de xisto extraído, que é um volume muito pequeno.

4.3.1.10. Enriquecimento Multi-Elementos

As amostras tiveram um número moderado de enriquecimentos, tendendo o nível de enriquecimento a ser leve ou significativo. No entanto, os metais/metaloídes mais enriquecidos compreendem o arsénio (29 amostras significativamente ou altamente enriquecidas), berílio (29 amostras significativamente ou altamente enriquecidas), cézio (32 amostras significativamente ou altamente enriquecidas), lítio (56 amostras significativamente ou altamente enriquecidas) e estanho (33 amostras significativamente ou altamente enriquecidas).

A comparação dos resultados da análise multi-elementar com os valores de referência da APA para o solo, especificamente os valores da Tabela C, que se aplicam a locais com solos pouco profundos, indica que as amostras não cumpririam os critérios, principalmente devido ao arsénio, bário e berílio elevado e, em menor grau, o tálio e vanádio. No entanto, ao avaliar as concentrações médias de metais/metaloídes de todas as amostras, apenas o arsénio e o berílio excedem os valores de referência para o solo por fatores de 2 e 4, respetivamente.

A comparação das concentrações de metal/metaloíde do estéril com os dados de referência do solo e com a base de dados das análises laboratoriais das sondagens, indica que as concentrações na rocha estéril analisada neste estudo são normalmente maiores do que as condições de fundo média e máxima. No entanto, em geral, as concentrações podem ser consideradas típicas de depósitos mineralizados e quaisquer potenciais problemas podem ser geridos com controlos de engenharia apropriados (consultar 4.3.1.13.).

4.3.1.11. Comportamento lixiviante

O comportamento lixiviante foi avaliado com base no teste de extrato de acordo com a norma EN14429:2015, realizado em 12 amostras.

Os resultados da comparação indicam que em condições naturais de pH e para gamas de pH neutro de 6 a 9 (que provavelmente se esperaria que se originasse da rocha estéril, tendo por base o balanço ácido-base), o lixiviado apresentava em geral boa qualidade, atendendo as diretrizes de referência para descarga (ou seja, IFC, valores-limite portugueses de emissão e diretrizes para águas superficiais da UE). Tal indica que os metais/metaloídes identificados na rocha estéril não estão prontamente solúveis sob as condições de pH esperadas e assim, as concentrações de lixiviado gerados pelo estéril não devem ser problemáticas, tendo por base os valores de referência de qualidade da água aplicados neste estudo.

No entanto, verificou-se que uma única amostra de pegmatito não mineralizado (amostra AMD080) excedeu as diretrizes portuguesas de descarga para o arsénio e fósforo. Dado que a amostra consiste numa amostra de pegmatito não mineralizado, é esperado que esta seja colocada no stock de mineralização de baixo teor, em vez de ser depositada nas escombreiras. Adicionalmente, a análise cuidada dos resultados indica que poderá haver um erro de relatório do laboratório, onde a amostra rotulada como extrato de pH natural poderá potencialmente representar um dos extratos alcalinos fortes, dada a maior solubilidade de alumínio e arsénio ocorrida no teste.

Em geral, os resultados dos extratos de pH natural e cerca de neutro não atenderam às diretrizes de água potável da UE devido aos elevados níveis de arsénio e alumínio e, em menor grau, de antimónio, ferro e manganês.

Os resultados variáveis do extrato de pH também foram comparados com as diretrizes de água potável da UE, complementadas com as diretrizes da OMS para bário e urânio para permitir uma avaliação mais completa. Mais detalhes das referências e resultados das diretrizes são fornecidos no documento PE20-01222, com resumo executivo em português, no Anexo III-3, juntamente com um resumo de alto nível na Tabela XX.

No geral, os resultados indicam que sob condições naturais de pH e faixas de pH neutro circunferencial de 6 a 9 (que provavelmente se esperaria que emanasse da rocha estéril com base na contabilidade

ácido-base), o lixiviado era geralmente de uma qualidade razoável, mas para o a maioria das amostras não atenderia aos padrões de água potável. Os excedentes mais comuns foram para arsênio e alumínio e, em menor grau, antimônio, ferro e manganês.

Quadro III.8 - Resumo dos pH naturais dos extratos, comparados com as diretrizes IFC para as descargas mineiras e com as diretrizes da UE para água potável.

Parâmetro	Unidade	IFC	EU Água Potável	AMD022	AMD023	AMD028	AMD029	AMD034	AMD039	AMD047	AMD053	AMD060	AMD067	AMD074	AMD080
				HM190034 7 .002	HM 1900347 .003	HM190034 7. 008	HM190034 7. 009	HM190034 7 .014	HM190034 7. 019	HM190034 7. 027	HM190034 7. 033	HM190034 7. 040	HM190034 7. 047	HM190034 7. 054	HM190034 7. 060
Dureza (em CaCO ₃)	mg/L	N/G	N/G	0,92	11,6	0,36	0,14	0,1	0,3	0,39	13,3	0,66	4,6	N/R	0,63
Alumínio	mg/L	N/G	0,2	1,42	1,83	0,881	0,003	0,014	1,07	0,816	0,152	0,593	0,214	0,183	22,1
Antimônio	mg/L	N/G	0,005	0,0026	0,0025	0,0087	0,0012	0,0018	0,0035	0,0021	0,0009	0,0037	0,0009	0,0009	0,0015
Arsênio	mg/L	0,1	0,01	0,0684	0,0106	0,0287	0,0012	0,0018	0,0149	0,0097	0,0019	0,0223	0,0028	0,0033	0,0876
Bário	mg/L	N/G	0,7	0,00409	0,00435	0,00046	0,00029	0,00011	0,00053	0,00015	0,00325	0,00041	0,00292	0,00342	0,00176
Berílio	mg/L	N/G	N/G	0,000057	0,000046	0,000449	0,000007	0,000011	0,000218	0,000138	0,000015	0,000935	0,000021	0,000017	0,000511
Bismuto	mg/L	N/G	N/G	0,000087	0,000009	0,000067	0,000007	0,000007	0,000031	0,000017	0,000007	0,000045	0,000012	0,000007	0,000037
Boro	mg/L	N/G	1	0,005	0,002	0,023	0,006	0,014	0,019	0,018	0,004	0,015	0,002	0,007	0,024
Cádmio	mg/L	0,05	0,005	0,000005	0,000003	0,000014	0,000003	0,000003	0,000004	0,000006	0,00001	0,000003	0,000003	0,000003	0,000009
Cálcio	mg/L	N/G	N/G	0,12	3,9	0,12	0,04	0,04	0,11	0,13	2,41	0,19	0,38	0,93	0,23
Crómio	mg/L	N/G	0,05	0,00077	0,00032	0,00021	0,00008	0,00008	0,00013	0,00008	0,00015	0,00014	0,00027	0,00031	0,00025
Cobalto	mg/L	N/G	N/G	0,000458	0,000051	0,00001	0,000058	0,000024	0,000004	0,000007	0,000052	0,000013	0,000313	0,000348	0,000073
Cobre	mg/L	0,3	2	0,0027	0,0012	0,0024	0,0007	0,0006	0,002	0,0015	0,0015	0,003	0,0025	0,0016	0,0022
Ferro	mg/L	2	0,2	0,617	0,179	0,074	0,007	0,007	0,035	0,064	0,072	0,181	0,11	0,131	0,092
Chumbo	mg/L	0,2	0,01	0,00188	0,00035	0,00075	0,00002	0,00002	0,00086	0,00039	0,00016	0,00087	0,00029	0,00045	0,00136
Lítio	mg/L	N/G	N/G	0,209	0,0461	0,341	0,0031	0,0004	0,254	1,41	0,0833	1,21	0,578	0,137	0,0052
Magnésio	mg/L	N/G	N/G	0,149	0,442	0,016	0,008	0,003	0,007	0,016	1,76	0,046	0,887	0,605	0,012
Manganês	mg/L	N/G	0,05	0,0131	0,00368	0,00598	0,00154	0,00068	0,00634	0,0235	0,101	0,02808	0,0275	0,0166	0,018
Mercurio (total)	mg/L	0,002	0,001	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00003	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
Molibdénio	mg/L	N/G	N/G	0,00049	0,00018	0,00112	0,0004	0,00013	0,00057	0,00031	0,00035	0,00038	0,00073	0,00319	0,00053
Níquel	mg/L	0,5	0,02	0,0009	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0026	0,0001	0,0009	0,001	0,0002
Fósforo	mg/L	N/G	N/G	0,167	0,02	3,34	0,017	0,003	3,99	5	0,003	7,11	0,003	0,003	13
Potássio	mg/L	N/G	N/G	7,93	18,5	3,66	1,84	3,94	2,36	3,71	21,4	3,62	22,6	24,5	3,14
Selénio	mg/L	N/G	0,01	0,00033	0,00014	0,00033	0,00004	0,00004	0,00012	0,00008	0,00346	0,0001	0,00015	0,0002	0,00024
Silício	mg/L	N/G	N/G	3,75	2,39	4,97	6,68	8,22	5,06	4,85	4,93	5,01	4,1	4,12	7,46
Prata	mg/L	N/G	N/G	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
Sódio	mg/L	N/G	200	2,81	1,56	10,4	1,02	1	11,3	9	3,28	11,1	2,11	1,63	60,3
Estrôncio	mg/L	N/G	N/G	0,00131	0,015	0,00373	0,00011	0,00013	0,00083	0,00229	0,0249	0,00191	0,00254	0,00495	0,00966
Enxofre	mg/L	N/G	250	0,3	0,3	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	14,7	0,3	12,5	13,5	0,3
Tálio	mg/L	N/G	N/G	0,000029	0,000063	0,000035	0,000037	0,000124	0,000036	0,000051	0,000047	0,000034	0,000054	0,000055	0,00003
Estanho	mg/L	N/G	N/G	0,00006	0,00006	0,00104	0,00036	0,00024	0,00063	0,00034	0,00006	0,00025	0,00053	0,00038	0,00086
Titânio	mg/L	N/G	N/G	0,0135	0,0145	0,00081	0,00006	0,00005	0,00043	0,00045	0,00289	0,00112	0,00799	0,00765	0,00085
Urânio	mg/L	N/G	0,03	0,000134	0,000841	0,00143	0,000017	0,000042	0,000451	0,00121	0,000041	0,00161	0,000045	0,000059	0,00829

				AMD022	AMD023	AMD028	AMD029	AMD034	AMD039	AMD047	AMD053	AMD060	AMD067	AMD074	AMD080
Parâmetro	Unidade	IFC	EU Água Potável	HM190034 7	HM 1900347	HM190034 7.	HM190034 7.	HM190034 7	HM190034 7.						
				.002	.003	008	009	.014	019	027	033	040	047	054	060
Vanádio	mg/L	N/G	N/G	0,00719	0,00462	0,00037	0,00025	0,00005	0,0003	0,00008	0,00028	0,00026	0,00027	0,00024	0,00095
Zinco	mg/L	0.5	N/G	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002
Zircónio	mg/L	N/G	N/G	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Condutividade de	uS/cm	N/G	2500	40	92	65	13	20	72	77	133	82,6	118	122	50,5

4.3.1.12. Implicações para a gestão da rocha estéril

O teor de enxofre das amostras variou de <0,01 % a 0,3 % a uma média de 0,05 %, o que é muito baixo. Além disso, 25 amostras não registaram um teor de enxofre acima do limite de deteção de 0,01 %. Da mesma forma, o carbono total foi medido de <0,01 % a 0,29 % com uma média de 0,03 %, sendo também muito baixo.

Das doze amostras que foram selecionadas para testes adicionais, seis foram classificadas como NAF, sendo três consideradas para PAF-LC e três com potencial incerto de geração de ácido. Após uma análise mais aprofundada, recomenda-se que uma das amostras incertas seja reclassificada como PAF-LC e as duas restantes amostras incertas como NAF. Portanto, no geral, havia oito amostras de NAF e quatro amostras de PAF-LC. Embora isso indique que uma proporção das amostras testadas neste estudo tem o potencial de gerar ácido, o volume potencial geral de geração de ácido possível estimado é baixo. Além disso, considera-se que os riscos podem ser geridos com sucesso com os controlos de engenharia apropriados, conforme referido.

Oito das doze amostras cumprem os critérios de balanço ácido-base para resíduos inertes, de acordo com o artigo 1.º da Decisão da Comissão 2009/359 / CE, que completa a definição de resíduos inertes na implementação do artigo 22.º, n.º 1, alínea f), da Diretiva 2006 / 21 / CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à gestão de resíduos de indústrias extractivas, em que os resíduos são considerados inertes sempre que tenham um teor máximo de sulfureto de enxofre de 0,1% ou os resíduos tenham um teor máximo de sulfureto enxofre de 1% e o NPR é maior que 3. Este critério também está previsto no Decreto-Lei nº 10/2010, Anexo I, (1) (b). As quatro amostras restantes não atenderam aos critérios de resíduos inertes devido ao conteúdo de sulfureto entre 0,1% a 1% e taxas de NPR inferiores a 3. No entanto, é de notar que o teor médio de sulfureto das doze amostras é de 0,08%, o que satisfaz os requisitos de 2009/359 / EC para resíduos inertes.

As amostras apresentaram um número moderado de enriquecimentos, com o nível de enriquecimento tendendo a ser leve ou significativo. A comparação dos resultados da análise multi-elementos com os valores de referência da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) para o solo, especificamente os valores da Tabela C que se aplicam a locais com solos pouco profundos, indica que as amostras não cumpriam os critérios principalmente devido ao arsénio elevado, bário e berílio e, em menor grau, tálio e vanádio. No entanto, ao avaliar as concentrações médias de metal/metalóide de todas as amostras, apenas o arsénio e o berílio excedem os valores de referência do solo por fatores de dois e quatro, respetivamente.

No geral, as concentrações podem ser consideradas típicas de depósitos mineralizados, os registos da base de dados das sondagens confirmam que em geral as amostras são representativas do depósito e da região e qualquer problema potencial pode ser gerido com os sistemas de engenharia adequados.

Os testes de comportamento lixiviante foram conduzidos em 12 amostras, seguindo a norma EN 14429:2015.

Os resultados da comparação indicam que em condições naturais de pH e gama de pH neutro de 6 a 9 (que provavelmente se esperaria que emanasse da rocha estéril com base no balanço ácido-base), o lixiviado era geralmente de boa qualidade, atendendo as diretrizes de referência para descarga (ou seja, IFC, emissões portuguesas e diretrizes de águas superficiais da UE). Isso indica que o metal/metalóide identificado na rocha estéril não é prontamente solúvel sob as condições de pH esperadas e, como tal, as concentrações de lixiviado que emanam da rocha estéril não devem ser problemáticas com base nos valores de referência de qualidade da água aplicados neste estudo.

No entanto, constatou-se que uma amostra de pegmatito não mineralizado (amostra AMD080) excedeu os valores-limite portugueses de descarga para alumínio e fósforo, por um fator de 2 e 1,3, respetivamente. No entanto, tratando-se de uma amostra de pegmatito não mineralizado, será de esperar que esta litologia seja colocada no stock de mineralização de baixo teor, em vez de ser depositada em escombrelas. Adicionalmente, foi observado que as concentrações de metal/metalóide dissolvido para o extrato de pH natural, refletem as de amostras com um extrato de pH alcalino de 11, enquanto que o extrato da solução de pH 9,5 está mais alinhado com o extrato de pH 6,5. Tal poderá indicar um erro de relatório do laboratório, onde o extrato listado como pH natural poderá representar potencialmente o extrato de pH 9,5 e vice-versa.

Os resultados dos extratos de pH natural e circunferencial normalmente não atendiam aos padrões de água potável da UE devido aos elevados níveis de arsênio e alumínio e, em menor grau, antimônio, ferro e manganês.

4.3.1.13. Dimensionamento da gestão de rocha estéril

As rochas estéreis extraídas serão colocadas simultaneamente com os rejeitados, como parte da Escombrela Sul. A cobertura contínua da escombrela será efetuada como parte dos procedimentos operacionais padrão das escombrelas. Este sistema de cobertura deve ser resistente à erosão e incorporar um meio de crescimento para incentivar a revegetação. Os requisitos do sistema de cobertura para reduzir a infiltração dependerá do potencial de lixiviação da rocha estéril e dos limites de descarga ambiental especificados para o projeto, que podem levar em consideração a linha de base da água superficial e da qualidade da água subterrânea. No entanto, os resultados desta avaliação indicam que as concentrações elevadas de metal/metalóide registradas nas amostras de estéril não parecem ser prontamente móveis e não se espera que lixiviem da rocha em concentrações acima dos critérios de referência da qualidade da água. Refira-se que o desenho conceptual atual das escombrelas engloba medidas de drenagem de águas superficiais e de colocação de cobertura rochosa para reduzir a infiltração nos resíduos e sistemas de recolha da infiltração na base a jusante, dos quais a água de percolação será bombeada para um sistema de filtragem/tratamento antes da reutilização ou eventual descarga, no caso de um evento de pluviosidade extremo onde seja atingida a capacidade máxima de armazenamento de água.

Com base nesses resultados de rochas estéreis, a instalação da escombreira deve ser projetada para evitar a perda de sedimentos através de estruturas adequadas de controlo de sedimentos. Essas estruturas interceptarão as principais linhas de drenagem e direcionarão a água ao redor das áreas de exploração, usando aterros baixos, barreiras baixas e canais de desvio. Pretende-se que todo o escoamento superficial das áreas perturbadas seja desviado para estes sistemas, de forma a permitir o controlo de sedimentos e a filtragem da água antes de serem libertados a jusante ou reencaminhados para a unidade de processamento para tratamento. Após o encerramento, depois da remoção dos sedimentos contidos (colocados nas escombreiras) e uma vez estabilizadas as áreas de reabilitação, as estruturas serão removidas para restabelecer a drenagem com a configuração original, tanto quanto possível. O requisito de remover completamente as estruturas após o encerramento será revisto no final da vida útil da mina, como parte da estratégia geral de encerramento.

Assim, com os dados revistos até o momento, considera-se que os riscos podem ser geridos adequadamente pela implementação de controlos de engenharia apropriados, com a gestão ativa da escombreira e do controlo primário utilizado para reduzir esse risco.

4.3.2. Caracterização geotécnica da rocha estéril

Com base em estimativas preliminares das propriedades geotécnicas dos materiais (Quadro III.9) e na proporção esperada de estéril/rejeitados (3:1), prevê-se que as propriedades geotécnicas da escombreira sejam dominadas pelo aterro de estéril grosseiro.

Uma vez que o desempenho geotécnico será controlado pelos estéreis, espera-se que os parâmetros de resistência, permeabilidade e consolidação excedam o exigido para alcançar fatores de segurança adequados para a escombreira.

Note-se que o projeto de deposição de estéreis foi baseado nas propriedades geotécnicas de rejeitados filtrados, para garantir que seja adotada uma geometria conservadora.

Quadro III.9 - Parâmetros Preliminares do Dimensionamento Geotécnico.

	Parâmetro		Xisto São	Xisto Transitório	Xisto Meteorizado	Pegmatito São
<i>Parâmetros de Classificação de Hoek-Brown</i>	Densidade	ρ (t/m ³)	2,7	2,7	2,7	2,6
	Coefficiente de Poisson	ν	0,26	0,31	0,31	0,12
	Tensão principal durante a rotura da rocha	σ_t (MPa)	7,6	6,7	3,5	17,0
	Resistência à compressão uniaxial	σ_{ci} (MPa)	40	33	29	135
	Índice de Resistência Geológica	GSI	60	44	27	54
	Constante Hoek-Brown	m_i	15	11	11	22,5

	Parâmetro		Xisto São	Xisto Transitório	Xisto Meteorizado	Pegmatito São
	Coefficiente de danos do maciço rochoso	D	0,0	0,0	0,0	0,0
	Módulo de Young para materiais intactos	E_i (GPa)	63,3	35,6	35,6	76,7
<i>Hoek-Brown (maciço rochoso)</i>	Constante Hoek-Brown	mb	2,5	1,3	0,8	4,4
		s	0,0117	0,0020	0,0003	0,0060
		a	0,503	0,509	0,527	0,504
		Dilatância	2,4	1,0	0,5	2,9
	Tensão principal durante a rotura da rocha	σ_{tm} (MPa)	0,13	0,04	0,01	0,19
	Resistência à compressão uniaxial (maciço rochoso)	σ_c (MPa)	4,3	1,4	0,4	10,3
	Força total (MPa)	σ_{cm} (MPa)	10,5	5,3	3,1	37,8
	Módulo de Young (maciço rochoso)	E_{rm} (GPa)	32,9	7,5	2,4	29,7
<i>Mohr-Coulomb (maciço rochoso)</i>	Confinamento máximo	σ_3 max (MPa)	4,3	4,1	3,9	4,9
	Força de atrito	ϕ (°)	44	35	29	54
	Força de coesão	c (MPa)	1,55	0,97	0,66	2,56

4.4. REJEITADOS

4.4.1. Caracterização Geoquímica dos Rejeitados

A Knight Piésold (KP), consultores especialistas em rejeitados, supervisionaram e reviram o programa de testes geoquímicos dos rejeitados. Concluíram assim que as propriedades geoquímicas dos rejeitados são consideradas de baixo risco (inertes) e devem poder ser geridas adequadamente através da implementação de projetos de engenharia apropriados, tendo estes sido utilizados nos dimensionamentos conceptuais deste projeto. Os resultados dos programas de teste são apresentados no Anexo III-4 e Anexo III-5.

No Anexo III-5, encontra-se uma folha Excel com os resultados analíticos aos solos, às rochas/escombros e aos rejeitados, sistematizados em formato Excel (documento: ME Results Compared to APA Soil Guidelines_M20007).

4.4.2. Caracterização geoquímica da amostra de rejeitados

4.4.2.1. Balanço Ácido-Base

A Knight Piésold (KP) analisou os dados de testes geoquímicos dos rejeitados, realizados para o estudo de definição de âmbito de abril de 2018. Foi relatado que o teor de enxofre da amostra estava abaixo do limite de deteção de 0,01 %. Como tal, a amostra possui uma acidez potencial máxima (MPA) insignificante. Da mesma forma, a capacidade de neutralização de ácido estava abaixo dos limites de deteção em <2 kg H₂SO₄/t. Como tal, a amostra tem um potencial insignificante para gerar ou neutralizar o ácido, e o potencial efetivo de geração de ácido é 0 kg de H₂SO₄/t.

O ensaio de geração de ácido efetiva (NAG) indicava que nenhum ácido foi gerado após a oxidação completa da amostra, com o pH final de geração de ácido efetiva neutro a pH 6,4.

O teste de balanço ácido-base foi relatado pelo laboratório usando as convenções e terminologia australianas, ou seja, capacidade de neutralização de ácido (ANC), acidez potencial máxima (MPA) e potencial efetivo de produção de ácido (NAPP) relatado em kg H₂SO₄/t e razão ANC/MPA (sem unidades). No entanto, a fim de cumprir os padrões da UE (especificamente EN15875: 2011), esses valores foram relatados como convertidos em potencial de neutralização (NP), potencial ácido (AP) e potencial de neutralização efetivo (NNP) em kg CaCO₃/t e a razão potencial de neutralização (NPR, sem unidades). Isso está resumido no Quadro X, com detalhes específicos sobre os procedimentos de teste fornecidos no PE20-01212 (Anexo III-5).

De referir ainda que foi realizado o teste de geração de ácido efetiva, em kg H₂SO₄/t. Este teste não está incluído nas normas da UE para caracterizar resíduos sulfúricos e, como tal, não existe um termo correspondente para esta medição.

Quadro III.10 - Terminologia Balanço Ácido-Base.

Termos Australianos	Unidades	Termos EU	Unidades
ANC	kg H ₂ SO ₄ /t	NP	kg CaCO ₃ /t
MPA	kg H ₂ SO ₄ /t	AP	kg CaCO ₃ /t
NAPP	kg H ₂ SO ₄ /t	NNP	kg CaCO ₃ /t
Razão ANC/MPA	N/A	NPR (Razão NP/AP)	N/A
NAG	kg H ₂ SO ₄ /t	N/A	N/A

Os resultados da análise, resumidos nos quadros, mostram que o enxofre não foi identificado acima do limite de deteção de 0,01%. Assim sendo, a amostra apresenta-se essencialmente desprovida de enxofre, tendo um AP insignificante. No entanto, para os fins deste estudo e adotando uma abordagem conservadora, é assumido que o teor de sulfureto é de 0,01%, com um AP correspondente de 0,3 kg CaCO₃/t.

O NP da amostra foi determinado, juntamente com estimativas do conteúdo de carbonato. Os dois resultados podem ser utilizados como uma verificação de ambos e para identificar a contribuição de NP de carbonatos e outros minerais não carbonatados. A amostra registou um NP baixo de 9 kg CaCO₃/t, com o conteúdo de carbonato indicado como “desprezível”. Desta forma, é provável que o NP seja inteiramente proveniente de minerais não carbonatos, que podem ser menos reativos e apenas estar disponíveis para neutralizar ácidos em condições de pH baixo.

Com base nos resultados de AP e NP, a amostra registou um NNP de 9 kg CaCO₃/t e uma NPR de 29, ambos indicando excesso de NP (Quadro III.11).

Quadro III.11 - Resultados do balanço Ácido-Base da amostra de rejeitados.

Espécies de Enxofre			NP	Espécies de Carbono				pH da polpa
Enxofre %	Sulfato %	Sulfureto %	kg CaCO ₃ /t	Carbono %	Carbono Insolúvel em Ácido %	Equivalente à Calcite % CaCO ₃	CaCO ₃ -NP kg CaCO ₃ /t	
0,01	0,01	0,01	9	0,02	0,02	0,00	0	8,2

4.4.2.2. Geração de Ácido Efetiva

O teste de geração de ácido efetiva (NAG) auxilia na interpretação das classificações do potencial de geração de ácido. Também identifica se os sulfuretos e os minerais neutralizantes contidos na amostra estão prontamente disponíveis para produzir ou consumir ácido.

Os resultados do teste NAG constam no Quadro III.12 e indicam que, em condições oxidantes extremas, os rejeitados não produziram qualquer ácido mensurável, sendo o pH final da solução NAG de 8,1. Estes resultados correlacionam-se bem com os resultados do balanço ácido-base.

Quadro III.12 - Cálculos do balanço Ácido-Base e resultados dos ensaios de geração de ácido efetiva (NAG) das amostras de rejeitados da flutuação.

Cálculos			Resultados NAG			Potencial de Geração de Ácido
AP kg CaCO ₃ /t	NPR	NNP kg CaCO ₃ /t	NAG (7,0) kg H ₂ SO ₄ /t	NAG (4,5) kg H ₂ SO ₄ /t	NAG pH	
0,3	29	9	0	0	7,4	Não Geradores de Ácido (NAF)

4.4.2.3. Potencial de geração de ácido

A KP prefere determinar o potencial de geração de ácido da amostra com base no NNP e nos testes NAG. Nesta base, considerando que o NNP é positivo e o pH NAG é de 8,1, a amostra é classificada como Não Geradora de Ácido (NAF), pois é entendido não haver risco da amostra de rejeitados gerar ácido. A Figura III.7 mostra o potencial de geração de ácido, de acordo com este método.

Não existe um procedimento formal para classificar o potencial de geração de ácido ao abrigo da norma EN 15875:2011, no entanto, o Artigo 1º da Decisão da Comissão 2009/359/CE estabelece a definição de resíduo inerte, com a aplicação da alínea f), do nº 1, do artigo 22º da Diretiva 2006/21/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à gestão de resíduos da indústria extrativa, sendo os resíduos considerados inertes sempre que tenham um teor máximo de enxofre, na forma de sulfureto, de 0,1% ou tenham um teor máximo de enxofre, na forma de sulfureto, de 1% e cumulativamente tenham um NPR maior que 3. Este critério também está previsto no Decreto-Lei 10/2010, Anexo I, (1) (b). Assim sendo, a amostra cumpre os critérios de balanço ácido-base para resíduos inertes.

Potencial de Geração de Ácido

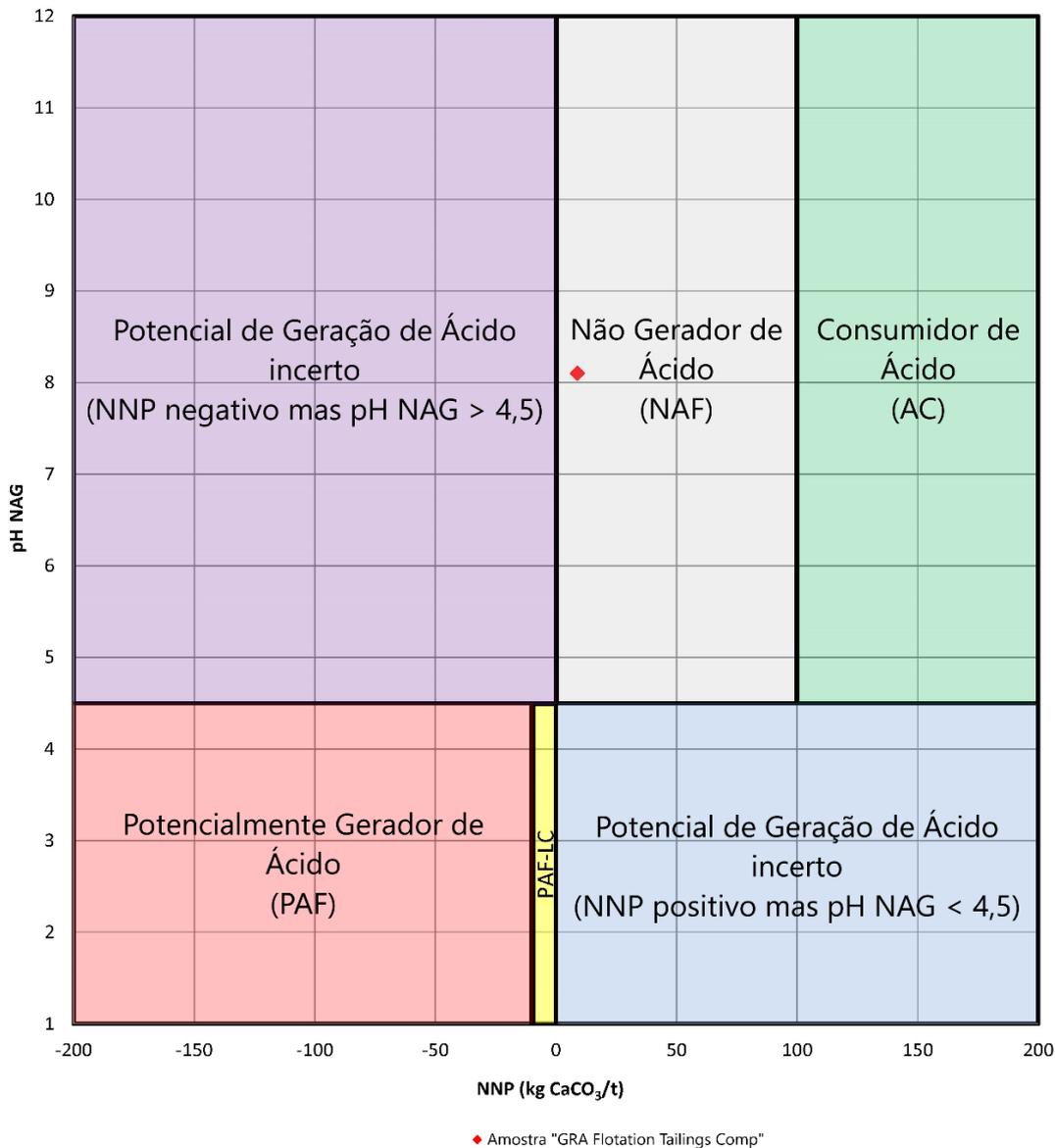


Figura III.7 - Potencial de geração de ácido.

4.4.2.4. Resultados de multi-elementos

A fim de avaliar as concentrações de metais/metaloídes dos rejeitados em relação aos critérios para resíduos inertes estabelecidos no artigo 1.º da Decisão da Comissão 2009/359 / CE e do Decreto-Lei n.º 10/2010, Anexo I, (1) (b), os resultados foram avaliados em relação aos seguintes critérios para fins de comparação:

- Enriquecimento de elementos com base nas concentrações médias de abundância na crosta.
- Valores de referência da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) para solos.
- Resultados médios de amostragem de solo da linha de referência.
- Resultados médios da base de dados de sondagens e ensaio.

Os resultados dessas comparações são fornecidos nas seções seguintes.

4.4.2.5. Enriquecimento de elementos

A análise multi-elementar “whole rock” dos sólidos dos rejeitados foi realizada para avaliar o enriquecimento de elementos na fração sólida dos rejeitados. Os resultados da análise multi-elementar foram comparados com a abundância média da crosta (ACA) para calcular os índices de abundância geoquímica (GAI). O GAI quantifica o resultado analítico de um elemento específico em termos de ACA. Os ACA e os GAI constam no Quadro III.13 e mostram que a amostra apresenta um número muito baixo de enriquecimento de elementos, com os níveis de enriquecimento variando entre ligeiro e significativo.

Verificou-se que o berílio e o molibdénio estão significativamente enriquecidos, sendo o estanho classificado como ligeiramente enriquecido. Os metais/metaloídes registrados nos rejeitados ocorrem naturalmente na mineralização e permanecem nos rejeitados após a sua beneficiação. Essas concentrações podem ser consideradas típicas de depósitos mineralizados.

Quadro III.13 - Resultados de ensaios, abundância média da crosta e índices de abundância geoquímica.

Elemento	Unidade	Resultado dos rejeitados	Abundância média da crosta	Índices de abundância geoquímica
Ag	ppm	0,10	0,07	0
Al	ppm	63788	82 000	0
As	ppm	6	1,5	1
B	ppm	50	10	1
Ba	ppm	20	500	0
Be	ppm	37	2,6	3
Bi	ppm	0,23	0,048	1
C	ppm	200	480	0
Ca	ppm	1694	41 000	0

Elemento	Unidade	Resultado dos rejeitados	Abundância média da crosta	Índices de abundância geoquímica
Cd	ppm	0,20	0,11	0
Cl	ppm	200	130	0
Co	ppm	5,1	20	0
Cr	ppm	338	100	1
Cu	ppm	128	50	0
F	ppm	190	950	0
Fe	ppm	8550	41000	0
Hg	ppm	0,01	0,05	0
K	ppm	18691	21 000	0
Mg	ppm	385	23 000	0
Mn	ppm	1009	950	0
Mo	ppm	56	1,5	4
Na	ppm	31829	23 000	0
Ni	ppm	247	80	1
P	ppm	1893	1000	0
Pb	ppm	24	14	0
S	ppm	100	260	0
Sb	ppm	0,18	0,2	0
Se	ppm	0.02	0,05	0
Sn	ppm	15	2,2	2
Sr	ppm	58	370	0
Th	ppm	1,4	12	0
U	ppm	13	2,4	1
V	ppm	7	160	0
Zn	ppm	129	75	0

Legenda:

Não enriquecido	0-1
Enriquecido ligeiramente	2
Enriquecido significativamente	3-4
Altamente enriquecido	5-6

Uma análise detalhada de todas as sondagens concluídas dentro da licença C100 (Quadro III.14) em comparação com os elementos enriquecidos destacados acima mostram que esses resultados enriquecidos são típicos das rochas na área local e não são considerados incomuns no contexto local da área do projeto.

Quadro III.14 - Tabela de resumo mostrando os resultados da sondagem C100 para elementos enriquecidos.

TODO o Pegmatito e TODAS as amostras de sondagens de circulação inversa e carotadas												
Variável	Ag ppm	Ag ppm	As ppm	Be ppm	Bi ppm	Cu ppm	Ni ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Fe pct	Li2O pct
	0,2ppm Limite de deteção	5ppm Limite de deteção										
Número de amostras	73	8275	8275	8275	8275	8275	8275	8275	8275	8380	8275	8843
Valor mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor máximo	1,7	57	3250	360	246	620	820	22,6	28	2400	6,13	3,736
Medio	0,2	2,65	23,88	111,87	0,69	2,4	13,8	0,12	2,61	70,3	0,83	0,88
Mediano	0,2	0	7	113	0,5	0	10	0	0	46	0,79	0,85
TODO o Xisto e TODAS as amostras de sondagens de circulação inversa e carotadas												
Variável		Ag ppm	As ppm	Be ppm	Bi ppm	Cu ppm	Ni ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Fe pct	Li2O pct
Número de amostras		6919	6919	6919	6919	6919	6919	6919	6919	6919	6919	6919
Valor mínimo		0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	1,21	0
Valor máximo		34	25000	390	132,5	540	1100	8,2	27	2160	10,6	0,5
Medio		2,26	104,53	19,99	0,56	21,91	34,98	0,15	2,69	47,08	3,84	0,15
Mediano		0	43	6,2	0,4	20	30	0	0	22	3,87	0,13

4.4.2.6. Triagem Preliminar da Qualidade do Solo

Os resultados da análise multi-elementar também foram comparados com os valores de referência da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) para o solo, especificamente com os valores da Tabela C, que se aplicam a locais com solos pouco profundos, que são definidos como locais onde a camada de solo sob o substrato rochoso é igual ou inferior a 2 m, em pelo menos um terço da área. Os valores fornecidos na Tabela C estão subdivididos para vários usos do solo; agrícola, urbano e industrial/comercial. Como tal, os valores para uso industrial/comercial do solo são considerados os mais aplicáveis. Embora os valores de referência sejam subdivididos com base no uso da água subterrânea, os valores não diferem para uso industrial/comercial do solo.

Adicionalmente, os valores de referência para determinados metais/metaloídeos são diferentes, dependendo do tamanho do grão do solo. Na ausência de informações detalhadas, foram aplicados os valores mais baixos para estes metais/metaloídeos. No entanto, a revisão dos resultados indica que os valores para solos com diferentes granularidades não afetariam o resultado da avaliação, com o berílio, cromo e molibdénio excedendo as diretrizes de referência do solo, independentemente da textura do solo. O sumário dos resultados, comparados com os critérios de avaliação são apresentados no Quadro III.15.

Quadro III.15 - Resultados analíticos dos rejeitados e valores de referência da APA para solos.

Elemento	Resultados dos rejeitados (ppm)	Diretrizes da APA (Tabela C) para uso do solo Industrial/Comercial (ppm)
Antimónio	0,02	40
Arsénio	6	18
Bário	20	670
Berílio	37	8
Cádmio	0,2	1.9
Chumbo	24	120
Cobalto	5	80
Cobre	128	230
Crómio	338	160
Mercúrio	0,01	3.9
Molibdénio	56	40
Níquel	247	270
Prata	0,1	40
Selénio	0,02	5.5
Tálio	N/D	3.3
Urânio	12.7	33
Vanádio	7	86
Zinco	129	340

Notas: Os valores a vermelho indicam a excedência da diretriz. N/D indica não determinado.

4.4.2.7. Dados de referência do solo

A comparação dos resultados analíticos do rejeitado com os testes de referência do solo para a área do projeto indica que as concentrações de metal/metaloide nos rejeitados são maiores do que as registadas para o solo, quando comparadas com os valores médio e máximo. Os resultados resumidos, comparados com os dados de referência do solo constam no Quadro III.16.

Quadro III.16- Resultados dos ensaios e diretrizes de triagem da qualidade do solo.

Elemento	Unidade	Resultados dos rejeitados	Valores médios dos dados de referência do solo	Valores máximos dos dados de referência do solo
Ag	ppm	0,10	0,50	0,50
Al	ppm	63788	27365	60000
As	ppm	6	23	115
B	ppm	50	1,0	1,0

Elemento	Unidade	Resultados dos rejeitados	Valores médios dos dados de referência do solo	Valores máximos dos dados de referência do solo
Ba	ppm	20	36	88
Be	ppm	37	1,2	2,8
Bi	ppm	0,23	1,0	1,0
C	ppm	200	N/D	N/D
Ca	ppm	1694	546	4940
Cd	ppm	0,20	0,4	0,4
Cl	ppm	200	N/D	N/D
Co	ppm	5,1	9,2	29,5
Cr	ppm	338	29	60
Cu	ppm	128	22	43
F	ppm	190	N/D	N/D
Fe	ppm	8550	39376	67000
Hg	ppm	0,01	0,34	4,94
K	ppm	18691	3101	6170
Mg	ppm	385	3448	10500
Mn	ppm	1009	185	430
Mo	ppm	56	0,41	0,59
Na	ppm	31829	77	270
Ni	ppm	247	19	51
P	ppm	1893	326	552
Pb	ppm	24	20	45
S	ppm	100	357	4120
Sb	ppm	0,18	0,50	0,50
Se	ppm	0,02	2,0	2,0
Sn	ppm	15	2,0	7,2
Sr	ppm	58	6,6	50,9
Th	ppm	1,4	N/D	N/D
U	ppm	13	N/D	N/D
V	ppm	7	31	61
Zn	ppm	129	49	93

Notas: Os valores a vermelho indicam a excedência da média dos dados de referência do solo. Os valores destacados a amarelo indicam a excedência do máximo dos dados de referência do solo. N/D indica não determinado.

4.4.2.8. Base de dados das sondagens e dos resultados analíticos

As concentrações de metal/metaloide de referência em litologias de pegmatito e xisto também foram revistas, com base nos resultados das análises laboratoriais da base de dados das sondagens do projeto. Os dados foram subdivididos em amostras de superfície e em profundidade. A base de dados apenas inclui dez metais/metaloídes analisados, mas a comparação com os resultados dos testes realizados à

amostra de rejeitados deste estudo indica que as concentrações de vários metais/metaloídes nos rejeitados são maiores do que os valores médio e máximo dos resultados analíticos das amostras de superfície e dos valores médios da base de dados das sondagens. Os resultados resumidos, comparados com a base de dados dos resultados analíticos constam no Quadro III.17 e Quadro III.18.

Quadro III.17 - Resultados analíticos dos rejeitados e valores médios dos resultados analíticos das sondagens.

Elemento	Unidade	Resultados dos rejeitados	Valor médio de todas as amostras de pegmatito	Valor médio de todas as amostras de xisto
Ag	ppm	0,10	2,7	2,3
As	ppm	6	24	105
Be	ppm	37	112	20
Bi	ppm	0,23	0,69	0,56
Cu	ppm	128	2,4	22
Fe	ppm	8550	8300	38400
Ni	ppm	247	14	35
Sb	ppm	0,18	0,12	0,15
Se	ppm	0,02	2,6	2,7
Sn	ppm	15	70	47

Notas: Os valores a vermelho indicam a excedência da média dos valores do pegmatito. Os valores destacados a amarelo indicam a excedência da média dos valores do xisto. RC: sondagem de circulação inversa. DD: sondagem carotada.

Quadro III.18- Resultados analíticos dos rejeitados e valores médios dos resultados analíticos das sondagens (amostras de superfície).

Elemento	Unidade	Resultados dos rejeitados	Valor médio de todas as amostras de pegmatito (RC e DD)	Valor médio de todas as amostras de xisto (RC e DD)
Ag	ppm	0,10	2,65	2,26
As	ppm	6	23,88	104,53
Be	ppm	37	111,87	19,99
Bi	ppm	0,23	0,69	0,56
Cu	ppm	128	2,4	21,91
Fe	ppm	8550	8300	38400
Ni	ppm	247	13,8	34,98
Sb	ppm	0,18	0,12	0,15
Se	ppm	0,02	2,61	2,69
Sn	ppm	15	70,3	47,08

Notas: Os valores a vermelho indicam a excedência da média dos valores do pegmatito. Os valores destacados a amarelo indicam a excedência da média dos valores do xisto. RC: sondagem de circulação inversa. DD: sondagem carotada.

4.4.2.9. Análise do extrato de água destilada

Foram realizados testes de extrato para determinar a solubilidade dos metais e metaloides contidos na fração sólida dos rejeitados, uma vez que não foi fornecida à KP uma amostra do filtrado.

O método utilizado segue os mesmos princípios estabelecidos na norma EN 14429:2015, para a solução de pH natural (conforme a Secção 9.4), com a exceção de que a solução de extrato é preparada com uma proporção de água:sólidos de 3:1, em vez de 10:1, e é agitada durante 24 horas, em vez de 48 horas. Mais detalhes sobre o método do teste utilizado nesta tarefa são fornecidos no Documento PE20-01212 (Anexo III-5). Nas etapas de projeto subsequentes, aquando a repetição dos testes em rejeitados, será analisada uma amostra de filtrado ou serão realizados testes de extrato nos sólidos de rejeitados, de acordo com a norma EN 14429:2015.

Os resultados do teste de extrato foram comparados com uma gama de valores de referência de qualidade da água para permitir a avaliação inicial da química da água lixiviada. Estes valores de referência são descritos abaixo. Os detalhes adicionais constam no Documento PE20-01212 (Anexo III-5).

Não está implícito que, pela produção dos valores de referência da qualidade da água, o projeto terá de atender estes níveis de referência ou que estes níveis de referência devem ser utilizados como quadro regulamentar.

4.4.2.10. Diretrizes da UE para água potável

A amostra de extrato foi ainda comparada com as diretrizes da UE para a água potável, complementada pelas diretrizes da OMS para o bário e o urânio, de forma a permitir uma avaliação mais completa.

Verificou-se que o extrato é de qualidade razoável, com ligeiras excedências das diretrizes para o arsénio e o para o fluoreto (parâmetros químicos), juntamente com o manganês (parâmetro indicador). Nesta fase, ainda não foi determinado se o projeto terá de cumprir as diretrizes para água potável.

Os resultados das análises, comparados com as diretrizes para água potável constam na Quadro III.19. As implicações para a gestão do rejeitados são apresentadas na secção seguinte - Medidas de Controlo de Escombreiras.

Quadro III.19 - Comparação entre os resultados das análises e as diretrizes da água potável.

Parâmetro	Diretrizes da Água Potável [mg/l]	Resultados das Análises [mg/l]
pH	6,5-9,5	8,2
TDS	N/G	30
EC	2500	97
Alumínio	0,2 ¹	0,24
Antimónio	0,005	0,012
Arsénio	0,01	0,05

Parâmetro	Diretrizes da Água Potável [mg/l]	Resultados das Análises [mg/l]
Bário	0,7 ²	0,002
Boro	1	0,04
Cádmio	0,005	0,00002
Cálcio	N/G	2,1
Cloreto	250	12
Crómio	0,05	0,01
Cobalto	N/G	0,0001
Cobre	2	0,03
Fluoreto	1,5	0,60
Ferro	0,2	0,07
Chumbo	0,01	0,001
Magnésio	N/G	1,0
Manganês	0,05	0,03
Merúrio	0,001	0,0001
Molibdénio	N/G	0,006
Níquel	0,02	0,01
Fósforo	N/G	1,5
Selénio	0,01	0,001
Prata	N/G	0,0004
Sódio	200	13
Sulfato	250	7
Estanho	N/G	0,001
Urânio	0,03 ²	0,0009
Vanádio	N/G	0,01
Zinco	N/G	0,01

Notas:

N/G – Sem diretrizes

Valores em vermelho indicam que as diretrizes europeias para água potável foram excedidas.

1 O limiar para o alumínio é um parâmetro indicador e não baseado na saúde.

2 Valor retirado das diretrizes OSM na ausência de limiares europeus.

4.4.2.11. Medidas de controlo das escombreyras

Em geral as propriedades geoquímicas dos rejeitados são consideradas de baixo risco e devem ser capazes de ser geridas de forma adequada, através da aplicação de controlos de engenharia apropriados, conforme descrito seguidamente.

Os rejeitados produzidos serão colocados simultaneamente com os estéreis produzidos na mina em instalações de armazenamento (escombreyras). A cobertura e o encapsulamento contínuos dos rejeitados serão alcançados como parte dos procedimentos operacionais padrão de deposição das escombreyras. Este sistema de cobertura deve ser resistente à erosão e incorporar um meio de crescimento para incentivar a revegetação.

As características de redução da infiltração do sistema de cobertura dependerão dos limites ambientais de descarga especificados para o projeto, que poderão ter em consideração a qualidade de referência das águas superficiais e subterrâneas. No entanto, os resultados desta avaliação indicam que as elevadas concentrações de metais/metaloídes registadas nas amostras de rejeitados não parecem ser facilmente móveis. Assim sendo, não é esperado que as concentrações do lixiviado provenientes dos rejeitados sejam problemáticas, considerando os valores das diretrizes para a qualidade da água aplicadas neste estudo. Note-se que o desenho conceptual atual das escombreyras incorpora medidas de drenagem e de captação de águas superficiais para reduzir a infiltração na escombreyra e sistemas de recolha de infiltração na base a jusante, dos quais o lixiviado será bombeado para um sistema de filtração/tratamento de água antes da sua reutilização ou descarga durante as operações. Portanto, a intenção é que a água descarregada da escombreyra cumpra os limites de descarga do projeto.

Com base nestes resultados, um requisito fundamental do dimensionamento da escombreyra é evitar a perda dos sólidos dos rejeitados, através de estruturas de controlo de sedimentos adequadas. Estas estruturas interceptarão as principais linhas de drenagem e direcionarão a água ao redor das áreas de exploração, usando aterros baixos, barreiras baixas e canais de desvio. Pretende-se que todas as áreas perturbadas sejam desviadas para estes sistemas, de forma a permitir o controlo de sedimentos e filtração antes da água ser descarregada a jusante ou reciclada na lavaria para tratamento (para fornecer água de qualidade adequada para o processamento ou para descarga direta no Rio Covas). Após o encerramento, depois da remoção dos sedimentos contidos (colocados nas escombreyras) e uma vez estabilizadas as áreas de reabilitação, estas estruturas serão removidas para restaurar as linhas de drenagem à sua configuração original, tanto quanto possível. A necessidade de remover completamente as estruturas após o encerramento será revista no final da vida útil da mina, como parte da estratégia geral de encerramento.

4.4.2.12. Conclusões

A amostra de rejeitado é considerada não geradora de ácido (NAF), considerando o conteúdo negligenciável de enxofre, o valor NNP positivo e o resultado de pH NAG próximo de neutro. Com base nestes resultados, não se antecipa que haja risco de que a amostra de rejeitado gere ácido.

A amostra também cumpriu a definição de resíduo inerte, de acordo com o Artigo 1.º da Decisão da Comissão 2009/359/CE, completada pela alínea f) do nº 1 do Artigo 22.º da Diretiva 2006/21/ E do Parlamento Europeu e Conselho, relativos à gestão de resíduos das indústrias extrativas, sendo os resíduos considerados inertes sempre que tenham um teor máximo de enxofre, na forma de sulfureto, de

0,1% ou tenham um teor máximo de enxofre, na forma de sulfureto, de 1% e cumulativamente tenham um NPR maior que 3. O mesmo critério está estabelecido no Decreto-Lei n.º 10/2010, Anexo I, (1) (b).

A amostra teve um número muito baixo de enriquecimento de elementos, tendo o nível de enriquecimento variado de ligeiro a significativo. Verificou-se que o berílio e o molibdénio estão significativamente enriquecidos, sendo o estanho classificado como ligeiramente enriquecido. De notar ainda que estes resultados indicam uma redução substancial no enriquecimento de metais/metaloídes, em comparação com a anterior amostra de rejeitados, testada em dezembro de 2019.

A comparação dos resultados da análise multi-elementar com os valores de referência da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) para o solo, especificamente os valores da Tabela C, que se aplicam a locais com solos pouco profundos e uso industrial/comercial, indica que as concentrações de berílio, crómio e molibdénio no rejeitados excederem as diretrizes de referência para o solo.

A comparação das concentrações de metais/metaloídes do rejeitados com os dados de referência do solo e com a base de dados dos resultados analíticos das sondagens, indica que as concentrações de vários metais/metaloídes nos rejeitados são mais elevadas do que valores médio e máximo das condições de referência. No entanto, no geral, as concentrações podem ser consideradas típicas de depósitos mineralizados e quaisquer potenciais problemas podem ser geridos com os apropriados controlos de engenharia.

A amostra de extrato de água destilada foi considerada de qualidade razoável quando comparada com as diretrizes IFC para efluentes mineiros, com os valores-limite portugueses de descarga e com as diretrizes da EU para águas superficiais, cumprindo os vários critérios. Tal indica que os metais/metaloídes identificados nos sólidos dos rejeitados não estão prontamente solúveis, sob condições de pH próximas de neutro, condições essas que se espera que prevaleçam nas escombrelas. Como tal, as concentrações do lixiviado resultante dos rejeitados não devem ser problemáticas, com base nos valores de referência da qualidade da água aplicados neste estudo.

No entanto, a amostra excedeu ligeiramente as diretrizes da UE para água potável para o arsénio, fluoreto e manganês. No geral, as concentrações de metais/metaloídes foram menores do que o teste da anterior amostra de rejeitados de dezembro de 2019. Os controlos de engenharia implementados com base nesses resultados são descritos no item anterior para garantir o controle adequado de quaisquer sedimentos do projeto.

4.4.3. Caracterização geotécnica de rejeitados

Uma amostra de rejeitados foi preparada pela Nagrom and Co. e enviada ao laboratório da KP em Perth em novembro de 2019. A amostra chegou como um “bolo” filtrado e foi rotulada como “Subproduto Rejeitado Comp”. É referida como “Amostra da Savannah” para os fins deste documento. Os seguintes testes foram realizados pela Trilab Perth na amostra:

- Testes de classificação para determinar:
 - Distribuição por Tamanho de Partícula (PSD) dos rejeitados;
 - Densidade de partículas de sólidos rejeitados;
 - Limites de *Atterberg* dos sólidos dos rejeitados;

- Relação humidade - densidade;
- Dispersão.

4.4.3.1. Teste de classificação

Onde apropriado, os testes de classificação foram conduzidos de acordo com as normas australianas. Os resultados dos testes de classificação para a amostra da Savannah e os padrões australianos relevantes estão resumidos no Quadro III.20.

A análise da Distribuição de tamanho de partícula (PSD) para a amostra foi concluída de acordo com AS1289 3.6.3. O PSD medido é apresentado no 0. A amostra da Savannah consistiu em 17 % de areia, 80 % de silte e 3 % de argila. Os testes indicaram que o material é SILTE não plástico com areia e vestígios de argila, sendo classificado como ML de acordo com a classificação do solo AS1726:2017. A amostra tem um P80 de 70 μm .

Quadro III.20- Testes de classificação – resultados e normas relevantes.

Teste	Amostra da Savannah	AS1289
Densidade das partículas sólidas (t/m^3)	2,57	3.5.1
Limite Líquido (%)	Inacessível	3.9.1, 3.9.2
Limite Plástico (%)	Inacessível	3.2.1
Índice de Plasticidade (%)	Não plástico	3.3.1
Contração Linear (%)	Inacessível	3.4.1

Quadro III.21 - Distribuição do tamanho da partícula.

Fração	Tamanho da Partícula [μm]	Percentagem de Passagem (%)
		Amostra da Savannah
Areia	2360	100
	600	100
	200	99
Silte	75	83
	20	20
	6	10
Argila	2	3

A curva de classificação indica que a amostra da Savannah cai dentro dos limites de solos potencialmente liquefificáveis e, portanto, a liquefação da massa de rejeitados precisa ser considerada no projeto. Desta forma, todos os dimensionamentos realizados para a deposição de rejeitados (Escombeira Sul) consideraram este fator.

4.4.3.2. Relação Humidade - Densidade

A relação entre o teor de humidade e a densidade seca da amostra da Savannah foi obtida através de testes padrão de densidade de compactação do solo, de acordo com AS 1289.5.1.1 e AS 1289.2.1.1. O relatório de teste está incluído no Anexo III-6.

A amostra possui uma densidade seca máxima padrão (SMDD) de 1,44 t/m³ e um teor de humidade ideal (OMC) de 24,8 %. Isso equivale a um índice de vazios de 0,78.

4.4.3.3. Teste de dispersão

Foi realizado à amostra da Savannah um teste de dispersão de acordo com AS1289.3.8.1. O relatório do teste está incluído no Anexo III-6 e foi determinada uma classe de emersão número 3, que indica que o solo quando remodelado no limite plástico (LP) se dispersa na água (note-se que não foi possível determinar o LP), pelo que a amostra da Savannah foi considerada dispersiva. O dimensionamento da escombreira incluirá medidas para reduzir o potencial de dispersão e erosão de finos das instalações, como filtragem, encapsulamento e controlo de água.

4.4.3.4. Avaliação da resistência

A resistência ao cisalhamento dos rejeitados depositados será impactada pela densidade alcançada e pelo teor de humidade *in situ*. Pode variar num intervalo significativo, dependendo dos métodos de deposição e compactação adotados.

O ângulo de atrito e coesão efetivos foram estimados com base nos testes limitados de classificação concluídos até ao momento e nas relações empíricas. Dependendo das condições *in situ* alcançadas após a colocação, espera-se que os parâmetros de resistência estejam dentro do seguinte intervalo:

Caso 1: Deposição final/níveis elevados/sem compactação formal: $c' = 0$, $\phi' = 26^\circ$.

Caso 2: Níveis controlados de 0,3 m/compactação formal para a densidade seca máxima padrão (SMDD) a 96 % com teor de humidade ideal: $c' = 0$, $\phi' = 35^\circ$.

A resistência ao cisalhamento em condições húmidas depende do teor de humidade e dos níveis de tensão, a razão da resistência ao cisalhamento em condições húmidas estaria na faixa de 0,15 a 0,4 e ~0,1 após a liquefação.

Com o produto esperado de rejeitados filtrados resultantes dos filtros da lavaria, com um teor ideal de humidade necessário para a compactação ou um pouco mais secos, será simples alcançar os níveis necessários/especificados de compactação e resistência para manter a escombreira como estável durante a operação e após o encerramento.

5. ESCOMBREIRAS

5.1. INTRODUÇÃO

A Savannah optou por usar um conceito de deposição a seco dos rejeitados, para armazenamento dos rejeitados provenientes da lavaria, em oposição a um sistema de deposição de lamas, devido à topografia muito acidentada da área do projeto e à sensibilidade ambiental da área envolvente. Este é um método mais caro e trabalhoso para armazenar rejeitados, mas minimizará o risco ambiental e resultará numa instalação mais estável que poderá ser progressivamente reabilitada ao longo da vida útil da mina.

Os rejeitados filtrados, com humidade de cerca de 15 % do peso, serão transportados por *dumper* até à escombreira localizada a sul do local proposto para a lavaria. Todos os rejeitados serão dispostos dentro da escombreira com contenção total fornecida pelo estéril. Uma frota de *dumpers* e pás carregadoras carregará os rejeitados filtrados, provenientes da instalação de filtragem, fazendo o transporte até a escombreira, a uma distância média de 1 km. Buldózers e cilindros compactadores serão usados para espalhar e compactar os rejeitados filtrados na escombreira, em níveis controlados para garantir densidades adequadas dos rejeitados. Um camião de rega de caminhos será utilizado para controlar a humidade para a compactação, bem como para o controlo de poeiras.

Os rejeitados da lavaria serão depositados com o estéril da mina criando um empilhamento de 3H:1V com uma camada de estéril envolvendo a escombreira para estabilidade e controle de erosão. A base da escombreira será limpa de solos inadequados de baixa resistência. Uma rede de drenos granulares será construída sobre a fundação preparada da escombreira, para reduzir os níveis freáticos no interior da escombreira e manter a estabilidade. Além disso, canais de desvio e valas perimetrais serão construídos em etapas ao longo do desenvolvimento da escombreira para gerir o escoamento superficial.

As águas decorrentes da infiltração dos estéreis e rejeitados da mina serão coletadas nas valas do perímetro e, finalmente, serão encaminhadas para bacias de sedimentação a jusante, para reciclagem na unidade de tratamento de água. Prevê-se que, durante a vida útil da mina, o local da colocação dos rejeitados nas instalações de armazenamento da escombreira seja continuamente ajustado para garantir que o encapsulamento seja mantido à medida que a instalação de armazenamento cresce. Isso facilitará a reabilitação progressiva das escombreiras e permitirá a monitorização eficaz dessas áreas para demonstrar uma reabilitação bem-sucedida.

As bacias de sedimentação a jusante da área de instalação de armazenamento de estéril e rejeitados serão construídas com materiais de empréstimo da construção das estradas e infraestruturas. Um descarregador de transbordo será construído no encosto natural do solo. O descarregador será dimensionado e revestido com proteção contra erosão para permitir uma inundação segura durante um evento extremo de tempestade. A acumulação de sedimentos dentro da bacia de sedimentação deve ser removida, como parte de um programa de manutenção anual, para garantir que as capacidades de armazenamento das bacias sejam mantidas durante a vida útil do projeto. A qualidade da água que transborda das bacias de sedimentos será controlada continuamente para garantir que a água de descarga esteja dentro dos limites de qualidade exigidos.

Refira-se que as águas destas bacias só serão descarregadas num evento de extrema pluviosidade, uma vez que estas águas são reaproveitadas para alimentar a lavaria.

A escombreira foi projetada de acordo com as diretrizes de segurança de barragens reconhecidas internacionalmente, publicadas pela International Commission of Large Dams (ICOLD), Australian National Committee on Large Dams (ANCOLD) ou pela Canadian Dam Association (CDA).

O requisito de volume total de armazenamento de rejeitados é de aproximadamente 9,6 Mm³ ao longo da vida útil da mina. Estes valores são baseados na densidade seca estimada de rejeitados de 1,6 toneladas/m³ (seca).

5.2. OBJETIVOS

As escombreiras são instalações de resíduos projetadas para o armazenamento de resíduos mineiros, podendo ser apenas de estéreis ou mistura de rejeitados e estéreis, sendo esta última formada por deposição simultânea, controlada e compactada de estéreis e rejeitados filtrados, numa forma sólida (Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8).

Na escombreira que acolhe estéreis e rejeitados, os estéreis são seletivamente colocados em torno do perímetro externo da escombreira para formar um aterro de contenção de modo a reter e encapsular o material mais fino dos rejeitados. Com a colocação seletiva e controlada de estéreis e rejeitados, os parâmetros gerais de resistência do depósito podem ser melhorados ao nível da estabilidade, incrementando-se também a resistência à erosão a longo prazo. Uma das vantagens desta estrutura é possibilidade de construção faseada, permitindo o encapsulamento e a reabilitação contínuos durante as operações de exploração.

Os objetivos do projeto para as Escombreiras, podem ser resumidos da seguinte forma:

- Proporcionar uma estrutura estável a longo prazo, armazenando toda a quantidade de estéreis e rejeitados produzidos.
- Otimizar as distâncias de transporte de estéreis, tanto quanto possível.
- Reduzir os impactes visuais, ruído e poeiras, tanto quanto possível.
- Manter as estruturas de armazenamento dentro dos limites atuais de concessão.
- Reabilitação contínua de áreas nos limites finais da construção.
- Controlar o escoamento superficial e reduzir a geração de sedimentos.
- Reduzir a geração de poeiras;
- Gerir impactos nos proprietários de terrenos circundantes.

5.3. BASE DO PROJETO

5.3.1. Geral

Antes de qualquer colocação de resíduos, o solo superficial será retirado da área de armazenamento proposta e transportado para uma zona de pargas. A remoção da camada superficial do solo será

realizada por fases, à medida que a área de armazenamento se expande, para fornecer uma área de fundação estável para o futuro armazenamento de resíduos. O solo superficial removido será armazenado (pargas) para ser usado nos trabalhos de reabilitação quando os taludes finais dos depósitos de resíduos forem estabelecidos.

Os estéreis serão transportados diretamente da corta para a área de armazenamento de resíduos mais próxima usando a frota de *dumpers*.

Preconiza-se que a maioria dos estéreis gerados pela exploração das cortas do Pinheiro e Grandão e todos os rejeitados da lavaria sejam depositados numa escombreira, localizada a sul da área da mina.

Nas opções 2 e 3, existe a possibilidade dos estéreis serem utilizados para enchimento da corta e como barreira sonora e visual. Os rejeitados resultantes da operação de concentração da mineralização na lavaria, serão filtrados para remover a água, colocados num *dumper* e transportados para a Escombreira Sul (Desenho 6, Desenho 7 e Desenho 8).

Todas as escombreiras serão projetadas para não excederem as elevações topográficas máximas atuais e serão modeladas para se enquadrarem na paisagem atual. O trabalho de reabilitação que decorre concomitantemente com a exploração, garantirá que os aterros sejam estáveis a longo prazo e se enquadrem na paisagem natural.

Os principais objetivos do dimensionamento adotados para as escombreiras da Mina do Barroso estão resumidos a seguir:

- Contenção permanente e segura de todos os estéreis.
- Reduzir a infiltração de água na instalação.
- Fornecer uma estrutura estável a longo prazo e não suscetível à erosão incontrolável.
- Fornecer um plano eficaz de encerramento e reabilitação.

5.3.2. Categoria do projeto

O projeto das escombreiras foi baseado no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de Fevereiro, que detalha os requisitos para a gestão de resíduos de indústrias extrativas.

Este diploma estipula que uma instalação de resíduos deve ser classificada como 'Categoria A' se uma rutura devido a uma perda de integridade estrutural ou operação incorreta conduzir a uma das seguintes ações:

- Potencial perda de vida não negligenciável.
- Perigo grave para a saúde humana.
- Perigo grave para o meio ambiente.

Com base numa avaliação de rutura, é provável que o risco esteja confinado apenas aos operadores nas proximidades da estrutura nesse momento e o risco geral seja baixo ou insignificante. Assumindo procedimentos de limpeza padrão e que os rejeitados não tenham grandes problemas geoquímicos, considera-se que a escombreira não será classificada como 'Categoria A'. Ainda assim, a Savannah adotou todas as medidas para a Escombreira Sul como se de uma instalação de Categoria A se tratasse.

5.3.3. Critérios do projeto

Como os rejeitados serão filtrados e armazenados juntamente com os estéreis, as propriedades dos mesmos ditarão a base do dimensionamento. Os critérios do projeto adotados para a estrutura foram baseados nas propriedades geotécnicas dos rejeitados (mais conservativas) e nos critérios da deposição típica de rejeitados a seco.

Os fatores de segurança, infiltração e estabilidade e requisitos de desempenho à erosão a longo prazo, são baseados nas diretrizes apresentadas no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de Fevereiro.

5.4. PARÂMETROS DO PROJETO

5.4.1. Rocha estéril

A avaliação dos parâmetros do projeto foi baseada na interpretação da base de dados de relatórios de prospeção e pesquisa geológica e geotécnica, bem como no registo fotográfico das sondagens carotadas de prospeção e pesquisa e geotécnicas nas áreas das cortas.

Para desenvolver o projeto das escombreiras, foram utilizados os seguintes critérios:

- Grau de meteorização

A meteorização da massa rochosa na Mina do Barroso é tipicamente limitada próxima da superfície. Foram identificadas raras zonas altamente meteorizadas e, onde presentes, geralmente encontram-se até 10 m de profundidade ou em estritas zonas de cisalhamento/falha isoladas em amostras carotadas. Uma zona transacional de massa rochosa moderada a fracamente meteorizada é normalmente encontrada na proximidade da superfície, a profundidades entre 30 a 50 m abaixo do nível do solo, mas pode variar de 0 a mais de 100 m de espessura.

- Alteração

A principal alteração registada na área da Mina do Barroso consiste na silicificação, correspondendo a 82% dos tipos de alterações identificadas. O único outro tipo de alteração representativa registado é a cloritização, que representa 10%. A intensidade da alteração foi registada na base de dados das sondagens, variando de intensa (> 50% alterada) a nenhuma alteração. A maioria dos intervalos registados contém alterações nulas ou fracas, com poucas alterações fortes ou intensas, resumidas no Quadro III.22.

Os níveis de alteração analisados na base de dados das sondagens correlacionam-se com os níveis de meteorização. A massa de rocha fresca a fracamente meteorizada apresenta principalmente alterações

fracas ou inexistentes. Quase 60% do material meteorizado moderado é medianamente ou fortemente alterado e quase 40% da massa rochosa altamente meteorizada é intensamente meteorizada.

Quadro III.22 - Percentagens de alteração registadas na base de dados de sondagens.

Alteração	% de Intervalos Registados
Intenso (>50%)	3%
Forte (30-50%)	8%
Moderado (5-30%)	17%
Fraco (1-5%)	25%
Nenhuma	48%

Em suma, o material total (mineralização e estéril) que será gerado pela exploração é esperado que seja fresco a ligeiramente meteorizado.

- Ensaio de Densidade

Uma série de ensaios de densidades foi realizada nos laboratórios da ALS e Nagrom, que indicaram valores de densidade aparente na faixa de 2,2 t/m³ a 2,8 t/m³, com valores médios na ordem de 2,7 t/m³.

Foi usado um fator de empolamento de 1,3 para estimar a densidade aparente alcançada dentro de escombreiras a 2,1 t/m³, considerada típica para materiais rochosos semelhantes levemente meteorizados a frescos.

- Ensaio de compressão uniaxial

Os ensaios de compressão uniaxial (σ) indicam uma resistência média de ~50 MPa para as amostras utilizadas.

- Ensaio de compressão triaxial

Os ensaios de compressão triaxial, nas amostras estudadas, apontam para um ângulo médio de atrito (Φ) de 42 graus.

5.4.2. Rejeitados

Foi realizado um ensaios de classificação de uma amostra representativa de rejeitados, tendo obtido as seguintes características:

- Distribuição do tamanho das partículas:
 - P₈₀ ~70 microns.
 - 100 % infra 0,3 mm.
 - 83 % infra 75 microns (silte e argila).

- 20 % infra 2 microns (argila).
- Densidade das partículas 2,57 t/m³.
- Limites Atterberg
 - Limite Líquido: não obtido.
 - Limite Plástico: não obtido.
 - Índice de Plasticidade: Não plástico.
- Densidade
 - Densidade Máxima a Seco (Padrão): 1,44 t/m³.
 - Conteúdo Ótimo de Humidade: 25 %.

Com base nos testes executados, as amostras de rejeitados classificam-se como um silte argiloso de baixa plasticidade, com areia.

5.4.3. Parâmetros adotados

Os parâmetros do projeto adotados para as escombreliras estão sumarizados no Quadro III.23.

Quadro III.23 - Parâmetros de dimensionamento das escombreliras.

PARÂMETRO	VALOR
GEOMETRIA	
Produto Estéril	Rocha Estéril: 83,8 Mt total ~ 6 a 12 Mt/ano Rejeitados: Filtrados, transportados, empilhados 17,4 Mt total ~ 1,5 Mt/ano (média)
Densidade	Rocha Estéril = 2,2 -2,8 t/m ³ Rejeitados = 1,4 t/m ³ Densidade Geral Alcançada = 2,1 t/m ³
Parâmetros de dimensionamento dos taludes	Rocha Estéril: Ângulo de Atrito = 38 graus, Rejeitados: Ângulo de Atrito = 34 graus, Ângulo Geral da Massa das Escombreliras (resíduos misturados): 34 graus,
Fundação	Vegetação e solo superficial removidos e armazenados, Elaboração de degraus na área da base e em terrenos íngremes,
Degraus	Espaçamento: 10m Espessura: 5m
Taludes	Inter-degraus: 1V:2,5H (22 graus ou 40%) Total: 1V:3H (18 graus ou 33%)

PARÂMETRO	VALOR
Afastamentos Mínimos	25 m para o limite 15 m para linhas de alta tensão
CONSTRUÇÃO	
Materiais de Construção - Enchimento Especificado (Zona C) - Material da Sub-Base - Material da camada de desbaste - Material de proteção à erosão (Zona E) - Enrocamento de gabiões	Retirado das áreas de escavação. Material selecionado resultante das áreas de escavação. Material selecionado resultante das áreas de escavação. Retirado de áreas de empréstimo selecionadas. Material selecionado resultante das áreas de escavação.
PILHAS MENORES	
Pargas	Altura máxima 2 m Talude de enchimento = 1V: 2.0H
Aterros Menores	Talude de enchimento = 1V:3.5H
CONTROLO DE SEDIMENTOS	
Controlo	Todo o escoamento será direcionado para estruturas de controlo de sedimentos, sempre que possível.
Contenção	Onde possível/prático
Execução	Captação de areias finas de eventos de tempestade < T de 10 anos
REABILITAÇÃO	
Taludes expostos de escavação e enchimento	Restabelecer a vegetação herbácea e arbórea local, onde for viável.

Os esboços resultantes são apresentados abaixo nas Figura III.8 e Figura III.9, e os desenhos detalhados constam no Anexo III-8.

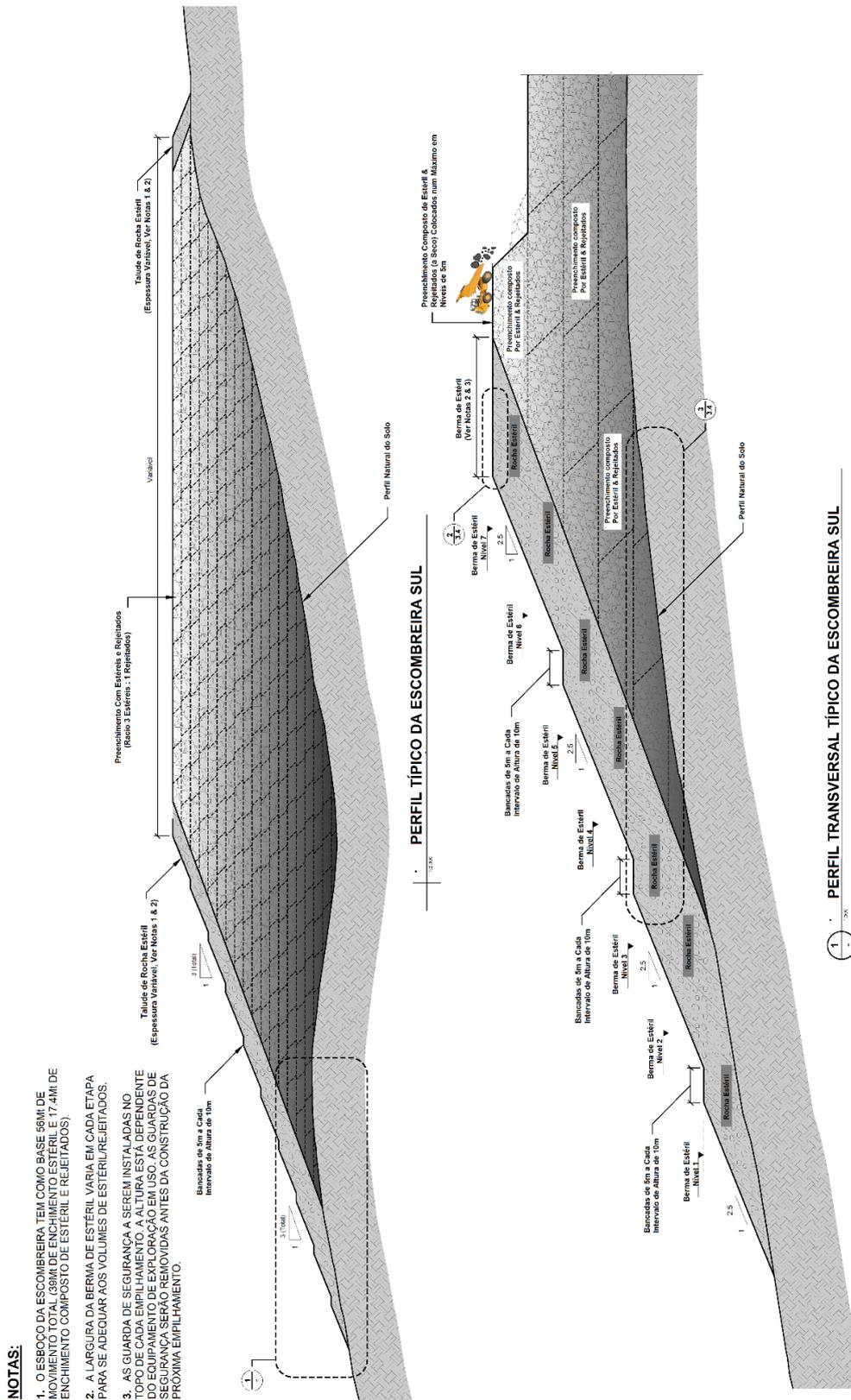


Figura III.8 - Detalhes da evolução/construção da Escobreira Sul.

NOTAS:

1. O ESBOÇO DA ESCOMBREIRA TEM COMO BASE 56M DE MOVIMENTO TOTAL (39M DE ENCHIMENTO ESTÉRIL E 17,4M DE ENCHIMENTO COMPOSTO DE ESTÉRIL E REJEITADOS).
2. UMA BERMA DE ESTÉRIL, COM UMA LARGURA MÍNIMA DE 10M DEVE SER MANTIDA DURANTE A CONSTRUÇÃO. A LARGURA MÍNIMA SERÁ REVISTA APÓS OS VEÍCULOS DE CONSTRUÇÃO SEREM CONFIRMADOS.
3. A LARGURA DA BERMA DE ESTÉRIL VARIA EM CADA ETAPA PARA SE ADEQUAR AOS VOLUMES DE ESTÉRIL REJEITADOS.
4. AS GUARDAS DE SEGURANÇA A SEREM INSTALADAS NO TOPO DE CADA EMPILHAMENTO, A ALTURA ESTÁ DEPENDENTE DO EQUIPAMENTO DE EXPLORAÇÃO EM USO. AS GUARDAS DE SEGURANÇA SERÃO REMOVIDAS ANTES DA CONSTRUÇÃO DA PRÓXIMA EMPILHAMENTO.

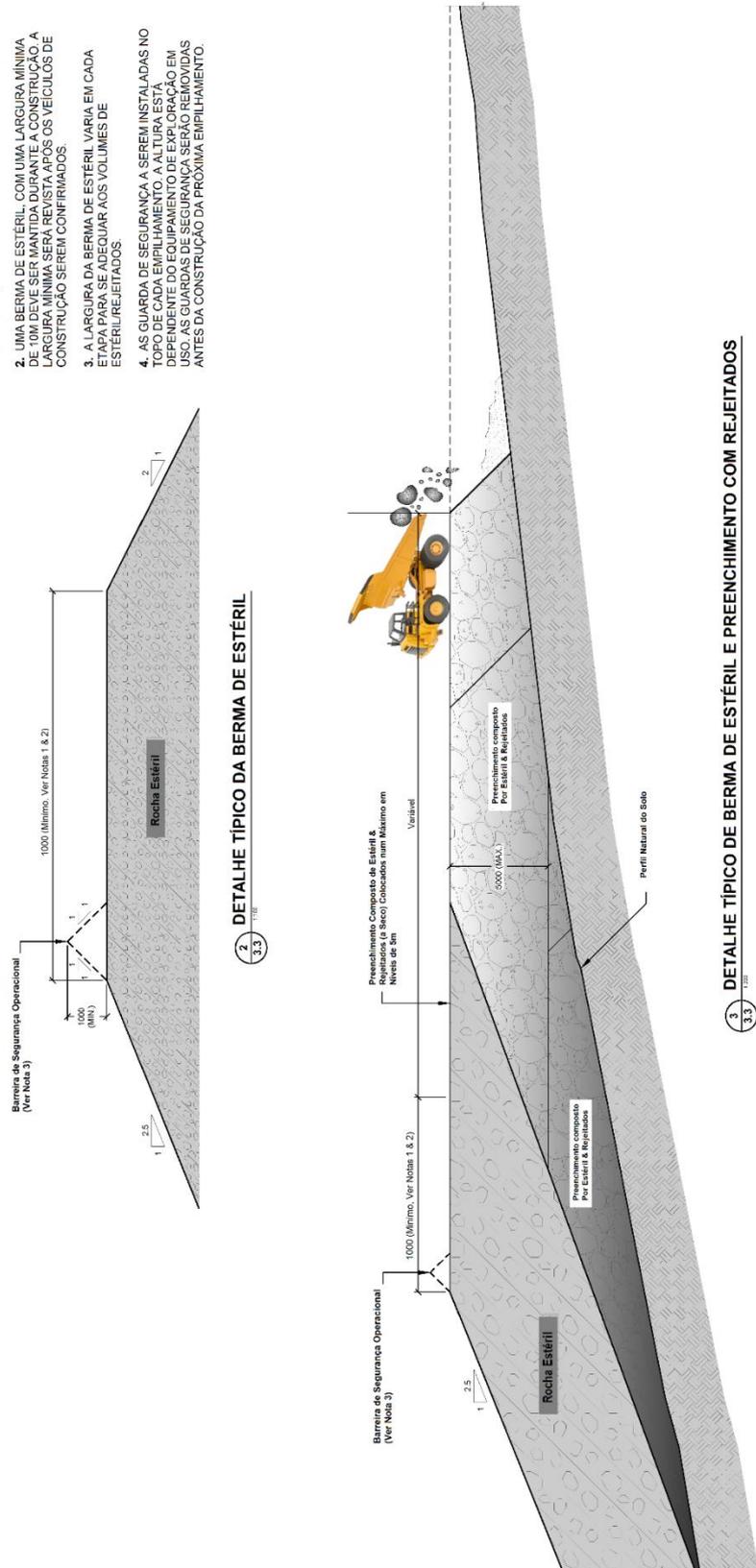


Figura III.9 - Detalhes da evolução/construção da Escombreira Sul.

5.4.4. Avaliação de risco

Um dos principais aspetos a considerar no desenho conceptual das escombreyras é a avaliação de risco. O principal objetivo da sequência de desenvolvimento adotada e da geometria geral da escombreyra é fornecer estruturas estáveis a longo prazo. Como tal, as escombreyras foram projetadas recorrendo às melhores práticas adotadas pela indústria mineira em geomorfologias e condições climáticas semelhantes. Além disso, foram usadas as "Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design" (Hawley and Cuning/CSIRO 2017) para formalizar a avaliação de riscos do projeto.

As diretrizes fornecem um processo formal para desenvolver uma classificação de risco para as escombreyras, que é posteriormente usada para informar os requisitos de investigação, planeamento, construção e operação.

A determinação do perigo que a escombreyra representa a jusante para o ambiente e proprietários de terrenos considera os seguintes aspetos:

- Enquadramento regional: sismicidade, precipitação, condições da fundação (talude, material, estratigrafia, potencial de liquefação, água subterrânea).
- Qualidade do material: granulometria, resistência.
- Geometria da escombreyra: altura, talude, volume e massa.
- Estabilidade estática/estabilidade dinâmica.
- Construção: método, índice de carga.
- Desempenho de estabilidade: estabilidade a longo prazo e resistência à deformação, instabilidade localizada e erosão.

A avaliação detalhada da classificação de perigo é fornecida nos Anexo III-9 e Anexo III-10, assim como um breve resumo que é apresentado abaixo.

A classificação de perigo de cada uma das opções de armazenamento foi avaliada utilizando uma avaliação de risco de escombreyras, conforme apresentado em "Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design, 2017" (Ref. 1). A avaliação geral da escombreyra está resumida no Quadro III.24. Como todas as opções de armazenamento são semelhantes no sistema de classificação usado, apenas uma classificação foi elaborada.

Com base na avaliação das escombreyras da Mina do Barroso, foi determinada uma classificação de risco 'Baixo'. Os requisitos para investigação, planeamento e aplicação da construção com base nessa classificação foram adotados da seguinte forma:

- Investigação completa do local, ensaios em trincheiras/poços, amostragem, testes laboratoriais limitados;
- Avaliação básica da estabilidade;
- Restrições limitadas na construção;

- Monitorização visual e de instrumentos de rotina.

Estas atividades serão realizadas durante a próxima fase do projeto.

Quadro III.24 - Sumário da Avaliação de Perigo da Escombreira.

Fatores Chave	Classificação
Enquadramento Regional	5,5
Condições da Fundação	5,5
Qualidade do Material	12
Geometria e Massa	5,5
Análise de Estabilidade	9
Construção	13
Desempenho	15
Índice de Engenharia Geológica (GSI)	23
Índice de Projeto e Desempenho (DPI)	42,5
Classificação de Estabilidade de escombreiras e pilhas (WSR)	65,5
Classificação de Perigo (WHC)	II
Perigo de Instabilidade	BAIXO

5.5. GEOTECNIA

5.5.1. Introdução

A avaliação e análise de estabilidade das escombreiras foi desenvolvida para a Escombreira Sul, correspondente à instalação mais complexa e de maior dimensão, sendo o cenário mais desfavorável. Usando a mesma abordagem, foi também desenvolvida uma análise de estabilidade para a estrutura de controlo de sedimentos de maior dimensão. Uma análise mais rigorosa, com parâmetros de projeto mais detalhados, será realizada na fase de projeto de execução, com utilização dos critérios e normas portuguesas e europeias (Eurocódigos).

A deposição de resíduos em qualquer uma das escombreiras será realizada com materiais sólidos e secos, pelo que não existirão bacias de rejeitados na Mina do Barroso.

As condições de carregamento estático e sísmico foram consideradas com métodos de equilíbrio limite. A análise foi realizada pelo método de Morgenstern-Price, sendo usado o programa de equilíbrio limite SLOPE/W²⁴, desenvolvido pela GEO-SLOPE International Ltd. no Canadá.

²⁴ GEO-SLOPE International Ltd., "SLOPE/W", 2007.

Foi assumida uma superfície de rotura e a massa esperada é dividida em fatias verticais. Para cada uma dessas fatias, é determinado o equilíbrio de força e o momento. Com base nessas solicitações, são obtidas a resistência ao corte final admissível e a resistência ao corte mobilizada ao longo do plano de rotura assumido. Uma comparação desses dois valores (admissível dividido pela resistência ao cisalhamento mobilizada) resulta num fator de segurança. São consideradas várias superfícies de rotura potenciais com o menor fator de segurança para uma determinada inclinação/estrutura. Quando as forças desestabilizadoras são iguais à resistência da estrutura, essa relação (o fator de segurança) é igual a um e o aterro é considerado “apenas estável”. À medida que o fator de segurança aumenta, a probabilidade de rotura diminui.

5.5.2. Pressupostos gerais

Foram tidos em conta os seguintes pressupostos para a modelação de estabilidade:

- As geometrias construídas das estruturas, incluindo zoneamento, geralmente serão equivalentes à seção transversal típica modelada.
- Todos os materiais de construção serão compactados de acordo com as especificações fornecidas nos desenhos do projeto.
- As frações de rocha residual mais grosseira e fina serão misturados o suficiente para formar uma massa homogénea.
- Nenhuma desagregação decorrente da carga ou materiais com potencial de liquefação estarão presentes nas estruturas avaliadas ou nas suas fundações.
- O índice do material e as propriedades de resistência serão confirmados durante a fase de projeto subsequente e verificados durante as fases de construção.
- A drenagem superficial será instalada para desviar a água superficial para longe das estruturas e a sub-drenagem será construída para manter os níveis freáticos baixos.
- Será mantida uma distância suficiente (um mínimo de 100 m é assumido nesta fase) entre a escombreira e superfícies de água existentes, de forma a não afetar a fundação da escombreira.
- A escombreira será construída de forma a drenar a água, limitando a infiltração.
- Serão realizados ensaios e investigações geotécnicas de detalhe para confirmação dos parâmetros geotécnicos adotados.

5.5.3. Detalhes da modelação

A estabilidade das seções de aterro da estrutura de controlo de sedimentos foi avaliada com os guias de orientação preparados pela ANCOLD²⁵ considerando as condições de longo, curto prazo e pós-sísmica. Uma avaliação de estabilidade detalhada será desenvolvida na próxima fase de detalhe do projeto, sendo garantida a conformidade com os regulamentos nacionais.

²⁵ Australian National Committee on Large Dams (ANCOLD), “Guidelines on Tailings Dams”, July 2019.

As diretrizes da ANCOLD foram utilizadas como fatores de segurança aceitáveis para os aterros. O Quadro III.25 lista os fatores de segurança recomendados em diferentes condições. As superfícies de rotura críticas são definidas como aquelas que fornecem o menor fator de segurança e representam uma superfície de rotura que provavelmente causaria danos significativos se ocorressem deslizamentos.

Quadro III.25 - Fatores de segurança mínimos admissíveis (ANCOLD, 2019).

Condição de carregamento	FOS Mínimo
Drenagem a longo prazo	1,5
Não-drenagem a curto prazo para nenhuma perda potencial de contenção	1,3
Pós-sísmica	1,0-1,2

Durante a próxima fase de projeto de execução, uma avaliação detalhada, levando em consideração a carga parcial e os fatores materiais, será concluída e a conformidade com os requisitos nacionais será assegurada.

5.5.4. Geometria modelada

A geometria selecionada para o modelo de estabilidade representa as seções mais desfavoráveis da escombreira sul, bem como a seção de aterro mais alta de todas as estruturas de desvio e controlo de sedimentos. Com esta abordagem, é expectável que os valores obtidos reflitam uma análise de estabilidade conservadora. Uma avaliação mais detalhada será elaborada no próximo estágio de desenho, em fase de projeto de execução.

As superfícies freáticas foram assumidas com base nos resultados de uma avaliação de infiltração conservadora. Os sistemas de drenagem dentro da instalação foram considerados para operar apenas com uma eficiência reduzida, causando, portanto, superfícies freáticas mais altas do que o esperado, para obter resultados conservadores na avaliação de estabilidade.

5.5.5. Propriedades dos materiais

As propriedades dos materiais de fundação basearam-se nas informações disponíveis do local, complementadas com valores típicos para materiais semelhantes publicados na literatura geotécnica²⁶ e projetos anteriores. Os parâmetros dos vários materiais assumidos nos modelos estão listados no Quadro III.26 e Quadro III.27.

Os materiais de construção foram considerados homogeneamente misturados (se necessário) e compactados a um mínimo de 98% (enchimento pouco permeável) e 95% (outros materiais) da sua densidade seca máxima, respetivamente. Materiais com alta densidade relativa geralmente não são suscetíveis a desagregação ou liquefação cíclica. Os materiais de construção são considerados não suscetíveis à liquefação. No entanto, os parâmetros de material para preenchimento de baixa

²⁶ Look, B (2014). Subpart 1926 Subpart P "Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables: Second Edition", February 2014.

Bowles, J. E (1997), Foundation Analysis and Design, fifth Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc.

permeabilidade e outro material argiloso na análise pós-cíclica foram reduzidos a 80% de seus parâmetros de resistência estática devido ao potencial de aumento de pressão de poro em excesso durante o carregamento cíclico²⁷.

Quadro III.26 - Parâmetros de resistência ao corte drenados e não drenados adotados.

Material	γ_{moist} (kN/m ³)	Drenado		Não Drenado	
		c' (kPa)	φ' (deg)	s_{umin} (kPa)	s_u/σ_v'
Capa de Estéreis Rochosos	23	0	35	-	-
Mistura de Material Estéril/Rejeitado	20	0	30	-	-
Fundação	20	5	32	-	-
Zona A	18	5	30	0,3	30
Zona B/C*	20	3	28	-	-

* Os materiais são considerados compactados de acordo com as especificações e terão comportamento dilatativo; a resistência ao corte não drenada é limitada à resistência drenada.

Quadro III.27 - Parâmetros de resistência ao corte pós-sísmico assumidos.

Material	γ_{moist} (kN/m ³)	Drenado		Não Drenado	
		c' (kPa)	φ' (deg)	s_{umin} (kPa)	s_u/σ_v'
Capa de Estéreis Rochosos	23	0	35	-	-
Mistura de Material Estéril/Rejeitado	20	0	24,8	-	-
Fundação	20	4	26,6	-	-
Zona A	18	4	24	0,24	24
Zona B/C*	20	2,4	22,4	-	-

Nota: a. 80% de força drenada assumida no caso de drenagem pós-sísmica;
b. 80% de resistência não drenada assumida no caso pós-sísmico não drenado; e
c. Presume-se que os rejeitados liquidificarão no caso pós-sísmico não drenado.

5.5.6. Resultados da modelação

Modelos de estabilidade que representam seções críticas idealizadas perpendiculares ao aterro na altura máxima do aterro. A geometria dos modelos é apresentada nas figuras abaixo para o aterro e suas etapas de construção avaliadas.

²⁷ Makdisi, F.I. and Seed, H.B., 1977, December. Simplified procedure for estimating dam and embankment earthquake-induced deformations. In ASAE Publication No. 4-77. Proceedings of the National Symposium on Soil Erosion and Sediment by Water, Chicago, Illinois, December 12-13, 1977.

Os resultados da análise de estabilidade são apresentados no Quadro III.28 e Quadro III.29 para as duas situações estudadas. O modo de reprovação de cada avaliação é mostrado na respetiva figura, constante no Anexo III-11.

Quadro III.28 - Resumo da Avaliação de Estabilidade da escombreira.

Estágio	Condição de carga	Jusante (DS) / Montante (US)	FS	Fig. Nº
Estágio Final	Longo Prazo (drenado)	DS	1,5	2.12.1
	Pós-sísmica	DS	1,2	2.12.2

Nota: DS: Jusante; US: Montante; FS: Fator de segurança.

Quadro III.29 - Resumo da Avaliação de Estabilidade para a estrutura de controlo de sedimentos.

Estágio	Condição de carga	Juzante (DS) / Montante (US)	FS	Fig. Nº
Altura Máx.	Longo prazo (drenado)	DS	1,8	2.12.3
		US	1,9	2.12.4
	Pós-sísmica	DS	1,4	2.12.5
		US	1,5	2.12.6
	Curto prazo (drenado)	DS	1,8	2.12.7
		US	1,9	2.12.8

Nota: DS: Jusante; US: Montante; FS: Fator de segurança.

Com base nessa avaliação e análise, os fatores de segurança de estabilidade do aterro obtidos satisfazem os fatores de segurança mínimos recomendados, conforme as normas da ANCOLD (resumidos no Quadro III.25).

5.6. PARÂMETROS DO PROJETO SÍSMICO

5.6.1. Enquadramento

A Knight Piesold (KP) foi contratada pela Savannah para concluir uma revisão da sismicidade regional e local como parte de uma avaliação de risco sísmico (SHA) do projeto da Mina do Barroso. Este estudo serviu para estimar os parâmetros de dimensionamento sísmico para uso no desenho conceptual das escombreyras, dos taludes de escavação das cortas, da lavaria e outras infraestruturas do projeto.

Para este estudo foram recolhidas e revistas informações disponíveis e dados históricos, incluindo catálogos de sismos do Centro Internacional de Sismologia (ISC), zoneamento de fontes sísmicas e publicações sobre a tectónica e sismicidade de Portugal e da região europeia. O Anexo III-7 apresenta detalhes da avaliação de risco sísmico.

5.6.2. Categorias do projeto sísmico

De acordo com as diretrizes da ANCOLD (Ref. 9. e 10.) para escombreyras, normalmente são considerados três níveis de sismo de dimensionamento: Sismo Base do Projeto (SBP) para operações normais; Sismo Máximo do Projeto (SMP) para condições extremas (segurança de barragem) durante a operação; e Sismo Máximo Credível (SMC) para estabilidade pós-encerramento.

Os períodos de retorno apropriados para o projeto sísmico precisam ser determinados com base na categoria de consequências das instalações de armazenamento de rejeitados, que considera as consequências da rutura da estrutura. Essa avaliação normalmente inclui considerações sobre a potencial perda de vidas e impactes ambientais e económicos devido a ruturas (Ref. 9. e 10.). Para os fins desta avaliação, assumiu-se que as instalações de armazenamento de rejeitados serão classificadas como uma instalação de categoria de alta consequência. A base do projeto é o modelo de risco sísmico europeu de 2013, que é apresentado abaixo na Figura III.10.

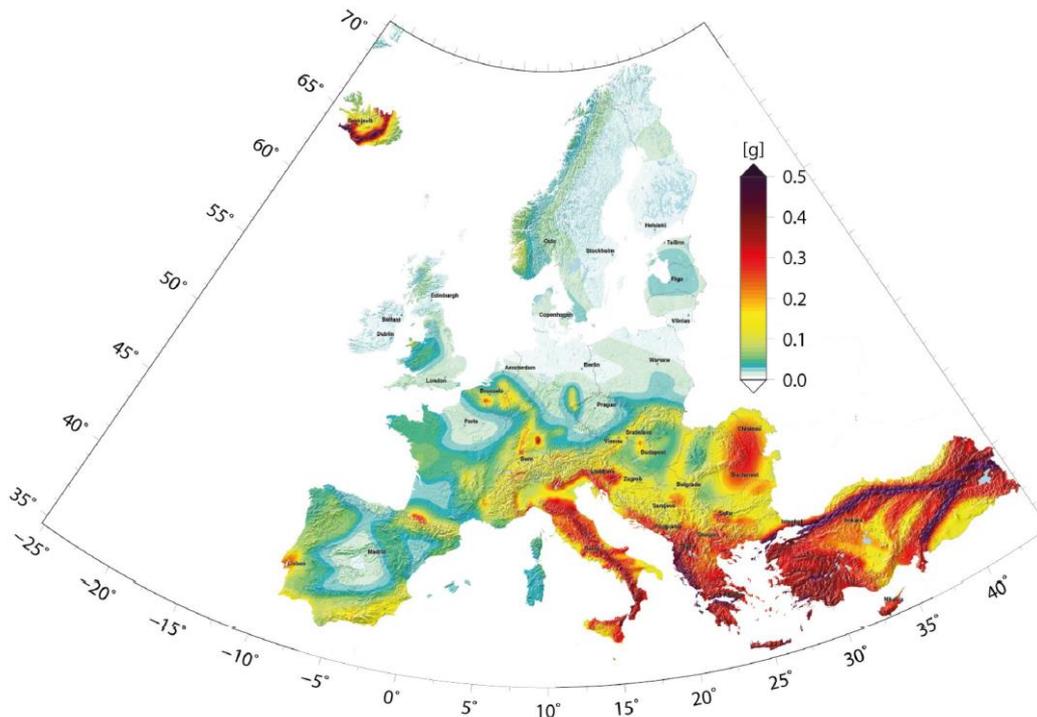


Figura III.10 - Modelo Europeu de Risco Sísmico 2013.

O período de retorno recomendado do projeto sísmico por categoria de consequência está resumido no Quadro III.30.

Refira-se que as instalações de resíduos (aterros ou escombreyras) preconizadas para esta mina não são barragens, mas antes aterros de materiais sólidos.

Quadro III.30 - Períodos de retorno recomendados para sismos (probabilidade de excedência).

Categoria de Consequência de Rutura de Barragem	Fase de Operações		Pós-Encerramento
	SBP	SMP	
Baixa	1:50	1:100	MCE
Significante	1:100	1:1 000	MCE
Alta/Extrema	1:1 000	1:10 000	MCE

De ANCOLD (2012), Diretrizes para Barragens de Rejeitados.

5.6.3. Sismo Base do Projeto (SBP)

O SBP é tipicamente determinado usando a análise probabilística de risco sísmico para selecionar um nível aceitável de risco, com base na probabilidade de excedência ao longo da vida útil projetada da instalação. Também é considerada a categoria de consequências da instalação, que tem em conta as consequências da rutura da estrutura. Esta avaliação inclui a consideração da potencial perda de vidas e impactes ambientais e económicos devido à rutura da instalação de rejeitados (Ref^{as} 9 e 10.).

As diretrizes da ANCOLD (Ref. 10.) recomendam que o evento sísmico com T de 1 000 anos seja adotado para a SBP, com base numa categoria de consequência alta. As acelerações de pico (PGA) para um sismo de SBP são calculadas na análise probabilística como:

- T= 1 000 anos PGA de 0,11 g (categoria de alta consequência).

Os espectros uniformes de risco para períodos de retorno de 1 000 anos são apresentados na Figura III.11. Os seguintes cenários sísmicos foram selecionados com base numa revisão da sismicidade histórica e nos resultados das análises de risco sísmico (incluindo desagregação do risco sísmico).

- Sismo de magnitude M6,3 localizado a uma distância aproximada de 38 km foi selecionado para um SBP com T de 1 000 anos, com base nas Equações de previsão dos movimentos sísmicos de Akkar e Bommer 2010 (Ref. 11.) e numa probabilidade igual à mediana mais um desvio padrão.

As instalações devem permanecer operacionais mediante um SBP. Em geral, espera-se que o SBP cause danos/deformações limitadas que podem ser reparados sem interromper significativamente as operações (Ref. 10.).

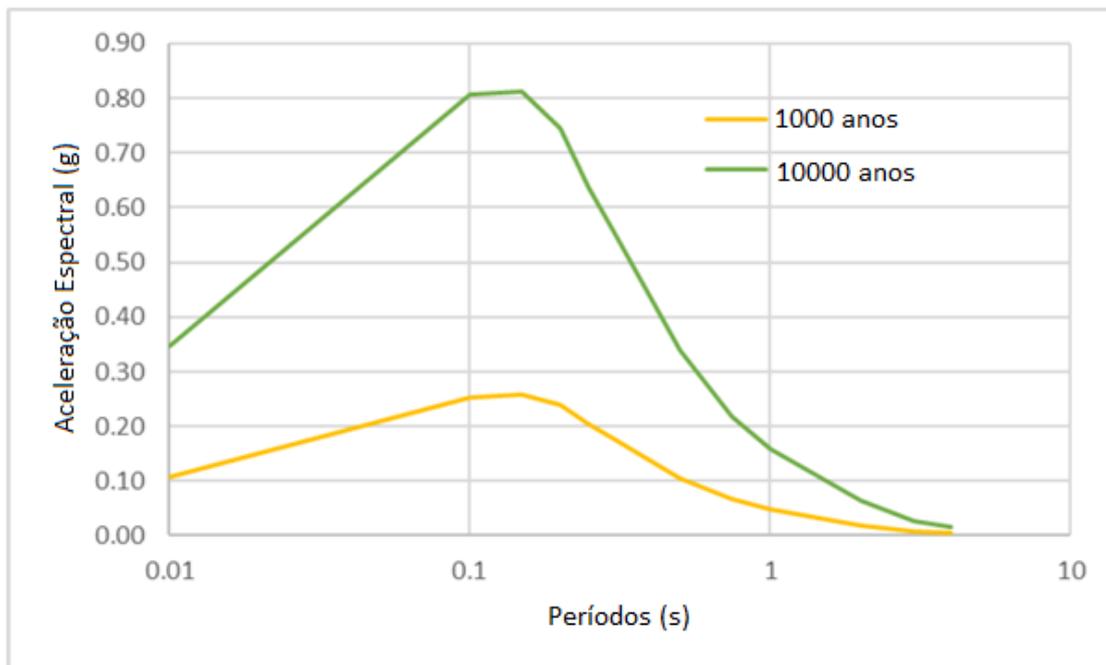


Figura III.11 - Espectro de resposta de 1 000/10 000 anos para avaliação de perigos.

5.6.4. Sismo Máximo do Projeto (SMP)

Um SMP apropriado para uma instalação de armazenamento de rejeitados é normalmente determinado com base na categoria de consequência da instalação. De acordo com a diretriz ANCOLD (Ref. 10.), recomenda-se que a aceleração de pico do solo com $T = 10\ 000$ anos, adotado para o SMP, com base numa categoria de consequências alta. Os PGAs para um SMP são calculados na análise probabilística como:

- $T = 1\ 000$ anos PGA de 0.35g (baseado numa categoria de alta consequência).

Os espectros uniformes de risco para períodos de retorno de 10 000 anos são apresentados na Figura III.11. Os seguintes cenários sísmicos foram selecionados com base numa revisão da sismicidade histórica e nos resultados das análises de risco sísmico (incluindo desagregação do risco sísmico).

- Sismo de magnitude M7 localizado a uma distância aproximada de 19 km foi selecionado para um SMP com T de 10 000 anos, com base nas Equações de previsão dos movimentos sísmicos de Akkar e Bommer 2010 (Ref. 11.) e numa probabilidade igual à mediana mais um desvio padrão.

Os danos ocorridos sob o SMP podem ser mais extensos e podem perturbar as operações, mas a integridade estrutural da instalação deve ser mantida e o colapso descontrolado de rejeitados não deverá ocorrer (Ref. 10).

5.6.5. Sismo Máximo Credível (SMC)

O SMC é a aceleração máxima credível que pode ocorrer, com base nas informações sísmicas e tectónicas disponíveis. O SMC é calculado deterministicamente e, portanto, não está associado a um

período de retorno. O SMC é o movimento máximo do solo atribuível a todos os sismos de grande magnitude que possam ocorrer no local (Ref. 10).

A avaliação de risco sísmico mostra que o local está localizado dentro de uma zona sísmica capaz de gerar grandes sismos de M 7,2 a 7,4. Como tal, o cenário do SMC pressupõe que um sismo pouco profundo de M 7,4 ocorra a uma distância de 20 km do local, causando um PGA de 0,36 g. A comparação com os resultados da análise probabilística indica que essa aceleração é semelhante à PGA calculada para um T de 10 000 anos, o que é indicativo do longo período de retorno associado a um sismo de tal magnitude que ocorra na região.

As propriedades inerentes aos rejeitados a longo prazo devem ser tomadas em conta ao considerar-se a estabilidade da instalação de armazenamento de rejeitados sob o SMC. Isto pode incluir a redução da superfície freática, o aumento da resistência durante a consolidação e a possível ligação química (Ref. 15).

5.6.6. Projeto estrutural

As estruturas de construção do projeto devem ser projetadas de acordo com um código de dimensionamento sísmico apropriado, como o Código Internacional de Construção (IBC, Ref. 12). O projeto sísmico de acordo com o IBC requer a determinação dos coeficientes sísmicos, SS e S1, definidos da seguinte forma:

- Coeficiente sísmico, SS: movimento máximo estimado do sismo de 0,2 segundos na aceleração da resposta espectral (5 % do amortecimento crítico).
- Coeficiente sísmico, S1: movimento máximo considerado no solo do sismo de 1,0 segundo de aceleração de resposta espectral (5 % de amortecimento crítico).

De acordo com o IBC, o movimento máximo do solo considerado como sismo foi definido como o movimento do solo com uma probabilidade de excedência de 2 % em 50 anos (período de retorno de 2 500 anos). Os parâmetros específicos de dimensionamento sísmico para uso do IBC são fornecidos abaixo:

- Aceleração de Pico do Solo = 0,18 g.
- Coeficiente Sísmico SS = 0,39 g.
- Coeficiente Sísmico S1 = 0,08 g.

Estes valores correspondem às condições de solo assumidas da Classe de Local B/C, definidas pela ASCE/SEI 7-10 (Ref. 7.), como solo muito denso e rocha branda com uma velocidade média de onda de cisalhamento de 760 m/s nos 30 m superiores. O sistema de classificação dos locais de acordo com ASCE/SEI 7-10 é fornecido no Quadro III.31. Os PGAs do material de fundação serão determinados em relação à classificação do local e aos fatores de amplificação apropriados, de acordo com a ASCE/SEI 7-10, após a conclusão da investigação geotécnica do local. Os fatores de amplificação dos Quadro III.31 e 0 podem ser aplicados de acordo com a classificação do local.

Quadro III.31 – Fatores de amplificação do local Fa (Adaptado de ASCE / SEI 7-10, Tabela 11.4-1).

Classe do Local	Aceleração de resposta espectral a um Período Curto				
	SS<=0,25	SS=0,50	SS=0,75	SS=1,00	SS>=1,25
A	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	1,20	1,20	1,10	1,00	1,00
D	1,60	1,40	1,20	1,10	1,00
E	2,50	1,70	1,20	0,90	0,90
F	Uma análise da resposta do local deve ser realizada de acordo com ASCE/SEI 7-10				

Quadro III.32 – Fatores de amplificação do local Fv (Adaptado de ASCE/SEI 7-10, Tabela 11.4-2).

Classe do Local	Aceleração de resposta espectral a um Período Curto				
	SI<=0,1	SI=0,2	SI=0,3	SI=0,4	SI>=0,5
A	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	1,70	1,60	1,50	1,40	1,30
D	2,40	2,00	1,80	1,60	1,50
E	3,50	3,20	2,80	2,40	2,40
F	Uma análise da resposta do local deve ser realizada de acordo com ASCE/SEI 7-10				

Para o projeto da fundação das estruturas do local da mina, recomenda-se uma magnitude sísmica de M6.6 a uma distância de aproximadamente 30 km para análise do projeto sísmico (incluindo avaliação da liquefação do solo, se necessário), com base nos resultados das análises de risco sísmico (incluindo agregação do risco sísmico probabilístico). O espectro de resposta estrutural para o sismo com T de 2 500 anos é apresentado na Figura III.12.

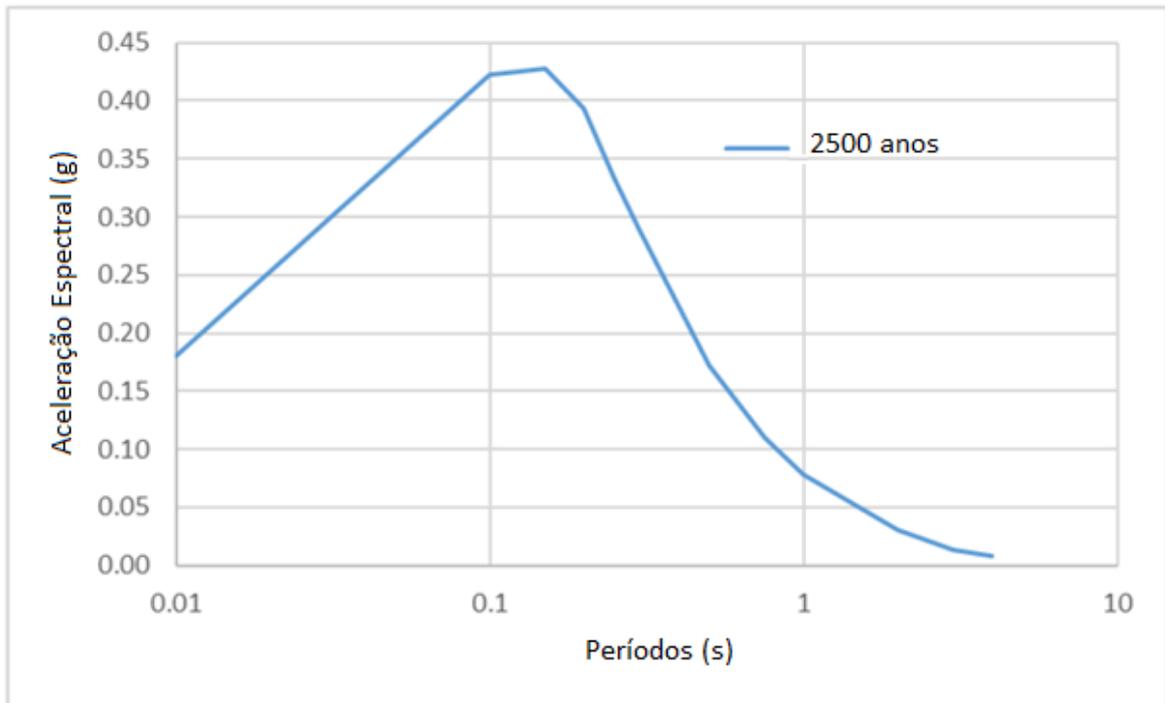


Figura III.12 - Espectro de resposta de 2 500 anos - Avaliação de risco sísmico.

5.6.7. Resumo

Foi realizada uma avaliação do risco sísmico local para o projeto da Mina do Barroso. A avaliação inclui análises de risco sísmico probabilístico e determinístico. Os dados históricos disponíveis, catálogos de sismos e publicações técnicas sobre a tectónica e sismicidade da região foram revistos.

O *software* OpenQuake foi usado para desenvolver um modelo probabilístico de risco sísmico para o local. Foram utilizados nas análises de risco probabilístico e determinístico, modelos de atenuação adequados que definem a relação entre a magnitude do sismo, a distância da fonte ao local e a aceleração de pico do solo.

Os parâmetros do dimensionamento sísmico foram recomendados para o projeto de instalações críticas, incluindo as estruturas das escombreyras e da lavaria. Os parâmetros sísmicos de movimento do solo (incluindo aceleração de pico do solo e magnitude do sismo) foram estimados com base em análises probabilísticas de risco sísmico.

Recomenda-se que o sismo com T de 1 000 anos seja adotado para o SBP, com base numa categoria de consequências altas. Os valores médios estimados de PGA são:

- T = 1 000 anos PGA de 0,11 g. Sismo de magnitude M 6,3 localizado a uma distância aproximada de 38 km foi selecionado para o SBP com T de 1 000 anos.

Prevê-se que as escombreyras e os anexos mineiros permaneçam operacionais e que qualquer dano causado pela ocorrência de abalos sísmicos que não excedam o SBP deve ser facilmente reparável.

Recomenda-se que a aceleração de pico do solo com T de 10 000 anos seja adotada para o SMP, com base numa categoria de consequência alta. Os valores médios estimados de PGA são: T= 1 000 anos PGA de 0,35 g. Foi selecionado um sismo de magnitude M 7 localizado a uma distância aproximada de 19 km para o SMP com T de 10 000 anos.

A deformação limitada da escombreira é aceitável sob carga sísmica dos eventos SMP, desde que seja mantida a estabilidade e a integridade geral da instalação.

O cenário do SMP pressupõe que um sismo superficial M 7,4 ocorra a 20 km do local, produzindo um PGA de 0,36 g. A comparação com os resultados da análise probabilística indica que essa aceleração é semelhante à PGA calculada para o intervalo de retorno de 10 000 anos. As propriedades dos rejeitados a longo prazo devem ser tidas em conta ao considerar a estabilidade sob o SMP. Isto pode incluir uma superfície freática reduzida, maior resistência da consolidação e possível ligação química.

Também foram fornecidos parâmetros para o projeto sísmico das estruturas de acordo com o Código Internacional de Construção (IBC). O projeto sísmico de acordo com o IBC requer parâmetros sísmicos que correspondem aos valores de aceleração da resposta espectral para movimento do solo com uma probabilidade de excedência de 2 % em 50 anos (período de retorno de cerca de 2 500 anos). Estes valores foram obtidos a partir da análise probabilística de riscos sísmicos concluída para o local.

Deverá ter-se em consideração uma magnitude de sismo de M 6,6 a uma distância de aproximadamente 30 km para o projeto de fundação geotécnica das estruturas da mina. Esses parâmetros foram utilizados no desenho conceptual da escombreira.

5.7. CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO

A construção das escombreiras exigirá uma supervisão diária contínua, de forma a reduzir o impacto na qualidade da água a jusante da área da mina e garantir a manutenção da estabilidade e contenção da estrutura a longo prazo. Será desenvolvido um plano detalhado de construção, e atualizado regularmente (mensalmente inicialmente, trimestralmente a longo prazo), de forma a fornecer aos operadores instruções sobre os requisitos definidos.

Serão também realizados trabalhos preliminares, para facilitar os principais trabalhos de terraplenagem, resumindo-se de seguida as principais atividades.

5.7.1. Gestão de águas superficiais e controlo de sedimentos

Antes do desenvolvimento inicial da escombreira, canais de desvio, aterros de desvio e sistemas de controlo de sedimentos serão construídos para controlar o escoamento superficial do local e reduzir o nível de libertação de sedimentos para o meio ambiente a jusante, durante a construção. O desenvolvimento da escombreira será realizado em etapas para reduzir as áreas suscetíveis à erosão e à geração de sedimentos.

À medida que nas áreas envolventes à escombreira é removida a vegetação, serão estabelecidos desvios menores de águas superficiais, bacias de sedimentos, ensecadeiras e bacias de filtragem, tanto na área da escombreira (estruturas provisórias/temporárias) como na base a jusante do aterro final da escombreira. Estes sistemas interceptam o escoamento superficial de áreas perturbadas e permitem que

os sedimentos grosseiros (cascalho, areia e silte grosso) sejam controlados e contidos antes que os fluxos sejam direcionados de volta aos cursos de água locais naturais. Estas estruturas serão mantidas e substituídas conforme necessário à medida que o desenvolvimento da escombreira progride com o decorrer do tempo.

5.7.2. Desenvolvimento de áreas de empréstimo

Um volume substancial de material escavado será gerado durante a fase inicial de construção do projeto, a fim de estabelecer estradas de acesso e a plataforma da unidade de processamento. Prevê-se que esses materiais sejam utilizados na construção para toda a infraestrutura civil de terraplenagem (por exemplo: aterros, drenos, barreiras). Essa abordagem impede que sejam estabelecidas áreas de empréstimo adicionais externas e reduzirá a área geral afetada e, portanto, os requisitos de reabilitação.

5.7.3. Remoção da vegetação

Como a área da escombreira é moderadamente vegetada, a remoção da vegetação será realizada de forma a eliminar o potencial de formação de um plano de deslizamento de baixa resistência na escombreira, o que afetaria significativamente a sua estabilidade. As folhas, galhos, troncos e raízes serão armazenados em pilhas adjacentes à escombreira, podendo ser reutilizados durante os trabalhos de revegetação das áreas reabilitadas, ou expedidos para operador autorizado.

A remoção da vegetação seja realizada de maneira estritamente controlada e em fases, o que reduzirá a extensão de área perturbada suscetível à erosão durante as fases iniciais do desenvolvimento e a longo prazo, assegurando a redução do volume de sedimentos nas estruturas de controlo. Esta abordagem também será útil na reabilitação progressiva das áreas perturbadas.

5.7.4. Gestão de solos vegetais

O solo vegetal será removido antes da construção da estrutura da escombreira e será armazenado para reutilização e reabilitação, a fim de promover o rápido estabelecimento de vegetação.

A remoção da camada superficial do solo será realizada de maneira faseada para reduzir a extensão da área perturbada durante as fases iniciais da construção, de forma a manter a cobertura do solo sobre o máximo possível da área. A realização destas tarefas é feita para reduzir a erosão e a geração/libertação de sedimentos nos sistemas de gestão de águas superficiais e, finalmente, no sistema fluvial a jus ante.

5.7.5. Preparação das bacias de decantação

Será utilizado enrocamento grosseiro para formar um sistema de drenagem nas bacias, nas áreas a jusante das escombreiras, nos cursos de água naturais existentes, localizados na área de intervenção. Uma secção de drenagem zonada será construída usando material gerado a partir de atividades de construção e/ou exploração, passando de um enrocamento grosseiro de alta permeabilidade para uma zona mais fina de cascalho arenoso, que atuará como um filtro de drenagem livre entre os rejeitados mais finos e o material mais grosseiro do estéril. A água acumulada nestas bacias será integralmente incorporada no processo da lavaria ou para rega dos caminhos.

5.7.6. Fundação

Após a remoção da camada superficial do solo, espera-se que apenas sejam necessários trabalhos limitados de preparação da fundação dentro da área de escombreira, devido à proximidade geral da rocha com a superfície natural.

A principal função dos trabalhos de preparação da fundação é estabelecer uma formação competente e isenta de horizontes de solo de baixa resistência, sobre a qual se poderá construir a escombreira.

A remoção de materiais inadequados, de baixa resistência e/ou saturados será realizada conforme a necessidade e serão efetuados os testes de qualidade da sub-base, para verificar a sua competência. Devido à baixa profundidade das rochas/afioramentos em toda a área, é esperado que este requisito seja limitado.

Normalmente, os materiais inadequados seriam compostos, mas não limitados a:

- Materiais saturados;
- Materiais que contêm uma quantidade significativa de matéria orgânica;
- Depósitos brandos ou soltos.

Sempre que se removam materiais inadequados, esses vazios serão preenchidos com materiais competentes resultantes de escavações para as infraestruturas ou com estéril da mina.

5.7.7. Operação

O desenvolvimento da escombreira será realizado continuamente, à medida que os resíduos (estéreis e rejeitados) da Mina forem gerados.

Devido às áreas limitadas disponíveis para o desenvolvimento da escombreira na atual área de concessão de exploração, será adotado um plano detalhado de construção e preparação para garantir que as obras de terraplanagem sejam realizadas de forma que:

- Reduza a geração de sedimentos.
- Forneça capacidade de armazenamento para estéreis e rejeitados da mina em todos os momentos.
- Controle o escoamento de água.
- Forneça uma estrutura estável.
- Reduza o impacto visual das estruturas

Os estéreis e rejeitados da mina serão transportados para a zona ativa de deposição da escombreira, onde a dispersão/mistura, o nivelamento, a compactação e a vedação serão realizadas com o equipamento de terraplanagem convencional (bulldozeres, niveladoras e cilindros compactadores). As atividades de deposição serão monitorizadas continuamente para garantir que a colocação e revestimento do material estejam de acordo com o plano de desenvolvimento da escombreira.

A gestão das águas superficiais e a impermeabilização da escombreira serão aspetos críticos da operação e serão fornecidos planos detalhados para garantir que o objetivo do projeto seja alcançado, e assim reduzir e controlar a infiltração de água, a geração de poeiras e o escoamento de sedimentos.

Durante as operações, serão tomadas as seguintes medidas para controlar o escoamento superficial e a geração de sedimentos:

- Reabilitar continuamente áreas perturbadas para reduzir a carga de sedimentos e melhorar a eficiência geral;
- Recolher sedimentos em aterros permanentes de controlo de sedimentos;
- Certificar que todo o solo escavado, rejeitados e rocha estéril sejam colocados de maneira controlada e planeada;
- Que as estruturas de gestão de águas superficiais são continuamente atualizadas e realinhadas para se adequar ao desenvolvimento das escombreiras a qualquer momento, reduzindo o volume de escoamento superficial na escombreira e a extensão de geração de sedimentos.

5.7.8. Operação em clima húmido

Como as operações de exploração e processamento serão contínuas ao longo do ano, serão implementados sistemas de gestão detalhados para controlar a colocação de estéreis e rejeitados da mina durante períodos húmidos e de forte pluviosidade

A estação mais chuvosa (normalmente de novembro a março) tem geralmente chuvas regulares com eventos de forte pluviosidade.

Isso exigirá o nivelamento contínuo das superfícies de deposição na escombreira, sendo estas progressivamente seladas com cilindros compactadores, garantindo uma drenagem positiva em todas as áreas de enchimento e estradas de acesso e mantendo canais de desvio de águas de superficiais em torno do perímetro e através da superfície de deposição preenchida.

O projeto está localizado em terreno acidentado, o que aumentará a perda de tração dos veículos e a rolagem do equipamento se não forem estabelecidos acessos e áreas de trabalho apropriados.

5.8. ACESSO ÀS ESCOMBREIRAS

O acesso do local da lavaria à Escombreira Sul será feito através de uma estrada em terra de gravilha de duas faixas. A estrada fornecerá acesso para os operadores se deslocarem entre a lavaria e a escombreira, mas também atuará como a principal rota de transporte de rejeitados da lavaria para a escombreira.

Serão incorporadas medidas de controlo de drenagem e sedimentos no traçado vertical da estrada para reduzir o volume de sedimentos nos cursos de água a jusante. As bermas de segurança serão contínuas ao longo do alinhamento da estrada.

A estrada de acesso será mantida continuamente para fornecer uma superfície segura e reduzir a criação de poeira. As opções do traçado das estradas de acesso às escombreiras e lavaria são mostradas nas Figura III.13 e Figura III.14.

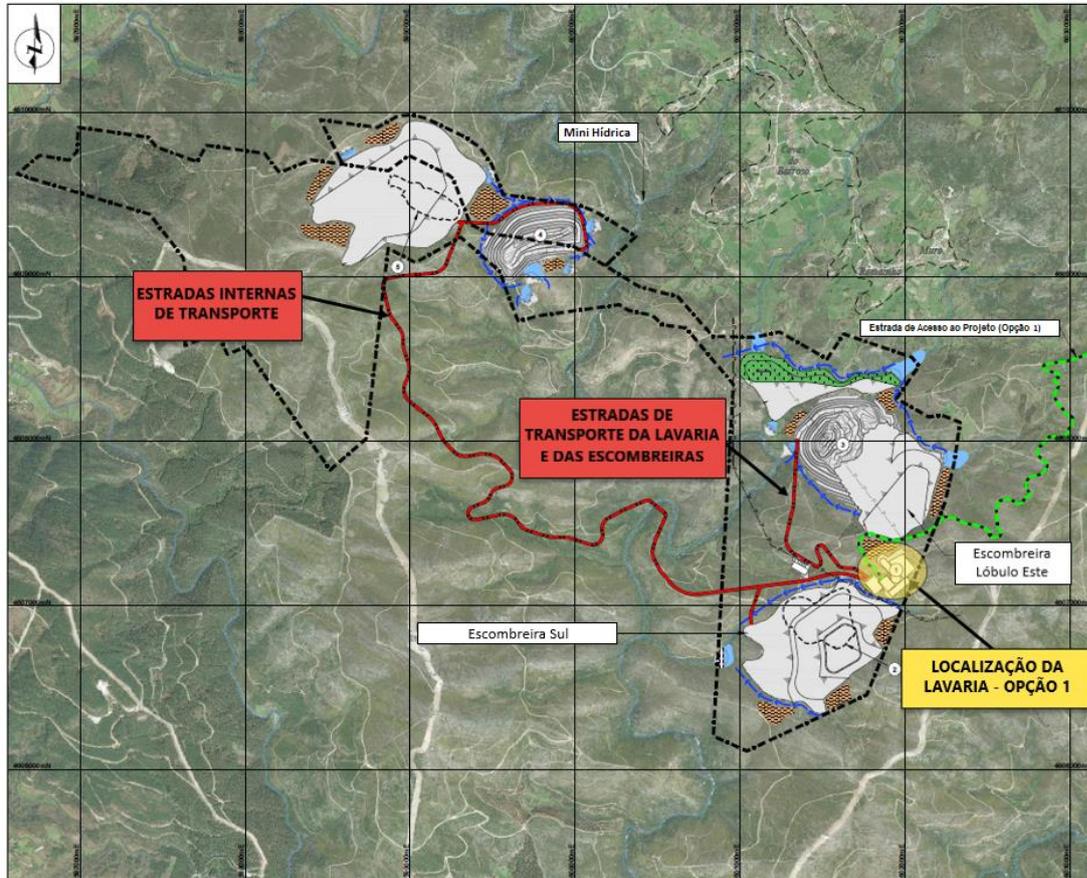


Figura III.13 - Opção 1 da estrada de acesso interno.

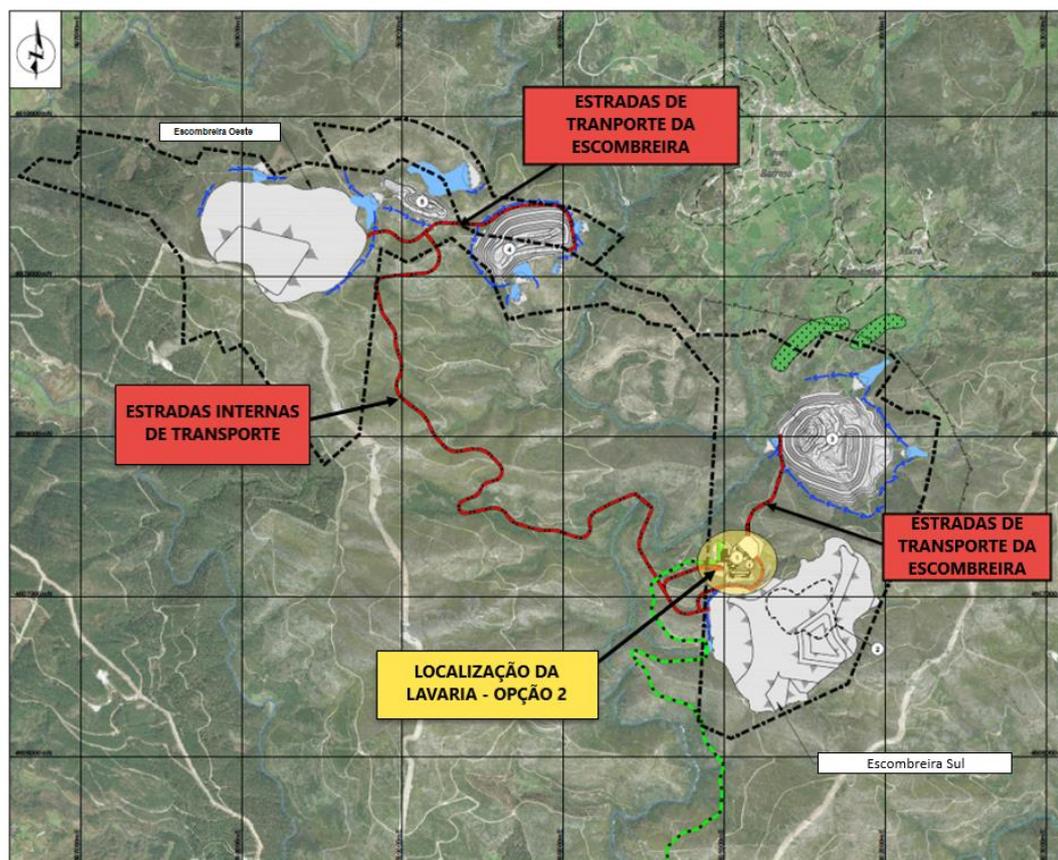


Figura III.14 - Opção 2 da estrada de acesso interno.

5.9. PRINCIPAIS RISCOS E MEDIDAS PREVENTIVAS

5.9.1. Sedimentos

O escoamento de sedimentos da Escombreira Sul para o rio Covas é considerado o principal risco associado à estrutura desta escombreira.

As medidas de mitigação estão resumidas da seguinte forma:

- Manter o escoamento das águas não perturbadas separado do escoamento perturbado;
- Usar o sistema de filtragem/descarga descarga (esta última a ocorrer apenas perante eventos extremos de pluviosidade);
- Gestão ativa de água a montante da estrutura da escombreira para reduzir o volume de água que atravessa a área de trabalhos;
- Uma série de estruturas de controlo de sedimentos a jusante de cada área perturbada;

- O uso de água perturbada como principal fonte de água no processamento na lavaria. O uso desta água é tido como prioritário, com base na qualidade (mais baixa) e na capacidade de armazenamento limitada.

5.9.2. Qualidade da água nas descargas

Não serão descarregadas águas internas da mina (que entram no perímetro dos trabalhos mineiros) no meio hídrico, sendo totalmente usadas no processo da lavaria ou em rega de caminhos e vegetação. Apenas no caso de haver um evento de pluviosidade extrema, que motive excesso de águas pluviais, essas águas serão decantadas e tratadas pelos sistemas propostos e devolvidas ao meio hídrico. Tratando-se de águas de escorrência, que não incorporam o processo (nem lavaria nem rega), e que afluem em forma de tormenta (grandes quantidades de água da chuva que permanecem pouco tempo no interior do perímetro), a simples decantação deverá ser suficiente para devolver essa água à sua condição normal, ou seja, sem que a mina tenha qualquer interferência na sua qualidade.

Os dados geoquímicos indicam que os fluxos de estéreis e rejeitados resultantes da produção da mina devem ser benignos e o risco de mobilizar elementos ambientalmente significativos é considerado baixo. No entanto, como o cumprimento dos padrões de qualidade da água no rio Covas é um aspeto crítico do desempenho ambiental, foram incluídas no projeto medidas de mitigação.

As medidas de mitigação estão resumidas da seguinte forma:

- Remoção do excesso de água dos rejeitados através de filtragem, para maximizar a redução do respetivo teor de humidade antes da colocação/deposição;
- Gestão ativa de águas a montante da estrutura da escombreira para reduzir o volume de água que flui através da escombreira;
- Revestimento contínuo da superfície da escombreira para reduzir a infiltração de águas pluviais na escombreira, reduzindo as taxas de infiltração;
- Estabelecimento de adequadas unidades de tratamento de águas de processamento e estruturas de filtragem de água, de forma a manter uma elevada qualidade da água.

5.9.3. Poeiras

A geração de poeiras a partir da escombreira exigirá a gestão contínua da colocação de material durante períodos mais secos.

As medidas de mitigação estão resumidas abaixo:

- Pulverização contínua e controlo de humidade das áreas ativas de deposição;
- Reabilitação das áreas da escombreira que atingiram a sua configuração final;
- Encapsulamento de rejeitados nos estéreis grosseiros para reduzir o potencial de mobilização de materiais mais finos pelo vento.

5.9.4. Segurança dos trabalhadores

Atendendo às características das atividades industriais em causa, é possível identificar os principais riscos existentes e definir medidas de prevenção capazes de os eliminar ou, pelo menos, de minimizar os seus efeitos.

Os principais riscos associados à deposição de estéreis, capazes de gerar acidentes de trabalho ou doenças profissionais, podem ser agrupados, em função da sua origem, em: riscos mecânicos, ruídos, vibrações e poeiras. No Quadro III.33 encontram-se descritos os riscos profissionais identificados, bem como as principais medidas de prevenção a adotar, em função das operações de deposição. Os riscos mais importantes são os mecânicos que se prendem com a queda de equipamentos e de pessoas, quer em altura, quer ao mesmo nível, pancada de objetos, queda de blocos de rocha, bem como com o soterramento motivado por escorregamentos de taludes. Por sua vez, as poeiras, o ruído e as vibrações serão também considerados, embora não se prevejam problemas graves a esse nível.

Quadro III.33 – Principais riscos nas operações de aterro na mina, e respetivas medidas de prevenção.

Principais riscos	Operação	Zona/Instalação	Principais medidas de prevenção
Atropelamentos	Transporte	Vias de circulação	Regular velocidades de circulação no interior da mina e das escombreyras. Interditar o acesso a pessoas estranhas a zonas onde circulem máquinas e sinalizar essa circulação. Efetuar uma manutenção periódica dos equipamentos. Instalar sinais sonoros e luminosos de marcha atrás nas máquinas.
Colisão de equipamentos	Transporte	Vias de circulação	As vias de circulação devem ter boa visibilidade e possuir uma largura adequada para que se possam cruzar duas máquinas, especialmente nas vias mais frequentadas. Não devem existir lombas ou curvas apertadas nas vias de circulação. Limitar a velocidade de circulação no interior da exploração e nas zonas de aterro.
Queda de blocos e pedras dos taludes	Deposição	Taludes finais das escombreyras	Sanear adequadamente os taludes finais dos aterros de modo a evitar a queda de blocos e pedras, durante as atividades de deposição de estéreis.
Escorregamento de estéreis e terras	Deposição	Taludes finais das escombreyras	Não realizar taludes com ângulo superior ao ângulo estabelecido no plano de modelação. Compactar adequadamente os materiais de aterro após deposição.
Queda de equipamentos e de cargas	Transporte e deposição	Vias de circulação e depósitos de estéreis	Deixar distâncias adequadas entre as bancadas dos aterros e os depósitos de mineralização e terras. As vias de circulação devem possuir pisos regulares, estar afastadas da bordadura e não ser sinuosas, nem possuir planos muito inclinados. As cargas devem ser feitas de acordo com a capacidade do equipamento em causa

Principais riscos	Operação	Zona/Instalação	Principais medidas de prevenção
			Nas zonas ativas de deposição devem ser colocadas guardas de segurança para impedir a queda dos equipamentos durante as manobras de aproximação à sua bordadura
Queda de pessoas em altura	Transporte e deposição	Bordadura do aterro	Proteger com vedação as zonas de precipício do aterro onde existam vias de passagem. Sinalizar as zonas de precipício do aterro que não constituam vias de passagem.
Poeiras	Transporte e deposição	Vias de circulação e depósitos de estéreis	Limitar a velocidade de circulação no interior da mina. Usar <i>dumpers</i> , ou camiões, com maior capacidade. Regar periodicamente as vias de circulação e as cargas dos <i>dumpers</i> ou camiões.
Ruído	Transporte e deposição	Vias de circulação e depósitos de estéreis	Evitar situações em que os equipamentos tenham que esforçar o motor (e.g. vias de circulação inclinadas). Realizar uma manutenção e lubrificação adequada dos equipamentos.
Vibrações	Transporte	Interior das máquinas	Evitar a presença de pisos irregulares nas vias de circulação.

Da análise das medidas propostas no Quadro III.33 verifica-se que os trabalhos a desenvolver na instalação de resíduos não constituem risco de causar acidentes ou perigos graves para a saúde humana. Os riscos existentes prendem-se basicamente com as atividades de deposição do que propriamente com a forma, conteúdo ou tipologia de instalação de resíduos.

Nesta instalação de resíduos e na sua envolvente, para além dos trabalhadores, não estarão presentes, de forma permanente ou durante períodos prolongados, outras pessoas, pelo que se considera negligenciável ou sem gravidade o potencial de perda de vidas ou de perigo para a saúde humana conforme estipulado no número 4 da parte B do Anexo II do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro. Assim, estas instalações de resíduos não devem ser classificadas na categoria A.

5.10. PROCEDIMENTO DE CONTROLO E MONITORIZAÇÃO

Serão necessárias inspeções regulares e manutenção contínua dos acessos à escombreira e das áreas ativas de deposição. Em particular, a inspeção e reparação dos sistemas de drenagem e de gestão de águas superficiais serão necessárias após eventos de forte precipitação.

A deteção de problemas relacionados com erosão ou possível instabilidade terá de ser reportado à gestão sénior, de acordo com os planos de resposta e ação adotados. Em todos os casos, será efetuado um aumento na frequência de monitorização e de avaliação de problemas por pessoal qualificado. O plano de inspeção e monitorização visa garantir que quaisquer variações significativas sejam detetadas, para que os planos de ação e resposta possam ser desenvolvidos e acionados em tempo útil.

6. GESTÃO E FASEAMENTO DAS ESCOMBREIRAS

6.1. OPÇÕES PARA ESCOMBREIRAS E DEPOSIÇÃO DE REJEITADOS A SECO

Como parte do trabalho a desenvolver no projeto da Mina do Barroso, foram investigados vários locais potenciais para as escombrelas da mina, para que a localização fosse:

- Dentro do limite de concessão existente.
- Perto da corta para reduzir as distâncias de transporte.
- O mais distante possível das aldeias existentes.
- Fora de áreas ocupadas por infraestrutura crítica.
- De uma forma que permita a gestão eficiente de escoamentos e sedimentos.

Foram selecionadas três configurações para uma análise mais aprofundada. Note-se que, para cada uma das opções, existe a oportunidade de preencher vazios criados com os resíduos resultantes da produção da mina.

6.1.1. Opção 1 – Maximizar o armazenamento nas cortas

Nesta opção, serão desenvolvidos quatro aterros, um sobre a corta do Pinheiro, outro sobre a corta do NOA, um dentro da corta do Grandão e outro a norte da corta do Grandão, tendo este também uma função de barreira visual e acústica.

Os rejeitados serão armazenados apenas na Escombrela Sul, a sul da corta do Grandão e a sudeste da unidade de processamento. Os rejeitados serão seletivamente colocados como parte do desenvolvimento do armazenamento para encapsular os materiais filtrados nos estéreis da produção da mina.

A corta do Pinheiro será totalmente preenchida com os estéreis da corta do Grandão (Escombrela Sul) e a corta do NOA será completamente preenchida com os estéreis da corta do Reservatório (Escombrela Oeste), conforme a Figura III.15. A corta do Grandão será parcialmente preenchida, na sua extensão leste (Escombrela Lóbulo Este). Além disso, haverá uma escombrela e uma barreira sonora imediatamente a norte da corta do Grandão (Escombrela Norte).

A extensão final das escombrelas da mina na Opção 1 está indicada na Figura III.16. As quantidades a depositar, as origens dos resíduos e as propriedades chave para cada uma das quatro escombrelas encontram-se sumarizadas no Quadro III.34.

As figuras 2.10.1 a 2.10.4 do Anexo II-40 apresentam distribuição das escombrelas para as diferentes alternativas.

As figuras 2.11.1 a 2.11.15 do Anexo II-40 apresentam a sequência de deposição prevista para esta opção.

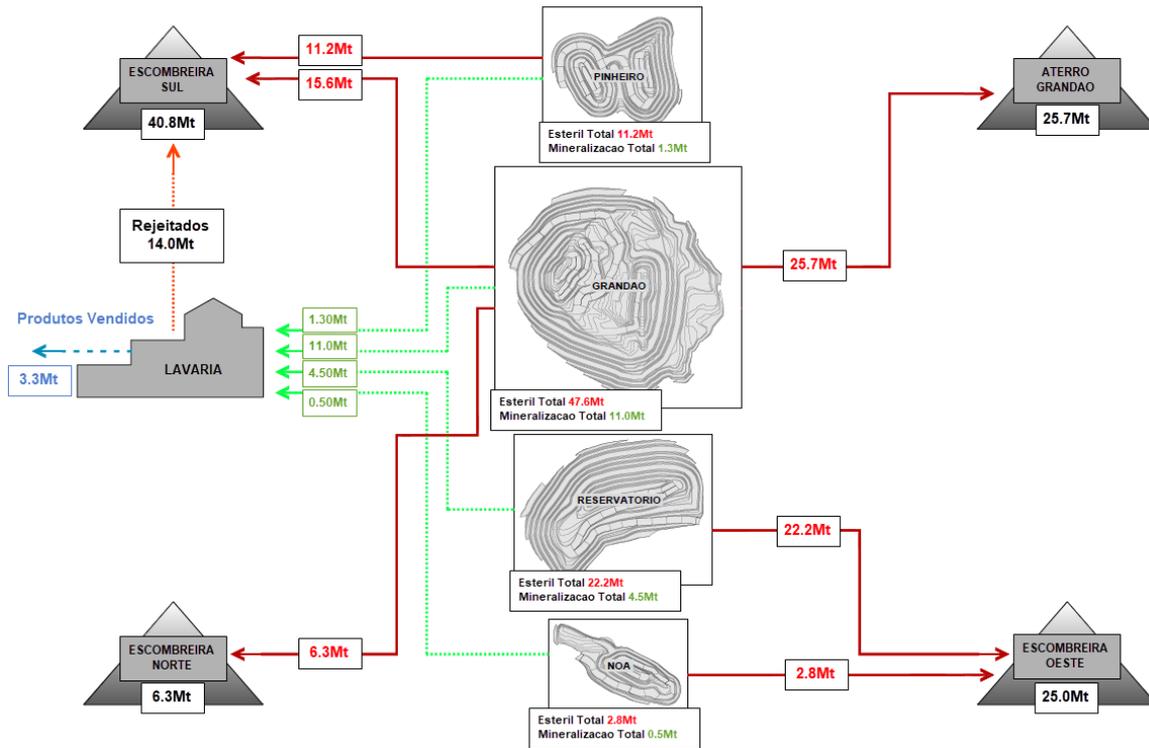


Figura III.15 - Fluxos de material na Opção 1.

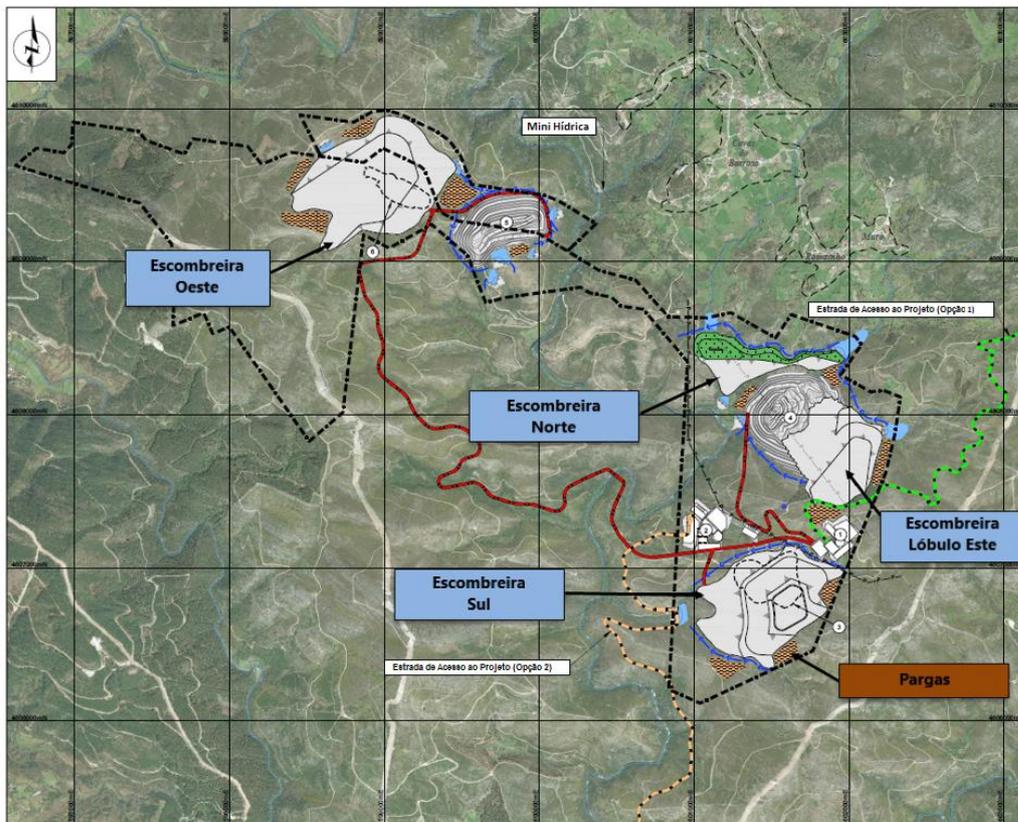


Figura III.16 - Localização e extensão das escombrelas da Opção 1.

Quadro III.34 - Sumário da Opção 1 para áreas de escombreira.

Nome da Instalação	Capacidade de armazenamento		Origem		Cota Mínima [m]	Cota Máxima [m]	Área [ha]
	[×10 ⁶ m ³]	[×10 ⁶ t]	Local	[×10 ⁶ t]			
Escombreira Sul	19,7	40,8	Pinheiro (estéril)	11,2	499	648	44,6
			Grandão (estéril)	15,6			
			Lavaria (rejeitado)	14,0			
Escombreira Oeste	16,2	25,0	Reservatório (estéril)	22,2	650	735	54,4
			NOA (estéril)	2,8			
Escombreira Norte	3,0	6,3	Grandão (estéril)	6,3	485	585	16,7
Escombreira Lóbulo Este	12,2	25,7	Grandão (estéril)	25,7	427	653	29,8

6.1.2. Opção 2 – Combinação de armazenamento dentro e fora da corta

A Opção 2 é similar à Opção 1, com apenas 3 áreas de escombreira separadas, mas com um menor volume de armazenamento na Escombreira Lóbulo Este da corta do Grandão e sem material estéril a norte da corta do Grandão (Figura III.17).

Todos os rejeitados filtrados serão encapsulados dentro da Escombreira Sul, à semelhança da Opção 1.

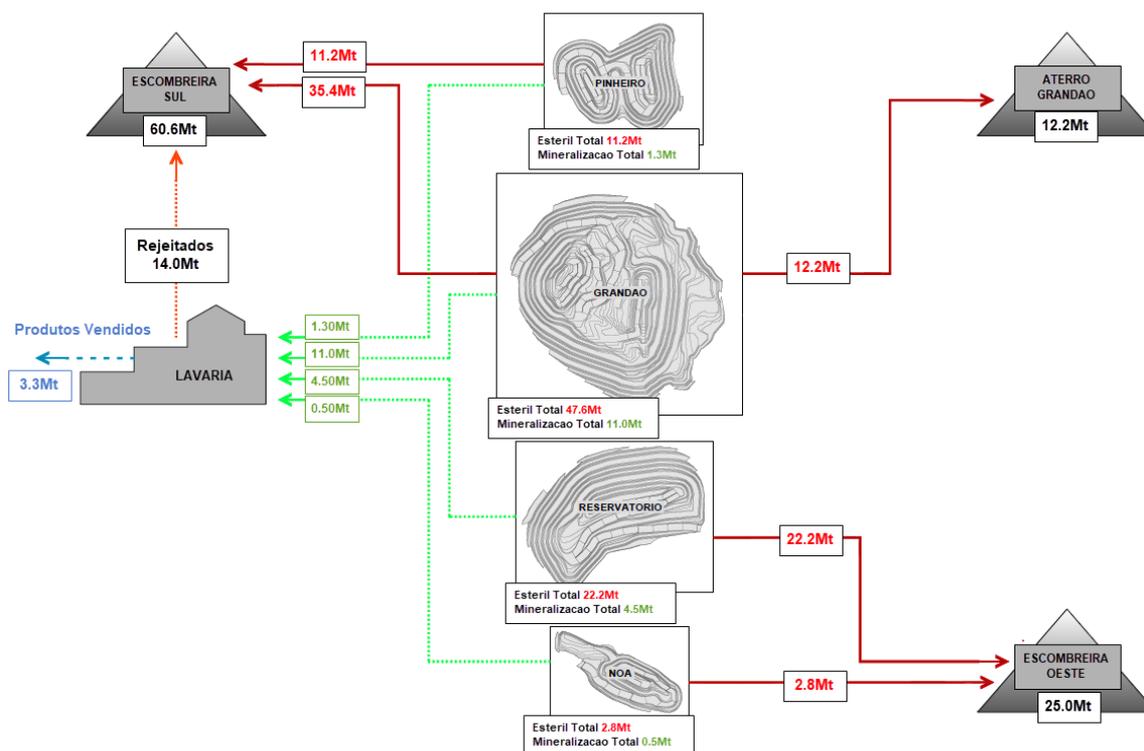


Figura III.17– Fluxos de material na Opção 2.

As principais características de cada uma das três escombreiras estão resumidas no Quadro III.35. A dimensão das escombreiras da Opção 2 é indicada na Figura III.18. As figuras 2.11.16 a 2.11.30 do Anexo II-40 apresentam a sequência de deposição prevista para esta opção.

Quadro III.35- Sumário da Opção 2 para as áreas de escombreiras.

Nome da Instalação	Capacidade de armazenamento		Origem		Cota Mínima [m]	Cota Máxima [m]	Área [ha]
	[x10 ⁶ m ³]	[x10 ⁶ t]	Local	[x10 ⁶ t]			
Escombreira Sul	29,3	60,6	Pinheiro (estéril)	11,2	482	675	63,8
			Grandão (estéril)	35,4			
			Lavaria (rejeitado)	14,0			
Escombreira Oeste	16,2	25,0	Reservatório (estéril)	22,2	650	735	54,4
			NOA (estéril)	2,8			
Escombreira Lóbulo Este	5,8	12,2	Grandão (estéril)	12,2	427	580	14,2

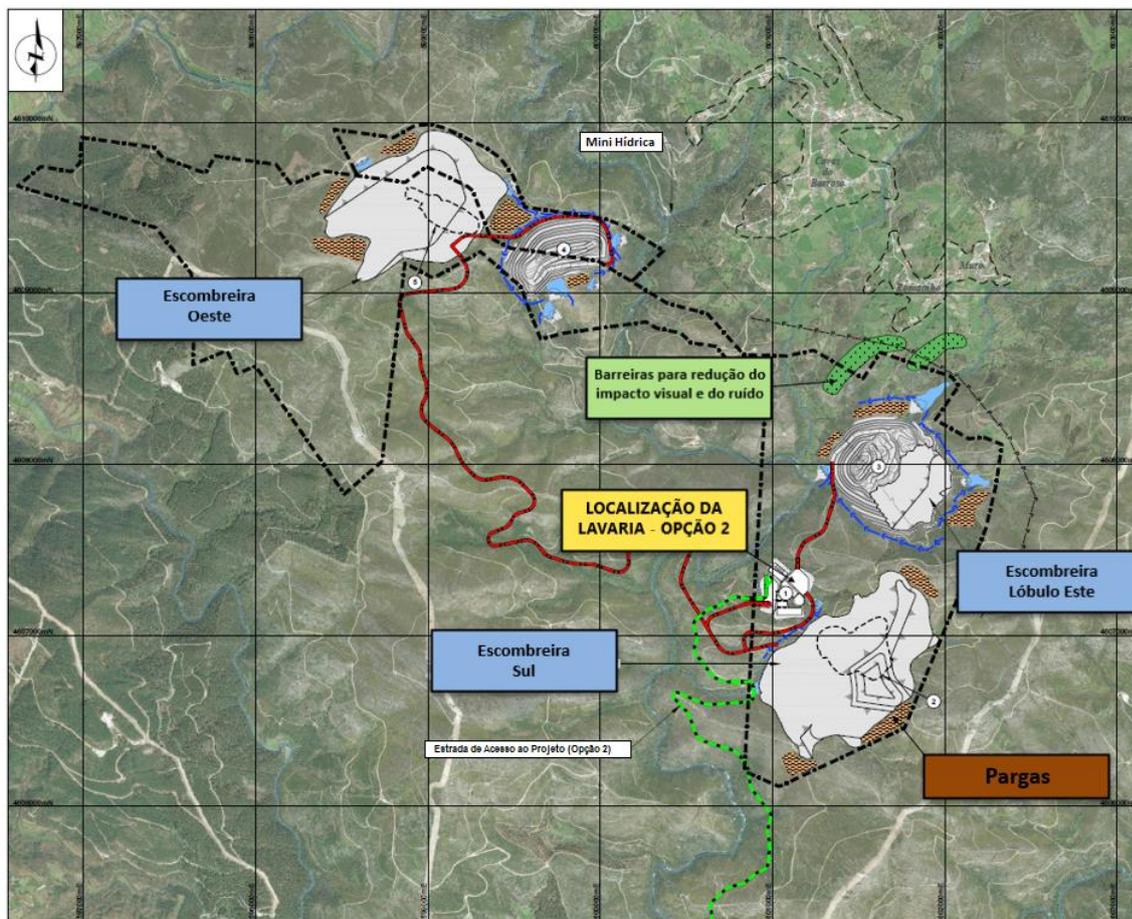


Figura III.18 - Localização e extensão das escombreiras da Opção 2.

6.1.3. Opção 3 – Armazenamento fora das cortas e opção das escombreiras Sul e Oeste

Nesta opção, serão desenvolvidas duas áreas individuais de escombreira. A principal escombreira é a Escombreira Sul e a segunda escombreira será desenvolvida a oeste da corta do NOA no ano 7 da exploração, quando começar a escavação das cortas do NOA e Reservatório (Figura III.19).

A construção de duas escombreiras individuais, independentes do desenvolvimento das cortas, possibilitará a sua operação de uma forma mais controlada para adequar o cronograma da exploração.

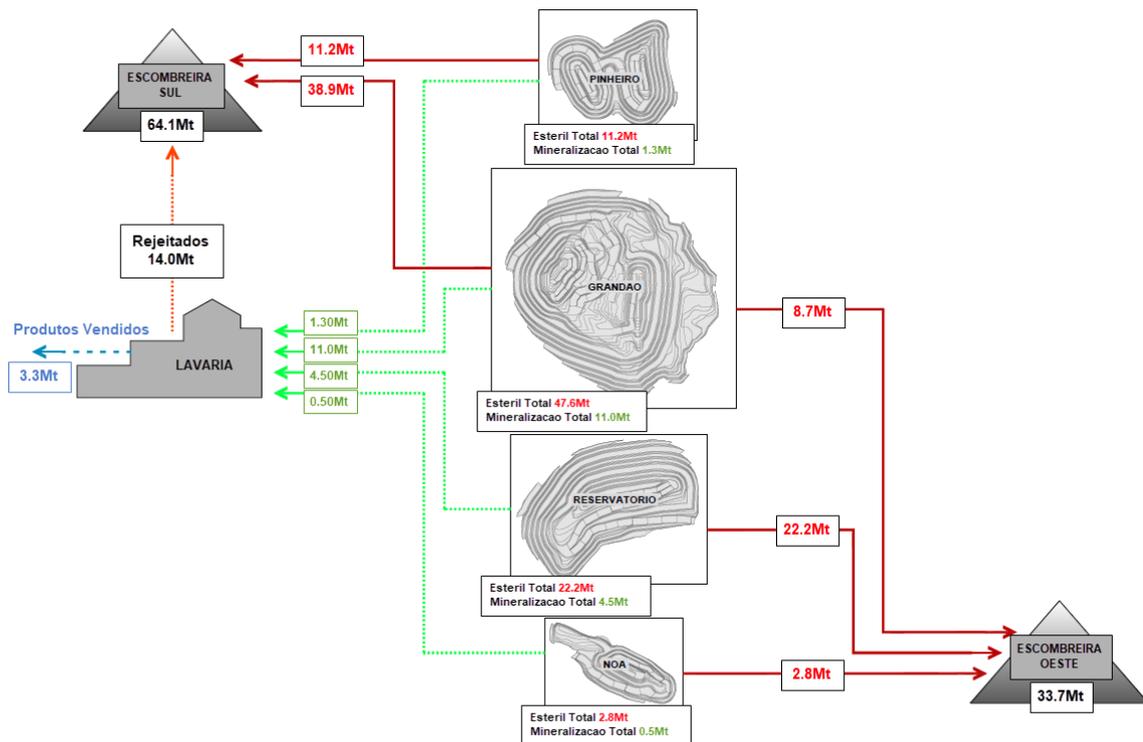


Figura III.19– Fluxos de material na Opção 3.

Note-se que a área de escombreira a noroeste será necessária no ano 7, quando a mina já estiver bem estabelecida, e tenham sido otimizados os procedimentos de controlo de águas superficiais e sedimentos. As características chave de cada uma das duas áreas de escombreira encontram-se sumarizadas no Quadro III.36.

De realçar que na Opção 3 não existe volume disponível suficiente para armazenar todo o estéril do Grandão e do Pinheiro na escombreira Sul. Será necessário transportar 8,7 Mt de estéril proveniente do Grandão para a escombreira Oeste, entre os anos 6 a 8 do projeto.

A extensão final da área das escombreiras é visível na Figura III.20.

Quadro III.36 – Sumário da Opção 3 para as áreas das escombreiras.

Nome da Instalação	Capacidade de armazenamento		Origem		Cota Mínima [m]	Cota Máxima [m]	Área [ha]
	[×10 ⁶ m ³]	[×10 ⁶ t]	Local	[×10 ⁶ t]			
Escombreira Sul	30,5	64,1	Pinheiro (estéril)	11,2	482	675	69,6
			Grandão (estéril)	38,9			
			Lavaria (rejeitado)	14,0			
Escombreira Oeste	18,6	33,7	Grandão (estéril)	8,7	705	835	57,4
			Reservatório (estéril)	22,2			
			NOA (estéril)	2,8			

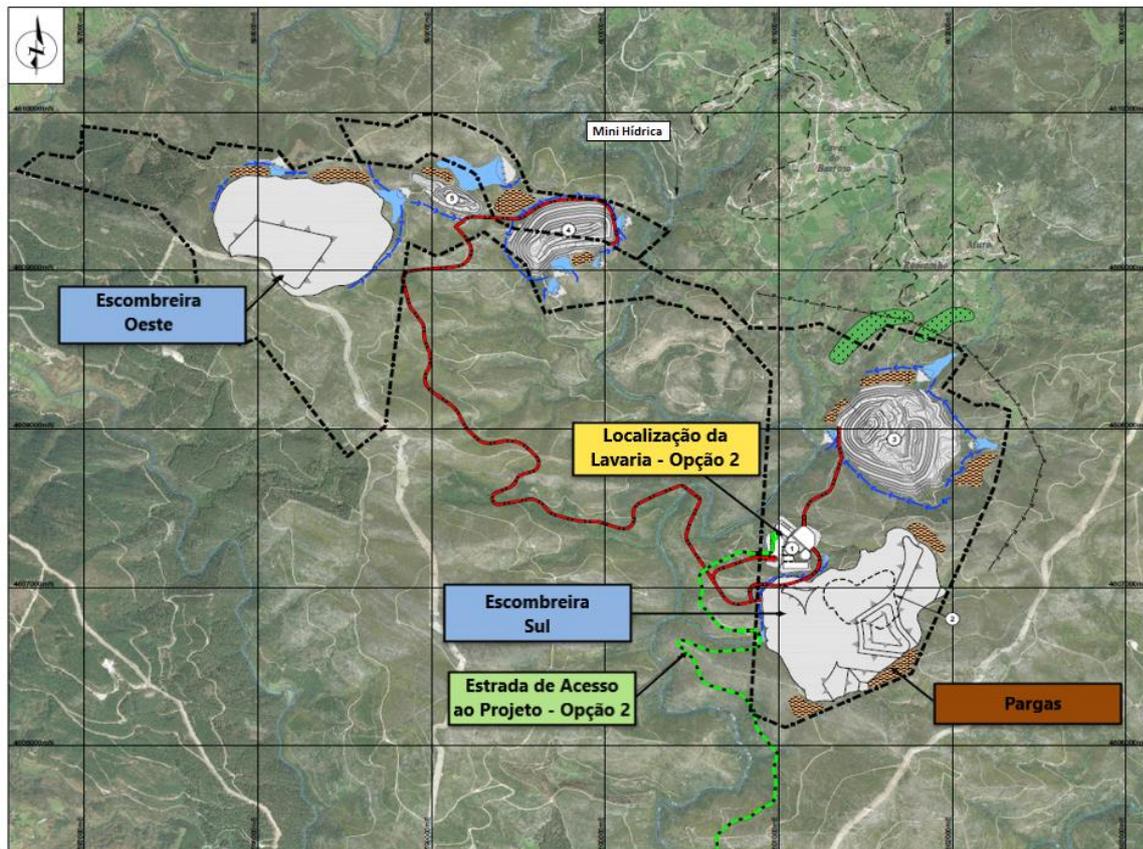


Figura III.20 – Localização e extensão das escombreiras da Opção 3.

Uma secção transversal das principais escombreiras propostas pode ser observada na Figura III.21 e Figura III.22 abaixo, onde mostra a colocação dos resíduos em cada uma das escombreiras ano a ano como proposto. Foi elaborado um esboço geral da evolução das escombreiras para o desenvolvimento da Opção 3, apresentado na Figura III.23 à Figura III.27. As figuras 2.11.31 a 2.11.65 do Anexo II-40 apresentam a sequência de deposição prevista para esta opção.

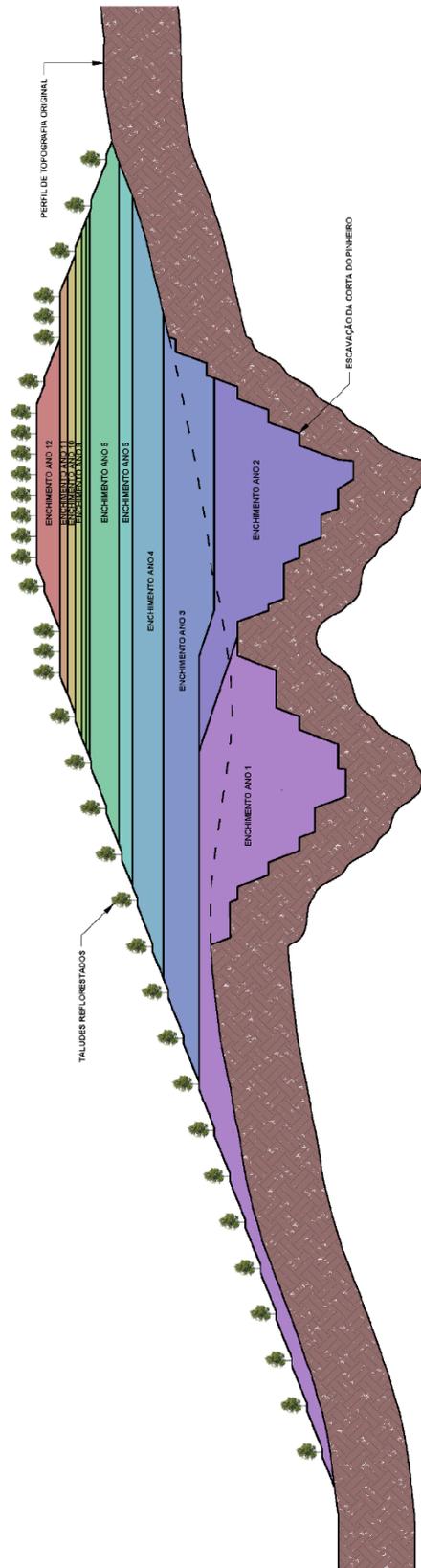


Figura III.21 - Perfil de desenvolvimento da Escombreira Sul.

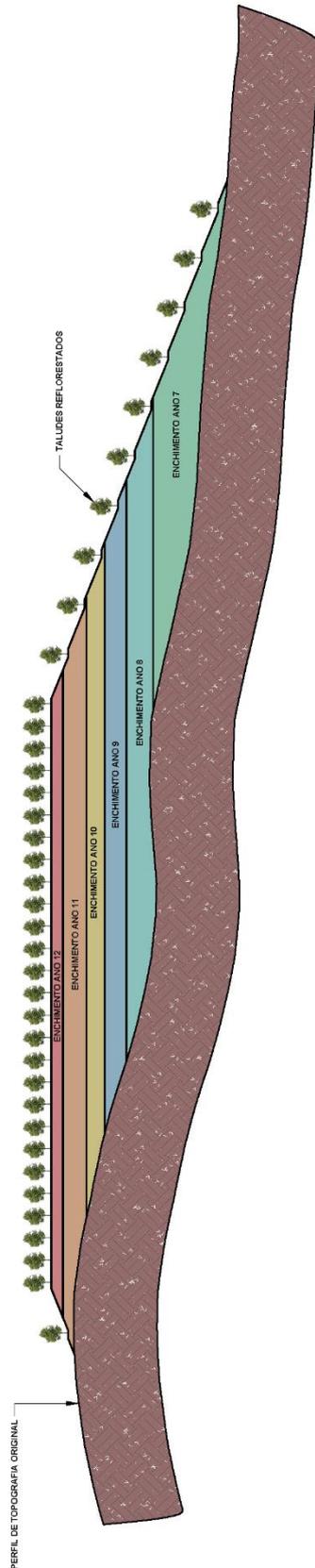


Figura III.22 - Perfil de desenvolvimento da Escombreira Oeste.

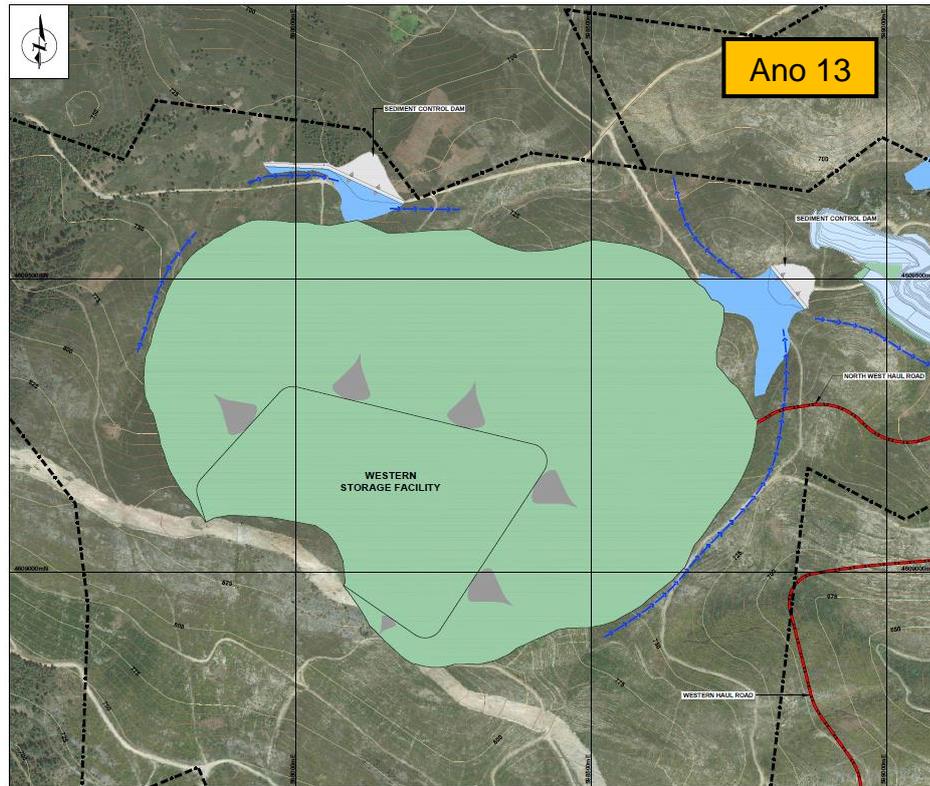


Figura III.27 - Disposição do desenvolvimento da Escombreira Oeste para o ano 13 (zona assinalada a verde representa a extensão da reabilitação).

7. CLASSIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS

7.1. CLASSIFICAÇÃO

Pelo que foi anteriormente referido, e de acordo com o disposto no artigo 9.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de Fevereiro, as instalações de resíduos da Mina do Barroso (escombreiras) não são classificadas na categoria A, uma vez que o método construtivo e a inclinação máxima prevista para a modelação topográfica, inferior ao ângulo de repouso natural dos materiais, asseguram a integridade estrutural da instalação e o seu correto funcionamento.

Deste modo, garante-se o cumprimento do disposto no número 1, das Regras Gerais, do Anexo II do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, que refere que uma instalação de resíduos é classificada na categoria A se “(...) *Uma avaria ou mau funcionamento, tal como o desmoronamento de uma escombreira ou o rebentamento de uma barragem, possam provocar um acidente grave com base numa avaliação de riscos que atenda a fatores como a dimensão atual ou futura, a localização e o impacto ambiental da instalação de resíduos.*”

De referir que nestas instalações de resíduos serão utilizados exclusivamente resíduos inertes, pelo que não se aplicam os critérios estabelecidos nos números 2 e 3, das Regras Gerais, do Anexo II do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, para a definição da categoria da instalação.

Nos capítulos seguintes faz-se uma análise das principais características estruturais das instalações e dos principais riscos, de forma a demonstrar que estas instalações não se classificam na categoria A.

7.2. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA INSTALAÇÃO

A parte B, do Anexo II, do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, define a regra geral para integrar uma instalação “(...) *na categoria A se as consequências previsíveis, a curto ou a longo prazo, de uma falha decorrente de perda de integridade estrutural ou de funcionamento incorreto de uma instalação de resíduos puderem resultar em:*

- a) *Potencial perda de vidas não negligenciável;*
- b) *Perigo grave para a saúde humana;*
- c) *Perigo grave para o ambiente.*”

Relativamente à alínea a) não se perspetiva a perda de vidas humanas, uma vez que a integridade estrutural e o bom funcionamento da instalação de resíduos se encontram assegurados. Quanto ao perigo para a saúde humana e para o ambiente (alíneas b) e c)), refere-se que a utilização exclusiva de resíduos inertes nessas instalações excluem a aplicação destas regras.

Nestas instalações de resíduos está assegurada a integridade estrutural, dando cumprimento ao disposto no ponto 2, da parte B, do Anexo II, do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, onde a integridade

estrutural de uma instalação é entendida como “(...) a sua capacidade para conter os resíduos dentro dos limites da instalação conforme concebida”.

Conforme referido anteriormente, o ângulo final da modelação assegurará que os resíduos se mantenham estáveis a longo prazo, pelo que não se perspetiva a perda da integridade estrutural da instalação de resíduos.

Nestas instalações de resíduos está também assegurado o bom funcionamento, dando cumprimento ao disposto no ponto 3, da parte B, do Anexo II, do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, onde se entende “(...) por funcionamento incorrecto da instalação de resíduos qualquer operação que possa causar um acidente grave, incluindo o mau funcionamento de medidas de protecção do ambiente e a concepção defeituosa ou insuficiente”.

Relativamente à conceção das instalações referem-se os argumentos já apresentados para a integridade estrutural da instalação, pelo que está assegurada a sua correta conceção. Relativamente às medidas de protecção do ambiente, refere-se que se tratam de resíduos inertes, que por definição são substâncias que não sofrem alterações físicas, químicas ou biológicas significativas, estando assegurada a protecção ambiental.

8. ENCERRAMENTO E REABILITAÇÃO DA ÁREA

A reabilitação do perímetro externo da escombreira ocorrerá continuamente durante toda a vida da mina. Todos os taludes serão modelados, classificados, revestidos por terra, rasgados e vegetados assim que a área ficar disponível.

Os sistemas de controlo de drenagem e sedimentos serão, tanto quanto possível, continuamente atualizados para as especificidades do encerramento, de modo a permitir que o desempenho seja monitorizado, as reparações e manutenção realizadas e, se necessário, proceder a modificações na configuração final para atingir uma estrutura estável mais prática para o seu encerramento.

A superfície superior da escombreira será mexida e compactada, será colocado um sistema de cobertura apropriado (captura e descarga) para reduzir a infiltração na escombreira, fornecendo um meio de crescimento adequado para reabilitação e vegetação a longo prazo.

A superfície será vegetada para atingir os parâmetros finais de uso contemplados no Plano de Recuperação Paisagística. Quando a estrutura for considerada estável (erosão limitada e vegetação bem estabelecida), as estruturas de controlo de sedimentos na envolvente da instalação serão limpas de sedimentos e os sistemas de desvio de águas serão removidos para que os cursos de água retornem aos trajetos originais.

As áreas de deposição de estéreis, quer no interior das cortas, quer nas escombreiras definitivas, serão alvo de integração paisagística, após modelação, através do espalhamento de terra vegetal, de fertilização, e de sementeiras herbáceo-arbustivas e plantações de árvores. Os trabalhos a realizar no âmbito da reabilitação da área afetada pela deposição de resíduos de extração encontram-se descritos em pormenor no Plano de Recuperação Paisagística que se apresenta na Parte V (Desenho 9, Desenho 10 e Desenho 11).



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na elaboração do Plano de Segurança e Saúde (PSS) foram respeitadas as determinações do Decreto-Lei n.º 162/90, de 22 de maio, relativo ao Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras.

Foi também, tido em consideração o Decreto-Lei n.º 324/95, de 29 de novembro, que estabelece as prescrições mínimas de saúde e segurança a aplicar nas indústrias extrativas a céu aberto e subterrâneas e a Portaria n.º 198/96, de 4 de junho que estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais e postos de trabalho. Foi ainda atendida a principal regulamentação e normativas vigentes aplicáveis a minas.

O presente PSS é um documento dinâmico que deve ser objeto de revisão periódica, sempre que o seu conteúdo se verifique desajustado à luz da legislação vigente, da política da empresa, da realidade da mina, do trabalho, dos equipamentos, dos trabalhadores e das instalações, ou de qualquer outra situação que interfira diretamente com a segurança e saúde e comprometa a sua aplicação prática.

Tendo em conta a relevância que os acidentes de trabalho e doenças profissionais têm nos aspetos mais importantes da vida dos seus colaboradores e famílias, a Savannah continuará a modernizar tecnologicamente as suas instalações industriais, no sentido de compatibilizar os princípios da proteção das pessoas e bens, com a competitividade desta atividade industrial.

O PSS que se apresenta aborda, entre outros, os seguintes elementos principais:

- Políticas e objetivos
- Comunicação interna e consulta
- Análise de riscos
- Planos de prevenção
- Gestão de incidentes e acidentes
- Plano de visitantes
- Plano de emergência
- Instalações sociais e de higiene
- Trabalhadores subcontratados
- Monitorização do desempenho

Este PSS será aplicado a todos os trabalhadores envolvidos, sem exceção, incluindo trabalhadores subcontratados e visitantes, devendo o cumprimento das regras de segurança ficar contemplado no contrato de prestação de serviços.

O PSS apresentado aplica-se a todas as alternativas de projeto.

2. POLÍTICA DA EMPRESA

A Savannah está empenhada em garantir a segurança e saúde dos seus trabalhadores através da melhoria contínua das condições de trabalho e do cumprimento da legislação e regulamentação vigente nesta matéria.

Para assegurar a política de segurança, a Savannah disponibilizará todos os meios financeiros e humanos que estiverem ao seu alcance para implementar as medidas contidas neste PSS.

A política da Savannah traduz o compromisso da Administração da empresa ao nível da segurança, saúde e bem-estar de todo o pessoal afeto à mina, e será publicada em vários locais de trabalho, sendo dada toda a informação e formação aos trabalhadores. A política será alvo de revisão periódica, tendo em conta os objetivos definidos.

A Savannah defende que:

- Todos os acidentes são evitáveis;
- As operações podem ter produtividade sem acidentes.

3. OBJETIVOS

Os principais objetivos definidos pela Savannah em matéria de segurança e saúde, podem ser definidos do seguinte modo:

Sinistralidade:

- Evitar acidentes e reduzir a gravidade dos mesmos;
- Adotar meios de análise dos acidentes de trabalho;

Doenças profissionais:

- Minimizar a presença de agentes causadores de doenças profissionais e, se possível, eliminá-los;
- Investir na melhoria das condições de trabalho em postos onde o risco seja mais elevado;

Proteções coletivas:

- Adotar as medidas de proteção coletiva possíveis e necessárias à redução dos riscos mais importantes presentes na mina;

Proteções individuais:

- Facultar a todos os trabalhadores os equipamentos de proteção individual necessários para desempenharem em segurança as suas atividades;
- Adotar sistemas de registo dos equipamentos de distribuição facultados e analisar a sua duração média;

Sinalização:

- Sinalizar adequadamente a mina com sinalética de informação, proibição, perigo, emergência e trânsito;

Meios de emergência e primeiros socorros:

- Instalar e manter funcionais os meios de combate a incêndios necessários;
- Equipar a mina com os meios de emergência e de primeiros socorros adequados e suficientes, de modo a dar resposta rápida a situações de sinistro;

Instalações sociais e de higiene:

- ❑ Intervir nas instalações sociais e de higiene com o intuito de as manter em boas condições de higiene;

Comunicação interna:

- ❑ Colocar os canais de comunicação em funcionamento, de modo a passar todas as mensagens de segurança e saúde aos trabalhadores e a visitantes;

Formação e sensibilização:

- ❑ Garantir a formação adequada dos trabalhadores, antes destes entrarem ao trabalho e de forma continuada, de modo a que fiquem informados sobre os riscos existentes e sobre a melhor maneira de os eliminar;
- ❑ Sensibilizar os trabalhadores para a importância de cada um no sistema de gestão de segurança e saúde, e para a necessidade de terem um papel ativo;
- ❑ Estabelecer um programa para as ações de formação e de sensibilização.

Todos os trabalhadores, incluindo os subcontratados e visitantes, serão informados e comprometidos para a criação e manutenção de um local de trabalho livre de drogas e álcool.

Como objetivos genéricos a empresa pretende evitar a ocorrência de acidentes e o aparecimento de doenças profissionais quer para os trabalhadores, como para terceiros que tenham que contactar diretamente com os trabalhos da mina.

4. REGULAMENTAÇÃO E NORMALIZAÇÃO

A principal regulamentação e normalização que serve de base ao PSS e que deve ser conhecida para a aplicação eficaz do mesmo é apresentada no Quadro IV.1.

Quadro IV.1- Legislação e normalização de segurança e saúde no trabalho aplicável à mina.

INSTRUMENTOS	DESCRIÇÃO
LEGISLAÇÃO LABORAL	
Lei n.º 7/2009 (de 12 de fevereiro)	Aprova a revisão do Código do Trabalho.
Lei n.º 53/2011 (de 14 de outubro)	Procede à segunda alteração ao Código do Trabalho, estabelecendo um novo sistema de compensação em diversas modalidades de cessação do contrato de trabalho, aplicável apenas aos novos contratos de trabalho
Lei n.º 3/2012 (de 10 de janeiro)	Estabelece um regime de renovação extraordinária dos contratos de trabalho a termo certo, bem como o regime e o modo de cálculo da compensação aplicável aos contratos objeto dessa renovação
Lei n.º 23/2012 (de 25 de junho)	Procede à terceira alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro Declaração de Retificação n.º 38/2012, de 23 de Julho, que retifica a Lei n.º 23/2012, de 25 de junho
Lei n.º 47/2012 (de 29 de agosto)	Procede à quarta alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, por forma a adequá-lo à Lei n.º 85/2009, de 27 de agosto, que estabelece o regime da escolaridade obrigatória para as crianças e jovens que se encontram em idade escolar e consagra a universalidade da educação pré-escolar para as crianças a partir dos 5 anos de idade
Lei n.º 69/2013 (de 30 de agosto)	Procede à quinta alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, ajustando o valor da compensação devida pela cessação do contrato de trabalho
Lei n.º 27/2014 (de 8 de maio)	Procede à sexta alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro
Lei n.º 55/2014 (de 25 de agosto)	Procede à sétima alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro
Lei n.º 28/2015 (de 14 de abril)	Consagra a identidade de género no âmbito do direito à igualdade no acesso a emprego e no trabalho, procedendo à oitava alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro
Lei n.º 120/2015 (de 1 de setembro)	Procede à nona alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, reforçando os direitos de maternidade e paternidade
Lei n.º 8/2016 (de 1 de abril)	Procede à décima alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, restabelecendo os feriados nacionais

INSTRUMENTOS	DESCRIÇÃO
Lei n.º 28/2016 (de 23 de agosto)	Procede à décima primeira alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, à quinta alteração ao regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, aprovado pela Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, e à terceira alteração ao regime jurídico do exercício e licenciamento das agências privadas de colocação e das empresas de trabalho temporário, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 260/2009, de 25 de setembro
Lei n.º 73/2017 (de 16 de agosto)	Reforça o quadro legislativo para a prevenção da prática de assédio, procedendo à décima segunda alteração ao Código do Trabalho, aprovado em anexo à Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, à sexta alteração à Lei Geral do Trabalho em Funções Públicas, aprovada em anexo à Lei n.º 35/2014, de 20 de junho, e à quinta alteração ao Código de Processo do Trabalho, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 480/99, de 9 de novembro Declaração de Retificação n.º 28/2017, de 2 de outubro, que retifica a Lei n.º 73/2017, de 16 de agosto
Lei n.º 14/2018 (de 19 de março)	A presente lei procede à décima terceira alteração ao Código do Trabalho, aprovado em anexo à Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, alterando o regime jurídico aplicável à transmissão de empresa ou estabelecimento e reforçando os direitos dos trabalhadores.
Lei n.º 90/2019 (de 4 de setembro)	A presente lei procede à décima quarta alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro. Reforço da proteção na parentalidade, alterando o Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro, e os Decretos-Leis n.ºs 89/2009, de 9 de abril, que regulamenta a proteção na parentalidade, no âmbito da eventualidade maternidade, paternidade e adoção, dos trabalhadores que exercem funções públicas integrados no regime de proteção social convergente, e 91/2009, de 9 de abril, que estabelece o regime jurídico de proteção social na parentalidade no âmbito do sistema previdencial e no subsistema de solidariedade.
Lei n.º 93/2019 (de 4 de setembro)	A presente lei procede à décima quinta alteração ao Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro e respetiva regulamentação, e o Código dos Regimes Contributivos do Sistema Previdencial de Segurança Social, aprovado pela Lei n.º 110/2009, de 16 de setembro.
PROMOÇÃO E PREVENÇÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE	
Lei n.º 102/2009 (de 10 de setembro)	Regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde de acordo com o art.º 284º do Código do Trabalho
Lei n.º 42/2012 (de 28 de agosto)	Procede à primeira alteração da Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro
Lei n.º 3/2014 (de 28 de janeiro)	Procede à segunda alteração da Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro
EXERCÍCIO DA ATIVIDADE EM MINAS	
Lei n.º 54/2015 (de 22 de junho)	Estabelece a Lei de bases do regime jurídico de revelação e aproveitamento dos recursos geológicos existentes em território nacional.
Decreto-Lei n.º 88/90 (de 16 de março)	Aproveitamento de depósitos minerais naturais.
SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM MINAS	

INSTRUMENTOS	DESCRIÇÃO
Portaria n.º 53/71 (de 3 de fevereiro)	Aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais
Portaria n.º 702/80 (de 22 de setembro)	Altera o Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais
Decreto-Lei n.º 162/90 (de 22 de maio)	Aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Pedreiras e Minas
Decreto-Lei n.º 324/95 (de 29 de novembro)	Transpõe para o direito interno as Diretivas Comunitárias n.º 92/91/CEE e n.º 92/104/CEE, relativas às prescrições mínimas de saúde e segurança a aplicar nas indústrias extrativas por perfuração a céu aberto e subterrâneas
Portaria n.º 198/96 (de 4 de junho)	Regula as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais e postos de trabalho da indústria extrativa a céu aberto ou subterrânea
EQUIPAMENTOS DE TRABALHO	
Decreto-Lei n.º 50/2005 (de 25 de fevereiro)	Altera o regime relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização de equipamentos de trabalho, transpondo para a ordem interna a Diretiva n.º 2001/45/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de junho
EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	
Decreto-Lei n.º 348/93 (de 1 de outubro)	Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva Comunitária n.º 89/656/CEE, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de proteção individual
Portaria n.º 988/93 (de 6 de outubro)	Estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de proteção individual
LOCAIS DE TRABALHO	
Decreto-Lei n.º 347/93 (de 1 de outubro)	Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva Comunitária n.º 89/654/CEE, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais de trabalho
Portaria n.º 987/93 (de 6 de outubro)	Estabelece as normas técnicas relativas às prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais de trabalho
ESTABELECEMENTOS INDUSTRIAIS	
Decreto-Lei n.º 169/2012 (de 1 de agosto)	O presente diploma aprova o Sistema da Indústria Responsável (SIR).
Decreto-Lei n.º 73/2015 (de 11 de maio)	Procede à primeira alteração ao Sistema da Indústria Responsável (SIR), aprovado em anexo ao Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de agosto.
Portaria n.º 279/2015 (de 14 de setembro)	Identifica os requisitos formais do formulário e os elementos instrutórios a apresentar pelo interessado nos procedimentos com vistoria prévia, sem vistoria prévia e de mera comunicação prévia aplicáveis, respetivamente, à instalação e exploração de estabelecimentos industriais dos tipos 1, 2 e 3, e à alteração de estabelecimentos industriais, nos termos previstos no Sistema da Indústria Responsável (SIR), aprovado em anexo ao Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de agosto, na redação que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 73/2015, de 11 de maio.

INSTRUMENTOS	DESCRIÇÃO
CONSTRUÇÕES DE APOIO	
NP – 1572 (19780)	Higiene e Segurança nos Estabelecimentos Industriais: Instalações sanitárias de vestiários e refeitórios. Dimensionamento e disposições construtivas.
Decreto-Lei n.º 555/99 (de 16 de dezembro)	Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE)
Decreto-Lei n.º136/2014 (de 9 de setembro)	Altera e república o Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE)
Portaria n.º 113/2015 (de 22 de abril)	Identifica os elementos instrutórios dos procedimentos previstos no Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE) aprovado pelo Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de dezembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136/2014, de 9 de setembro.
SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	
NP – 162 (1966)	Identificação de fluidos. Cores e sinais para canalizações
Decreto-Lei n.º 141/95 (de 14 de junho)	Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva Comunitária n.º 92/58/CEE, relativa às prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho
Portaria n.º 1456-A/95 (de 11 de dezembro)	Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho
Portaria n.º 178/2015 (de 15 de junho)	Procede à primeira alteração à Portaria n.º 1456 -A/95, de 11 de dezembro, que regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e saúde no trabalho
RUÍDO	
NP ISO 1996 (2011)	Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiente (Parte 1 e Parte 2)
RUÍDO	
Decreto-Lei n.º182/2006 (de 6 de setembro)	Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao ruído
Decreto-Lei n.º 9/2007 (de 17 de janeiro)	Regulamento Geral do Ruído
POEIRAS	
NP 1796 (2014)	Segurança e saúde do trabalho. Valores-limite e índices biológicos de exposição profissional a agentes químicos
Art.º 147 do Decreto- Lei n.º 162/90 (de 22 de maio)	Estabelece as concentrações máximas admissíveis em poeiras respiráveis no ar dos locais de trabalho em Pedreiras e Minas
VIBRAÇÕES	
NP – 1673 (1980)	Vibrações mecânicas. Avaliação da reação à excitação global do corpo por vibrações

INSTRUMENTOS	DESCRIÇÃO
NP – 2041 (1986)	Acústica. Higiene e segurança no trabalho. Limites de exposição do sistema braço-mão às vibrações
Decreto-Lei n.º 46/2006 (de 24 de fevereiro)	Estabelece as prescrições mínimas de proteção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a vibrações
EXPLOSIVOS	
Decreto-Lei n.º 376/84 (de 30 de novembro)	Estabelece o regulamento sobre o licenciamento de estabelecimentos de fabrico e armazém de produtos explosivos
Art.º 85 ao Art.º 105 do Decreto-Lei n.º 162/90 (de 22 de maio)	Estabelece as condições de armazenamento de explosivos

5. ORGANIZAÇÃO E RESPONSABILIDADES

Todos os membros da Gestão da mina estão comprometidos com a prevenção de acidentes e de doenças nos locais de trabalho.

As principais responsabilidades de cada um dos intervenientes no empreendimento mineiro pode ser apresentado genericamente da seguinte forma:

ADMINISTRAÇÃO

- Definir a Política de Saúde e Segurança;
- Compromisso com a segurança e saúde;
- Apoiar para atingir os objetivos definidos;
- Rever e monitorizar o desempenho;
- Fornecer recursos adequados;
- Assegurar o cumprimento da legislação.

RESPONSÁVEIS DE DEPARTAMENTO

- Implementar a Política de Saúde e Segurança;
- Compromisso com a segurança e saúde;
- Assegurar que as tarefas são realizadas de acordo com a política;
- Auxiliar na definição de procedimentos;
- Participar na investigação de incidentes/acidentes;
- Responder de forma positiva e proativa a sugestões de segurança dos trabalhadores;
- Garantir a realização de inspeções regulares de segurança e saúde;
- Apoiar na implementação de mudanças e programas de melhoria;
- Implementar estratégias que garantam que todos os perigos são identificados;
- Garantir o cumprimento das obrigações legais e outras;
- Assegurar que os recursos necessários são fornecidos;
- Atender às conclusões das avaliações de risco e outras.

COORDENADOR DE SEGURANÇA

- Auxiliar a gestão na implementação e melhoria contínua dos recursos;
- Construir e manter os sistemas de gestão de Segurança e Saúde no Trabalho;
- Garantir que todas as áreas de operação possuem avaliações de risco;
- Assegurar que todos os trabalhadores conhecem os riscos a que estão sujeitos e as medidas de minimização aplicáveis;
- Fornecer consultoria especializada em Segurança e Saúde no Trabalho;

- Definição de metas e analisar o seu cumprimento;
- Desenvolver e divulgar todos os documentos de Segurança e Saúde no Trabalho;
- Estabelecer e auditar o processo de gestão de Segurança e Saúde no Trabalho;
- Elaborar relatórios de gestão de Segurança e Saúde no Trabalho;
- Gerir e ministrar formação aos trabalhadores;
- Investigar e reportar incidentes/acidentes;
- Assegurar o cumprimento da legislação.

SUPERVISORES

- Assumir a responsabilidade pela Segurança e Saúde nas suas áreas de supervisão;
- Auxiliar a administração na implementação e melhoria contínua;
- Garantir que são realizadas inspeções/auditorias periódicas;
- Assegurar que falhas ou não conformidades identificadas são corrigidas;
- Participar e investigar incidentes e acidentes;
- Garantir a adoção de medidas corretivas para evitar a repetição de incidente ou acidentes;
- Reforçar iniciativas e comportamentos proativos;
- Responder de forma positiva e proativa a sugestões de segurança dos trabalhadores;
- Garantir que todas as tarefas sejam executadas em conformidade as políticas e procedimentos em vigor;
- Informar e disciplinar os trabalhadores que se desviam dos procedimentos;
- Assegurar o cumprimento da legislação.

TRABALHADORES (incluindo subcontratados)

- Participar em sessões de acolhimento, formação e informação;
- Realizar apenas tarefas para as quais possuem formação e competência;
- Cumprir os procedimentos e normas em vigor;
- Realizar verificações prévias às máquinas a utilizar e relatar falhas;
- Realizar inspeções no local de trabalho antes de iniciar o trabalho;
- Usar e manter os equipamentos de proteção individuais;
- Conhecer e cumprir os procedimentos de emergência;
- Reportar de imediato todas as falhas, defeitos, perigos, perigos potenciais, acidentes e incidentes ao supervisor;
- Estar atento e cumprir todos os avisos de segurança;
- Manter as áreas de trabalho em boas condições de segurança;
- Ajudar a gestão a atingir metas e objetivos;

- Garantir o compromisso com a reabilitação em caso de lesão/doença;
- Participar, cooperar e cumprir as instruções de supervisão;
- Participar na revisão de procedimentos, avaliações de risco e outros;
- Assegurar que todos os atos inseguros localizados sejam interrompidos imediatamente;
- Participar de testes específicos de drogas e álcool no local de trabalho;
- Garantir que todos os padrões de segurança rodoviária definidos são respeitados.

6. COMUNICAÇÃO INTERNA E CONSULTA

De modo a passar todas as mensagens de segurança e saúde aos trabalhadores e a visitantes a Savannah utilizará como canais de comunicação a afixação de panfletos e distribuição de folhetos, instalação de painéis informativos, envio de mensagens, disponibilização de meios audiovisuais, sessões informativas e formativas, entre outros.

No que respeita à gestão da informação está prevista a colocação de quadros informativos junto ao refeitório e noutros locais frequentados pelos trabalhadores, nos quais constarão informações sobre os seguintes temas principais:

- Sinalização;
- Medidas e equipamentos de proteção coletiva;
- Primeiros socorros;
- Obrigações do trabalhador;
- Normas e procedimentos de segurança.

Poderão ainda ser utilizadas circulares para informar os trabalhadores das normas internas que deverão ser respeitadas.

A notificação de perigos/riscos importantes, ou outras, pode ser feita de diferentes formas:

- Informação imediata ao superior hierárquico;
- Relatórios de incidentes/acidentes/perigos ou documentos similares;
- Inspeções e auditorias;
- Reuniões;
- Diretamente através de representantes de segurança.

A Savannah está comprometida em garantir que todos os trabalhadores sejam consultados sobre a qualidade da gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, de modo a contribuírem para a melhoria contínua dos procedimentos e do desempenho nesta matéria.

Os trabalhadores da mina serão alvo de consulta acerca da política de Segurança e Saúde no Trabalho pelo menos 2 vezes por ano.

Como meios de comunicação interna na mina serão utilizados telefones (fixos e móveis) e sistemas de comunicação via rádio.

7. ANÁLISE DE RISCOS

A Savannah irá assegurar através da implementação deste PSS que os riscos para os trabalhadores e outros envolvidos nos trabalhos da mina serão avaliados e os trabalhadores serão incentivados à adoção de medidas que os eliminem ou, não sendo possível, os minimizem.

Atendendo às características das atividades industriais, é possível identificar os principais riscos existentes e definir medidas de prevenção capazes de os eliminar ou, pelo menos, de minimizar os seus efeitos. Os principais riscos, capazes de gerar acidentes de trabalho ou doenças profissionais, podem ser agrupados, em função da sua origem, em: riscos mecânicos, ruído, poeiras, vibrações, afogamentos, riscos térmicos, riscos químicos, riscos associados ao uso de explosivos, e riscos elétricos. Os riscos mais importantes a assinalar são os riscos mecânicos e os relacionados com o uso de explosivos.

Dos riscos mecânicos, os mais importantes estão relacionados com a queda de blocos e pedras das frentes de desmonte (bancadas), com as quedas ao mesmo nível, com quedas em altura, pela potencial projeção de pedras durante as detonações, e também com atropelamentos originados pela movimentação dos equipamentos e de outros veículos, e com entalamentos ou esmagamentos em órgãos mecânicos móveis (máquinas móveis, equipamentos de fragmentação e outros equipamentos da lavaria).

Além dos riscos mecânicos e dos riscos associados ao uso de explosivos, o ruído, as vibrações e as poeiras também se assumem como riscos profissionais importantes.

Os riscos associados ao uso de explosivos estão relacionados com o eventual manuseamento incorreto destas substâncias, o que poderá originar explosões acidentais com danos graves para o operador de fogo, para terceiros, e para instalações e/ou equipamentos.

O ruído é gerado pelo funcionamento dos equipamentos de perfuração, pelos rebentamentos (uso de explosivo para desmonte de rocha), pelos equipamentos móveis e pelos equipamentos de fragmentação e mineralúrgicos (lavaria).

As vibrações resultam da presença de pavimentos irregulares, nos quais as máquinas e outros veículos têm que circular, e de estruturas oscilantes devido ao funcionamento da instalação de britagem e dos equipamentos da lavaria (vibrações no sistema corpo inteiro).

As poeiras resultam, essencialmente, das detonações, das operações de carga e descarga dos *dumpers*, da circulação de máquinas e outros veículos nos caminhos não asfaltados, das operações de britagem, crivagem e descarga de produtos, que se verificam na zona da lavaria e dentro das áreas de escavação. De referir que devem ser tomadas medidas que previnam problemas de silicose aos trabalhadores, principalmente nos ambientes fechados e secos (britagem). Estas medidas de prevenção (incluindo aspiração) de poeiras nas instalações de britagem, de forma a que o risco de exposição à poeira com sílica seja eliminado, estão já previstas no projeto, sendo recomendadas pelo trabalho do Dr. Esmeraldo Alfarroba constante no Anexo II-17.

Dada a presença de reservatórios de água, de Estações de Tratamento de Águas Mineiras – ETAMs e de barreiras de desvio de linhas de água, existe a possibilidade de afogamentos, pelo que devem ser tomadas medidas para minimizar este risco.

Os riscos térmicos, químicos e elétricos estão associados às variações de temperatura que os trabalhadores estarão sujeitos, ao manuseamento de substâncias químicas (reagentes da flutuação, entre outros), sobretudo na lavaria, e pela presença e necessidade de manuseamento de equipamentos elétricos, respetivamente.

No Quadro IV.2 encontram-se descritos os principais riscos profissionais identificados, bem como as principais medidas de prevenção que serão alvo de estudo da empresa com vista à sua implementação no combate aos riscos, em função das operações de extração e de beneficiação, e das zonas e instalações a definir.

Quadro IV.2– Principais riscos presentes nos trabalhos de exploração da mina e respetivas medidas de prevenção.

Principais Riscos	Operação	Zona/Instalação	Principais medidas de prevenção
Atropelamentos	Carregamento e transporte	Vias de circulação e depósitos de material	Regular velocidades de circulação no interior das escavações e nos acessos exteriores. Interditar o acesso a pessoas estranhas a zonas onde circulem máquinas e sinalizar essa circulação. Manter os equipamentos com luzes dentro das escavações. Efetuar uma manutenção periódica dos equipamentos. Os trabalhadores devem estar devidamente sinalizados através de vestuário de alta visibilidade (com bandas refletoras).
Colisão de equipamentos	Transporte	Vias de circulação e depósitos de materiais	Em zonas de pouca visibilidade devem ser efetuados sinais de luzes e/ou sonoros para dar a conhecer a sua presença.
Queda de equipamentos e de cargas	Desmonte, carga e transporte	Frentes de desmonte, vias de circulação e depósitos de materiais	As vias de circulação devem possuir pisos regulares e não planos com inclinação adequada. As cargas devem ser feitas de acordo com a capacidade do equipamento em causa. As rampas deverão ter inclinações máximas de 7° e pisos aderentes regulares.

Principais Riscos	Operação	Zona/Instalação	Principais medidas de prevenção
Entalamentos, cortes e esmagamentos	Perfuração, carga e transporte e lavaria	Interior das áreas de escavação, parques de material e lavaria	<p>Os operadores de equipamento devem estar familiarizados com o equipamento e possuir formação adequada.</p> <p>Garantir a existência de proteção nos órgãos móveis da instalação de britagem e dos outros equipamentos da lavaria e interditar o acesso a pessoas não autorizadas.</p> <p>Deve evitar-se a entrada de pedras de grandes dimensões na britadeira de modo a minimizar o encravamento da mesma.</p> <p>As operações de desencravamento da britadeira devem ser efetuadas com o equipamento parado e salvaguardando qualquer arranque inesperado do mesmo.</p> <p>Usar luvas de proteção, botas e capacete.</p>
Escorregamento de terras	-----	Taludes das escavações	Arregaçar as terras de cobertura para um mínimo de 2 m de afastamento à bordadura de escavação da frente superficial (primeira bancada) e garantir a sua estabilidade.
Queda de pedras, blocos de rocha	Desmonte	Frentes de desmonte, depósitos temporários de estéreis e aterros	<p>Sanear adequadamente as frentes de desmonte, após cada detonação.</p> <p>Não ultrapassar o ângulo dos taludes na deposição de estéreis e rejeitados definido no projeto.</p> <p>Manter restrições no acesso às áreas de escavação durante a noite.</p>
Pancada de objetos	Tratamento e beneficiação	Lavaria	<p>Os operadores dos equipamentos da lavaria devem ter formação específica e adotar posturas de trabalho corretas e isentas de risco.</p> <p>Sinalizar as zonas de queda de materiais junto dos equipamentos da lavaria.</p> <p>Usar capacete e botas de proteção.</p>
Queda de pessoas ao mesmo nível	-----	Vias de passagem	<p>Evitar a presença de obstáculos nas vias de passagem.</p> <p>Garantir sistemas de iluminação dos trabalhos.</p>
Queda de pessoas em altura	-----	Bancadas e vias de passagem	Proteger as laterais das rampas e dos acessos onde exista risco de queda em altura com recurso a muretes de terras ou outro sistema que proteja a queda de pessoas e equipamentos.

Principais Riscos	Operação	Zona/Instalação	Principais medidas de prevenção
Ruído	Perfuração, detonação, carga, transporte, tratamento e beneficiação	Frentes de desmonte, vias de circulação e instalação de britagem	<p>Evitar situações em que os equipamentos tenham que esforçar o motor (e.g. vias de circulação inclinadas).</p> <p>Efetuar medições de ruído laboral, de acordo com a legislação vigente e facultar protetores auriculares aos trabalhadores, caso tal seja necessário.</p> <p>Realizar a manutenção e lubrificação adequada dos equipamentos.</p> <p>Usar protetores auriculares adequados quando os níveis de ruído o justificarem.</p>
Poeiras	Desmonte, carga, transporte e tratamento	Frentes de desmonte, vias de circulação, instalação de britagem	<p>Usar máscara de proteção adequada quando existirem concentrações de poeiras que o justifiquem.</p> <p>Realizar estudos de empoeiramento nos locais de trabalho.</p> <p>Utilizar sistemas de cobertura das instalações e cabinar as instalações de comando.</p>
Vibrações	Perfuração, carga, transporte, tratamento e beneficiação	Interior das máquinas, britador e lavaria	<p>Evitar a presença de pisos irregulares nas vias de circulação.</p> <p>Minimizar o tempo de permanência em zonas com vibrações nas instalações de britagem e na lavaria.</p>
Afogamento	-----	ETAMs, depósitos da lavaria e bacias dos sistemas de desvio de águas pluviais e decantação	<p>Proteger o acesso aos equipamentos com risco de afogamento e instalar equipamentos de salvamento (boia e corda).</p> <p>Sinalizar os perigos e vedar o acesso.</p>
Incêndio ou explosão	-----	Zonas onde existam substâncias inflamáveis	<p>Instalar extintores nas proximidades das portas das instalações onde existam substâncias inflamáveis, nos equipamentos móveis e no interior das instalações de apoio.</p> <p>Afixar sinais de proibição de fumar e foguear junto das zonas de armazenamento de combustíveis e lubrificantes, bem como de outras substâncias inflamáveis.</p>

Principais Riscos	Operação	Zona/Instalação	Principais medidas de prevenção
Uso de explosivos	Desmante	Frentes de desmante	<p>Realizar as pegas de fogo de acordo com o diagrama de fogo definido para a exploração, quer em termos de malha de perfuração, quer no que se refere ao tipo e quantidade de explosivo a aplicar.</p> <p>O manuseamento de explosivos só é permitido a pessoas habilitadas com a cédula de operador de substâncias explosivas.</p> <p>Os rebentamentos devem ser avisados por sirene, e só podem ocorrer depois de todos os trabalhadores, terceiros e equipamentos estarem a salvo.</p> <p>A frente desmontada deve ser inspecionada pelo encarregado dos trabalhos ou pelo operador de explosivos de modo a verificar se todos os furos rebentaram e só depois se iniciará a remoção.</p>
Intempéries e exposição a ambientes húmidos	-----	No exterior e na lavaria	Usar vestuário e calçado apropriado às condições de trabalho.
Contração de doenças	-----	Instalações sociais e de higiene	<p>Disponibilizar copos individuais ou bebedouros de jato ascendente para ingestão de água.</p> <p>Realizar a limpeza periódica das instalações sociais e de higiene.</p> <p>Instalar recipientes adequados para os resíduos gerados nas atividades de exploração da mina.</p>
Riscos químicos	Manuseamento de produtos químicos na lavaria	Armazéns de produtos químicos (reagentes) da lavaria	<p>Os operadores dos equipamentos da lavaria devem ter formação específica e adotar posturas corretas e isentas de risco no manuseamento de produtos químicos.</p> <p>Sinalizar o armazenamento dos produtos químicos e possuir fichas de dados de segurança em locais bem visíveis e de fácil acesso.</p> <p>Utilizar o equipamento de proteção adequado em função do tipo de produtos, bem como luvas, fato, máscara, etc.</p>
Eletrização	-----	Instalações de apoio e equipamentos onde existam dispositivos elétricos	<p>Realizar a manutenção e limpeza adequada e atempada aos circuitos elétricos por pessoal habilitado.</p> <p>Os quadros elétricos devem ser utilizados por pessoal com formação adequada e devidamente informado.</p> <p>Não devem existir fios elétricos em zonas suscetíveis de serem descarnados.</p> <p>Disponibilizar dispositivos de corte de corrente adequados à voltagem (disjuntores adequados).</p>

O desmante com explosivos constitui uma atividade com elevado risco, tanto para os operadores de explosivos como para os restantes trabalhadores. Deve referir-se que o seu deficiente manuseamento

pode causar danos gravosos, quer ao nível de equipamentos, quer de estruturas locais, bem como das frentes de desmonte, implicando um custo adicional na limpeza e saneamento, podendo mesmo criar condições de instabilidade grave no maciço rochoso. Assim, justificam-se precauções excecionais no manuseamento das matérias explosivas, desde o seu transporte até à detonação, passando pelo armazenamento, carregamento e escorvamento. Deste modo, e para obviar situações de risco, para além das medidas referidas anteriormente, a empresa irá adotar as seguintes medidas:

- Desde a sua entrada na área afeta ao desmonte até ao seu carregamento nos furos, os explosivos são sempre vigiados;
- O local de deposição do explosivo é devidamente assinalado, sendo impedido o acesso ao local a pessoas estranhas ao seu manuseamento;
- A colocação das cargas explosivas é realizada na ausência de outros trabalhadores, observando-se regras rígidas de segurança, tais como não foguear ou manusear materiais suscetíveis de provocar faíscas;
- No período anterior à detonação das cargas, os trabalhadores retiram-se para um local abrigado e distanciado da zona da pega de fogo, vedando todos os acessos à área de desmonte. A detonação é precedida por um sinal sonoro característico, perceptível à distância, que avisa todos os presentes da realização da detonação;
- Após a detonação e perante a confirmação, por parte do encarregado dos trabalhos ou operador de substâncias explosivas, da existência das necessárias condições de segurança, soa outro sinal sonoro, diferente do primeiro, de permissão de retoma dos trabalhos.

É necessário que os trabalhadores estejam capacitados para identificar perigos, avaliar riscos e realizar as atividades de trabalho de maneira segura, saudável e ambientalmente responsável, como parte de suas tarefas diárias (trabalhadores pró-ativos em termos de Segurança e Saúde).

8. PLANOS DE PREVENÇÃO

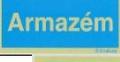
8.1. PLANO DE SINALIZAÇÃO E CIRCULAÇÃO

A sinalização tem por função chamar a atenção de forma rápida e eficaz, para objetos e situações que poderão provocar determinados perigos. Serve ainda para indicar a posição de dispositivos que sejam importantes do ponto de vista da segurança, bem como recomendar formas de atuação.

Na mina serão afixados sinais em locais estratégicos, de modo a alertar para a proibição do acesso de pessoas estranhas a zonas de perigo, para os perigos existentes em cada local, a informar sobre a obrigação de usar os equipamentos de proteção, a localizar os dispositivos de emergência e primeiros socorros e a informar sobre as funções das instalações a implementar. A disposição geral dos principais painéis de sinalização a utilizar na mina encontra-se representada esquematicamente no Quadro IV.3.

Quadro IV.3 – Apresentação esquemática da sinalização a afixar na mina.

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Acesso principal da mina	
Acessos ao interior das áreas de escavação	
Acessos internos	
Zona de estacionamento dos veículos	
Instalações sociais e de higiene	

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Outras instalações de apoio	      
Posto de primeiros socorros	  
Depósito de combustível	  
Lavaria	      
Zona de britagem	     
Quadros eléctricos e posto de transformação	 
Sistemas de tratamento de águas e outros reservatórios	 

A estratégia adotada para a afixação de sinalização em determinadas zonas e instalações da mina, em função dos riscos presentes, foi a seguinte:

Acesso principal da mina

- Identificação dos trabalhos de exploração da mina e da empresa
- Perigo de trabalhos de mina
- Limite de velocidade de 30 km/h
- Obrigatório o uso de botas e capacete

Acessos ao interior das áreas de escavação

- Perigo de trabalhos de mina
- Proibida a entrada a pessoas não autorizadas
- Perigo de explosão
- Perigo de queda
- Obrigatório o uso de botas
- Obrigatório o uso de capacete

- Obrigatório o uso de colete refletor

Acessos internos

- Limite de velocidade de 30 km/h
- Rampa inclinada

Parque de Automóveis

- Identificar parque de automóveis
- Posicionamento de extintores
- Ponto de encontro

Vestiários e Sanitários

- Identificar vestiários com placa de informação
- Identificar os cacifos com o nome e posto de trabalho do proprietário
- Colocar placa a recomendar o uso de botas e capacete na parede exterior
- Identificar sanitários

Refeitório

- Identificar refeitório
- Posicionamento de extintor

Escritório

- Localizar os escritórios
- Identificar os escritórios
- Posicionamento de extintores

Oficina Mecânica

- Identificar oficina
- Proibida a entrada a pessoas estranhas
- Uso obrigatório de botas de segurança
- Sinal de proibido fumar e foguear
- Posicionamento de extintor (fotoluminescente)
- Uso obrigatório de máscara de soldar (junto da máquina de soldar)
- Sinais de perigo de eletrização nos quadros elétricos

Armazéns

- Identificar armazéns
- Proibida a entrada a pessoas estranhas
- Sinal de proibido fumar e foguear
- Posicionamento de extintor (fotoluminescentes)
- Identificar diversas zonas (lubrificantes, consumíveis, etc.)

Posto Médico e de Primeiros Socorros

- Identificar o local de primeiros socorros (vestiários)
- Afixar nome do médico e do socorrista
- Posicionamento de extintor

Depósito de combustível

- Identificar o depósito
- Sinal de proibido fumar e foguear
- Proibido o uso de telemóvel
- Posicionamento de extintor

Lavaria

- Identificar lavaria
- Proibida a entrada a pessoas estranhas
- Perigos produtos químicos
- Obrigatório o uso de capacete
- Obrigatório o uso de óculos de proteção
- Obrigatório o uso de auriculares de proteção
- Obrigatório o uso de máscara para pós e fumos
- Obrigatório o uso de botas de proteção

Instalação de Britagem

- Uso obrigatório auriculares nos acessos
- Perigo de queda de objetos
- Uso obrigatório de máscara
- Proibido o acesso a pessoas estranhas às várias instalações
- Perigo de eletrocussão
- Posicionamento de extintor

Quadros Elétricos

- Perigo de eletrização em todos os quadros elétricos

Sistemas de Tratamento de Água e Estruturas de Desvio de Águas Pluviais

- Vedação com sinais de perigo de águas profundas
- Perigo de afogamento
- Proibida a entrada a pessoas não autorizadas

Taludes

- Sinal de perigo de quedas em altura (precipício)

Com o evoluir da exploração os sinais poderão e deverão ser substituídos de modo a manter a eficácia da sinalização na prevenção de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, e como instrumento de informação.

8.2. PLANO DE PROTEÇÃO COLETIVA

A implementação dos sistemas de proteção coletiva deverá ser prioritária relativamente à proteção individual. Nesta mina será dada especial importância à proteção coletiva e, para além das medidas apresentadas no capítulo da análise de riscos, são ainda cumpridas as regras constantes do Quadro IV.4.

As medidas e equipamentos de proteção coletiva serão integrados ou associados aos meios de produção em cada posto de trabalho, no sentido de assegurarem indistintamente a segurança dos trabalhadores, bem como de todas as pessoas que possam colaborar ou atuar nas suas proximidades.

Quadro IV.4 – Principais medidas de proteção coletiva a aplicar na mina.

Equipamento/Zona/Risco	Medidas de proteção coletiva a adotar
Sinalização	Serão colocados sinais em locais de fácil visualização, e mantidos em boas condições.
Zonas de passagem	As zonas de passagem irão estar sempre desimpedidas de obstáculos, de forma a não impedir ou dificultar a circulação de pessoas e equipamentos.
Equipamentos	Os equipamentos serão periodicamente verificados, de modo a funcionarem sempre nas melhores condições de segurança.
Guarda-corpos	Os guarda-corpos da instalação de britagem e da lavaria serão mantidos em boas condições, possuindo uma altura não inferior a 90 cm e equipados com rodapés.
Passadiços	Os passadiços da instalação de britagem e da lavaria serão mantidos em boas condições, ou seja, com os pisos regulares e não escorregadios. Será realizada periodicamente a limpeza destas zonas de passagem.
Escadas fixas	As escadas fixas, nomeadamente as existentes na instalação de britagem, irão possuir degraus regulares e serão instaladas proteções laterais contra quedas (corrimão).
Órgãos móveis	Todos os órgãos móveis possuirão proteções nas correias de transmissão.
Ruído	Para prevenir o ruído será realizada a manutenção adequada e a lubrificação atempada dos equipamentos. Para controlar este agente de risco serão mantidas atualizadas as medições de ruído industrial na mina, de acordo com a legislação vigente. Por outro lado, serão realizados testes audiométricos aos trabalhadores expostos ao ruído para evitar situações de doença profissional.
Poeiras	Como medidas de controlo do empoeiramento será efetuada a rega das vias de circulação e o despoeiramento na instalação de britagem. Para controlar a concentração de poeiras na exploração serão realizados estudos de empoeiramento, no sentido de averiguar o cumprimento do art.º 147 do Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho em Minas e Pedreiras (Decreto-Lei n.º 162/90, de 22 de maio).
Vibrações	As vibrações na mina, nomeadamente as que sofrem os operadores das máquinas, serão minimizadas mantendo os pavimentos das vias de circulação regulares. Para controlar este agente de risco serão mantidas atualizadas as medições de vibrações nos postos de trabalho, de acordo com a legislação vigente.

Para melhorar o nível de proteção dos trabalhadores, a Savannah irá dispor de procedimentos escritos para todas as suas operações. Esses procedimentos fornecem informações operacionais com o objetivo de realizar as tarefas em segurança e de minimizar riscos, os quais serão periodicamente revistos.

Dependendo das circunstâncias locais e dos seus requisitos específicos, cada local de trabalho poderá ter informação adicional para alertar os trabalhadores para outros riscos, através de:

- Etiquetas de Perigo - usadas para indicar que determinados circuitos, interruptores ou equipamentos não devem ser usados. Essa etiqueta deve ser usada quando o pessoal estiver a trabalhar no equipamento ou instalação elétrica. A etiqueta é usada para proteger o indivíduo e os equipamentos e só pode ser removida pela pessoa que a colocou.
- Etiqueta Fora de Serviço - utilizada para indicar que o equipamento, instalação ou maquinaria está inoperante e não deve ser usado. Uma etiqueta Fora de Serviço pode ser colocada em equipamentos, instalações ou máquinas por qualquer pessoa que os considere inseguros ou não reparáveis.
- Etiqueta de Informações - usada para fornecer informações sobre o estado de um equipamento que possa exigir uma análise. Pode acompanhar uma "etiqueta de fora de serviço" como um meio de fornecer mais informações ao departamento de manutenção ou outro quanto às especificações da falha.

8.3. PLANO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) devem constituir uma proteção complementar, para riscos específicos que não são possíveis de eliminar e que caracterizam o trabalho da mina.

Deste modo, são distribuídos EPIs aos trabalhadores da mina para minimizar os efeitos dos riscos de impacto de objetos, de entalamentos, de ruído e de poeiras, entre outros. Para um desempenho eficaz dos equipamentos de proteção na prevenção ao risco, a empresa cumpre as seguintes regras:

- Todos os equipamentos de proteção individual terão um tempo de vida útil, findo o qual deixarão de ser usados;
- Quando as circunstâncias de trabalho provoquem uma deterioração mais rápida em determinado objeto ou equipamento, haverá reposição, independentemente da duração prevista;
- Todo o equipamento de proteção que tenha tido um tratamento limite, isto é, o máximo de utilização para o qual foi concebido, será inutilizado e substituído de imediato;
- Os equipamentos que devido à sua utilização tenham alargado ou folgado, mais do que o admitido pelo fabricante, serão de imediato substituídos;
- A utilização de um elemento ou equipamento de proteção nunca poderá representar um risco em si mesma.

Todos os equipamentos de proteção individual utilizados na mina deverão respeitar as Normas de Homologação da CE. Nos casos em que não exista Norma de Homologação, aqueles deverão ser adequados às respetivas necessidades. A empresa irá fornecer aos seus trabalhadores todos os equipamentos de proteção individual adequados às atividades que desempenham e exigidos por lei (Quadro IV.5). O controlo dos EPIs é realizado em fichas específicas.

Os equipamentos de uso permanente serão utilizados por parte dos trabalhadores sempre que se encontrem na mina, os temporários deverão ser colocados quando estes estiverem a exercer atividades

com situações de risco que os mesmos podem eliminar ou minimizar. Aos visitantes que se deslocarem à mina serão fornecidos ou exigidos os equipamentos de proteção individual apresentados.

Quadro IV.5 – Distribuição de equipamentos de proteção individual pelos vários postos de trabalho.

Equipamentos de proteção individual de <u>Uso Permanente</u>	Equipamentos de proteção individual de <u>Uso Temporário</u>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacete ✓ Botas de proteção ✓ Sinalização de posição de alta visibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fato impermeável ✓ Botas impermeáveis ✓ Máscara de proteção respiratória ✓ Protetores auditivos ✓ Luvas ✓ Fato de trabalho ✓ Óculos de proteção

8.4. PLANO DE MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

A manutenção é uma operação acessória ao ciclo de produção, que se destina à verificação e reparação dos equipamentos, com vista à prevenção de incidentes e à minimização de interrupções na atividade produtiva. Esta operação é realizada com uma determinada periodicidade, que se acha aconselhável para cada tipo de equipamento, de acordo com as recomendações fornecidas pelo fabricante. Na aquisição de equipamentos de trabalho será considerada a Diretiva Máquinas.

De acordo com o art.º 120º do Decreto-Lei n.º 162/90, de 22 de maio, a empresa promove a inspeção e manutenção dos equipamentos com o objetivo do seu funcionamento não acarretar riscos acrescidos para os trabalhadores. Deste modo são tomadas as seguintes medidas:

1. Na aquisição de máquinas e de outros equipamentos de trabalho, ter-se-á em especial consideração os riscos que representam para a segurança e saúde dos trabalhadores, atendendo, nomeadamente, às condições específicas de risco dos diversos locais de trabalho;
2. As máquinas devem ser dotadas de dispositivos de segurança e proteção dos órgãos móveis;
3. Antes da sua utilização as máquinas devem ser examinadas pelo respetivo técnico responsável;
5. Os trabalhadores irão dispor de instruções relativas aos equipamentos colocados em serviço;
6. Existirá um plano de manutenção periódico para todos os equipamentos, além de se adotar uma estratégia de verificação das suas condições de funcionamento e segurança.

Todas as instalações e equipamentos são acompanhados de manual de operação em português e possuirão registos de inspeção e de manutenção.

Para dar resposta aos pontos focados anteriormente, a empresa irá dispor de um Serviço de Manutenção, recorrendo a pessoal da empresa e a especialistas subcontratados. Para garantir um bom desempenho a nível da manutenção e operação dos equipamentos serão promovidas as seguintes ações:

- Verificações diárias de pré-inicialização;
- Serviços regulares agendados de manutenção;
- Avaliações de risco pré-compra.

8.5. PLANO DE SAÚDE DOS TRABALHADORES

A empresa possuirá, para os trabalhadores afetos à mina, um médico do trabalho, que para além dos exames médicos, desempenha as atividades estipuladas na legislação vigente, relativas a este tipo de serviço, designadamente:

- Promoção e vigilância da saúde, bem como a organização e manutenção dos registos clínicos e outros elementos informativos relativos a cada trabalhador;
- Informação e formação sobre os riscos para a saúde, bem como sobre as medidas de proteção e de prevenção;
- Análise das doenças profissionais, recolha e organização dos elementos estatísticos relativos à saúde na empresa.

O serviço de saúde estará em estreita ligação com o serviço de segurança, e será assegurado por técnicos de segurança e higiene, de modo a que as doenças profissionais detetadas possam ser minimizadas através da utilização dos meios adequados.

Para prevenir o aparecimento de doenças e de acordo com a legislação vigente, é obrigação do empregador promover a realização de exames médicos periódicos tendo em vista a aptidão física e psíquica do trabalhador para o exercício da sua profissão, bem como a repercussão do trabalho e das suas condições na saúde do trabalhador. De acordo com o referido anteriormente, os trabalhadores da mina são submetidos aos exames de admissão, periódicos e ocasionais.

Para completar a sua observação e formular uma opinião mais precisa sobre o estado de saúde do trabalhador, o médico do trabalho poderá solicitar exames complementares.

Como resultado dos exames médicos efetuados aos trabalhadores, será preenchida uma ficha clínica e uma ficha de aptidão. A primeira fica na posse do médico do trabalho enquanto a segunda é distribuída ao trabalhador e enviada ao departamento de recursos humanos da empresa.

8.6. SERVIÇOS DE SEGURANÇA E HIGIENE NO TRABALHO

A Savannah irá ter Técnicos de Higiene e Segurança, devidamente certificados, que assegurarão os serviços de segurança no trabalho, de acordo com a legislação vigente nesta matéria. Estes serviços desenvolverão as seguintes tarefas principais:

- Informação técnica na fase de projeto e de execução, sobre as medidas de prevenção relativas às instalações, locais, equipamentos e processos de trabalho;
- Identificação e avaliação dos riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores nos locais de trabalho e controlo periódico dos riscos resultantes da exposição a agentes químicos, físicos e biológicos;
- Planeamento da prevenção, integrando, a todos os níveis e para o conjunto das atividades da empresa, a avaliação dos riscos e as respetivas medidas de prevenção;
- Elaboração de um programa de prevenção de riscos profissionais;
- Informação e formação sobre os riscos para a segurança, bem como sobre as medidas de proteção e de prevenção;
- Organização dos meios destinados à prevenção e proteção coletiva e individual, e coordenação das medidas a adotar em caso de perigo grave e iminente;
- Afixação da sinalização de segurança nos locais de trabalho;
- Análise dos acidentes de trabalho;
- Recolha e organização dos elementos estatísticos relativos à segurança na empresa;
- Coordenação de inspeções internas de segurança sobre o grau de controlo dos riscos, e sobre a observância das normas e medidas de prevenção nos locais de trabalho.

Os serviços de segurança e saúde no trabalho irão manter ainda atualizados, para efeitos de consulta, os seguintes elementos:

- Resultados das avaliações de riscos relativos aos grupos de trabalhadores a eles expostos;
- Lista de acidentes de trabalho que tenham ocasionado ausência por incapacidade para o trabalho, bem como relatórios sobre os mesmos, que tenham ocasionado ausência superior a três dias por incapacidade para o trabalho;
- Uma listagem das situações de baixa por doença, com referência à causa e número de dias de ausência ao trabalho;
- Listagem das medidas propostas ou recomendações formuladas pelos serviços de segurança no trabalho.

De referir que existirá uma colaboração estreita entre os serviços de segurança e os de saúde, o que facilita a troca de informações úteis para o diagnóstico e prevenção, quer de acidentes, quer de doenças profissionais. Esta colaboração será mantida através de reuniões periódicas entre o médico do trabalho e os técnicos de higiene e segurança.

9. GESTÃO DE INCIDENTES E ACIDENTES

A implementação do PSS tem como objetivo a redução do número de acidentes e de doenças profissionais neste tipo de trabalho. Assim, existe a necessidade de acompanhar a sinistralidade que possa ocorrer na atividade, de modo a que possam ser tomadas medidas no sentido de prevenir futuros acidentes.

Todos os incidentes ou acidentes serão alvo de investigação e da elaboração de relatórios rápidos e precisos, de modo a que se possa comunicar rapidamente as suas causas e as medidas de minimização aplicáveis, com o objetivo de evitar uma repetição. Estas investigações serão realizadas pelos técnicos do Serviço de Segurança e Saúde no Trabalho da empresa. Os objetivos do relatório a elaborar nestas situações é:

- Garantir que outros trabalhadores não sejam expostos a riscos no local de trabalho;
- Investigar a causa dos incidentes/acidentes e desenvolver ações corretivas ou preventivas;
- Garantir que os requisitos legislativos e específicos da Savannah são cumpridos.

Por seu lado, o processo de investigação de incidentes/acidentes irá:

- Determinar os fatores que contribuíram para a ocorrência do incidente/acidente;
- Determinar as causas do incidente/acidente;
- Analisar falhas;
- Identificar ações corretivas e de controlo.

As especificidades dos critérios de investigação devem incidir sobre:

- Pessoas (comunicação, supervisão, EPI, formação, violação de procedimentos, etc.);
- Procedimentos (existência, cumprimento);
- Equipamento: (falha do equipamento, usado incorretamente, falhas na manutenção);
- Ambiente (visibilidade, condições específicas do local, limpeza, etc.).

O processo de encerramento da investigação de incidentes/acidentes deverá incluir:

- Implementação de ações corretivas e de controlo;
- Acompanhamento da eficácia das ações implementadas.

Na ocorrência de um acidente grave ou mortal ou que, independentemente da produção de tais danos, assumam particular gravidade na perspetiva da segurança dos trabalhadores, após a ativação do plano de emergência e sem prejuízo do socorro aos sinistrados, a área será de imediato vedada, interrompendo-se os trabalhos.

Será participado à Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT), a qual comunicará de imediato à Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e à entidade policial, a sua ocorrência, de acordo com a exigência da legislação vigente. Só se retomarão os trabalhos após a autorização expressa por estas entidades.

A sinistralidade na mina será acompanhada pelo técnico de segurança e higiene no trabalho, que elabora relatórios de acidente, sendo mantidos atualizados os índices de sinistralidade da mina e divulgados junto dos trabalhadores.

10. PLANO DE INFORMAÇÃO E FORMAÇÃO DOS TRABALHADORES

A Savannah reconhece que a seleção de uma pessoa com o perfil adequado para determinada tarefa é crucial para assegurar a segurança do indivíduo no seu local de trabalho. Assim, no recrutamento será analisado o histórico de trabalho de cada pessoa, as suas habilitações, as suas qualificações e competências.

Os trabalhadores da empresa serão devidamente sensibilizados e informados, sendo incentivados a zelarem pela sua segurança e por todos aqueles que possam ser afetados pelas suas ações, numa atitude ativa e empenhada. As posturas ou atitudes não conformes, ou consideradas inseguras, serão alvo de recomendações imediatas através de vistorias internas.

Na entrada ao serviço de um novo trabalhador será feito o respetivo acolhimento, no qual será dado a conhecer a organização de segurança e saúde no trabalho da mina, bem como as regras de segurança e saúde a cumprir por parte deste.

Por outro lado, a entrada de um trabalhador ou a mudança de posto de trabalho de um trabalhador já ao serviço será também sempre precedida de uma ação de formação, para que a pessoa conheça as condições de trabalho, os riscos, os equipamentos, o ambiente, e as melhores práticas a adotar, com vista a uma integração adequada e minimizadora de acidentes e doenças profissionais.

O serviço de segurança da empresa irá promover junto dos trabalhadores sessões de informação, sensibilização e formação, nas quais serão alertados para os riscos que correm no seu posto de trabalho e para os modos de minimizar esse risco. Nestas sessões será fomentado o uso obrigatório dos equipamentos de proteção individual, tais como capacete, botas de segurança, coletes de alta visibilidade, óculos de proteção, protetores auditivos, máscaras, luvas, entre outros. Nestas sessões os trabalhadores são informados dos riscos a que estão expostos, bem como das normas de segurança a adotar em cada caso, consciencializando os trabalhadores para a obrigatoriedade do seu cumprimento.

Estas sessões de formação e informação dos trabalhadores serão realizadas com uma periodicidade mínima anual, devendo em determinadas situações de acidentes ou incidentes ser convocadas sessões extraordinárias. As sessões de formação serão ministradas pelo responsável pela segurança da mina ou por um técnico de higiene e segurança ou outro, no qual o primeiro delegue esta função.

11. PLANO DE VISITANTES

Quando se deslocam visitantes à mina, a receção é feita nas instalações administrativas, não sendo permitida a sua deslocação sem que sejam acompanhados por um Responsável da Empresa.

Para que os visitantes se possam deslocar dentro da exploração, ser-lhes-á fornecido (ou exigido) equipamento de proteção individual adequado.

Os visitantes devem assumir as seguintes responsabilidades como primordiais:

- Notificar a presença;
- Participar em sessões de acolhimento, formação e informação;
- Usar os EPIs necessários;
- Seguir as instruções de segurança;
- Cumprir com os procedimentos e políticas em vigor.

12. PLANO DE EMERGÊNCIA

12.1. MEIOS DE COMBATE A INCÊNDIOS

Para combate a incêndios, a mina possuirá extintores adequados, instalados nas máquinas móveis, nas instalações de apoio e na lavaria (refeitório, vestiários, nave industrial, entre outros).

Os extintores utilizados serão de Pó Polivalente em todas as máquinas e instalações exceto junto a quadros elétricos (quadros elétricos das instalações de apoio), nas quais serão instalados extintores de CO₂ (mais adequados para riscos elétricos). Será cumprida a sua verificação e revisão periódica no sentido de serem mantidos em bom estado de funcionamento.

12.2. PRIMEIROS SOCORROS

A mina possuirá um posto de primeiros socorros, localizado no posto médico, devidamente equipado situado nas instalações anexas à lavaria. Neste posto de primeiros socorros existirá um estojo de primeiros socorros devidamente apetrechado. Serão ainda distribuídos estojos de primeiros socorros nas várias instalações de apoio, incluindo nas instalações localizadas nas áreas de exploração (Noa, Reservatório, Grandão e Pinheiro), e também nos equipamentos móveis.

Os estojos de primeiros socorros serão apetrechados, no mínimo, com os seguintes produtos farmacêuticos:

- Compressas de diferentes dimensões;
- Pensos rápidos;
- Rolo adesivo;
- Ligadura não elástica;
- Solução antisséptica (unidose);
- Álcool etílico 70% (unidose);
- Soro fisiológico (unidose);
- Pinça;
- Luvas descartáveis em látex.

Além dos estojos de primeiros socorros será colocado no posto de primeiros socorros o seguinte material:

- 1 maca;
- Manta térmica;

- ❑ Saco térmico para gelo;
- ❑ Lenços triangulares;
- ❑ Talas de diversos tamanhos;
- ❑ 1 tesoura;
- ❑ 1 termómetro clínico;
- ❑ 1 garrote.

12.3. SOCORRISTAS E EQUIPAS DE EMERGÊNCIA

A Savannah irá ter socorristas na mina, com formação apropriada, de modo a dar cumprimento ao estipulado no art.º 162 do Decreto-Lei n.º 162/90, de 22 de maio. Estes trabalhadores terão formação para prestar os primeiros socorros sempre que ocorra algum acidente de trabalho.

Para além dos socorristas irão existir equipas de emergência devidamente treinadas para situações de assistência médica, combate a incêndios e evacuação. Estas equipas irão assegurar as intervenções de emergência nos diversos turnos da mina, incluindo a lavaria.

12.4. ASSISTÊNCIA MÉDICA

Em cartazes devidamente sinalizados e em locais de acesso a todos os trabalhadores, estarão indicadas as instruções a seguir em caso de acidente, designadamente:

1. Fazer prevenção secundária;
2. Proceder aos primeiros socorros e identificar o tipo de lesões (a realizar por parte do socorrista);
3. Pedir assistência médica 112 dando informações sobre o local do sinistro e sobre o estado do sinistrado;
4. Avisar os serviços médicos da empresa e o Diretor Técnico.

Para que se possa solicitar assistência médica, existirão nos cartazes anteriormente mencionados, os dados de emergência seguintes:

- Número nacional de socorro – 112;
- Centro de informação antiveneno – 808 250 143;
- Morada e telefone do centro de saúde mais próximo;
- Morada e telefone do hospital mais próximo.

Durante o telefonema de chamada de socorro deve ser indicado o local do acidente, o tipo de acidente, pessoal envolvido e tipo de ferimentos.

Os socorristas da mina deverão prestar os primeiros socorros em caso de acidente ligeiro, caso contrário não deve movimentar-se o acidentado antes da chegada da equipa médica, a não ser que algum socorrista possua experiência para prestar os primeiros socorros à vítima.

Além dos números de telefone anteriormente referidos, deve fazer parte da lista de telefones de emergência da mina, o número de telefone da companhia de seguros, do Diretor Técnico da mina, do Técnico de Higiene e Segurança, do Médico do Trabalho, da Guarda Nacional Republicana, da Delegação Regional de Saúde, da ACT, da DGEG, da Câmara Municipal, entre outros.

12.5. RESPOSTA À EMERGÊNCIA

Antes da entrada da mina em funcionamento existirá um Plano de Emergência Interno (PEI) que terá como objetivo planear a resposta a emergências para diferentes cenários, incluindo a emergência médica.

Serão previstos Simulacros de Emergência regulares, com periodicidade mínima anual, embora se possam realizar com mais frequência em áreas de trabalho que o justifiquem. Estes exercícios permitirão analisar os pontos fracos e fortes do sistema de resposta a emergências e contribuir para a sua melhoria, incluindo para o treino de todo o pessoal envolvido na resposta a situações de emergência.

13. INSTALAÇÕES SOCIAIS E DE HIGIENE

As instalações sociais e de higiene existentes serão dimensionadas em função do número de trabalhadores, em concordância com a NP – 1572 (1978) e com o Regulamento Geral de Segurança e Higiene em Estabelecimentos Indústrias, dado pelo Decreto-Lei n.º 53/71, de 3 de fevereiro, e alterado pela Portaria n.º 702/80, de 22 de setembro, a nível da construção, dos equipamentos a instalar e da área.

Estas instalações englobarão refeitório ou sala de refeições, sanitários e vestiários equipados com duchas, serão constituídas por unidades modulares pré-fabricadas nas áreas de escavação (Noa, Reservatório, Grandão e Pinheiro) e também incorporadas na zona da lavaria.

As instalações serão limpas regularmente, existindo recipientes adequados para recolha dos resíduos domésticos, que serão transportados ao fim do dia para contentores dos serviços municipalizados.

14. TRABALHADORES SUBCONTRATADOS

Os requisitos relevantes de Segurança e Saúde serão incorporados nos contratos a realizar com as empresas e trabalhadores externos.

Os trabalhadores subcontratados serão incentivados a seguir os protocolos da Savannah, serão sujeitos a testes regulares de rotina de drogas e álcool e devem possuir procedimentos atualizados para as suas operações, bem como uma avaliação de riscos.

Todos os subcontratados deverão participar em sessões de acolhimento, reuniões de segurança, sessões de formação e informação e noutros eventos apropriados e relevantes.

É esperado que as empresas subcontratadas forneçam EPIs a todos os seus trabalhadores.

É importante para a Savannah que todos os contratados mostrem evidências de cultura de segurança, para tal serão auditados periodicamente para garantir a conformidade com os procedimentos de Segurança e Saúde.

15. MONITORIZAÇÃO DO DESEMPENHO

A monitorização do sistema de gestão de Segurança e Saúde será realizada através de auditorias, inspeções e verificações regulares, para melhoria contínua.

As auditorias, inspeções e verificações são ferramentas vitais para detetar potenciais causas de acidentes e/ou de doenças profissionais. As conclusões de todas as auditorias, inspeções e verificações serão mantidas em arquivo, juntamente com os registos de todas as ações preventivas/corretivas tomadas no decurso das mesmas.

De forma a garantir uma permanente adequação e eficácia do PSS, a Savannah procurará rever e melhorar de uma forma contínua e sustentada o seu conteúdo.



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A exploração mineral a céu aberto num determinado território implica, consoante o grau de intervenção e tipologia do projeto, alterações mais ou menos significativas nesse ambiente. O Plano de Recuperação Paisagística (PRP) pretende dar resposta aos problemas levantados pelo desenvolvimento dessa atividade industrial e ao mesmo tempo, minimizar as consequências negativas decorrentes da sua exploração e desativação, tendo como linhas orientadoras o cumprimento dos objetivos ambientais e paisagísticos de caráter geral, estéticos e técnico-económicos, descritos ao longo do presente documento.

De facto, não basta satisfazer as exigências ambientais gerais associadas a este tipo de exploração. Ao enumerar e quantificar os benefícios resultantes da implementação do PRP, é também importante considerar os inconvenientes originados ao longo dos anos pela laboração da mina, nomeadamente, sobre a paisagem local e sobretudo, no seio do ecossistema onde a mesma se insere.

Dentro do quadro de prejuízos, alguns há que se destacam por intervirem mais diretamente na atenção de um observador. Tal é o caso, por exemplo, da remoção de terra vegetal e desmatação necessárias à implantação das infraestruturas industriais e de apoio à exploração mineira, instalações de resíduos e abertura de novos acessos. Sendo necessário não só procurar que a intervenção conduza a uma menor degradação do sistema natural, mas também providenciar a sua evolução e estabilização, através da escolha de soluções que restabeleçam o equilíbrio da paisagem intervencionada.

Sob o ponto de vista biofísico, o revestimento vegetal deverá obedecer às regras gerais ditadas pela paisagem envolvente, evitando-se a utilização de vegetação alóctone ou fora do tradicionalmente verificado neste território da região do Barroso, reconhecido pelos seus importantes recursos naturais e paisagísticos que, devido à singularidade dos sistemas produtivos agro-silvo-pastoris ainda presentes, foi recentemente classificada com sítio GIAHS (*Globally Important Agricultural Heritage System*²⁸) da FAO (Food and Agriculture Organization²⁹).

A Savannah possui uma política de respeito pelos valores ambientais e pretende colocar em prática medidas que minimizem os potenciais impactes ambientais gerados pela exploração da Mina do Barroso. Nesse âmbito, serão contempladas medidas eficazes para integrar na área afetada na paisagem envolvente durante as várias fases da lavra e sobretudo, no período pós-exploração mineira.

O presente projeto mineiro pressupõe a alteração da atual área da Mina do Barroso, ampliando a concessão e aumentando a área de intervenção dos trabalhos, incluindo-se um estabelecimento industrial de tratamento da mineralização explorada (lavaria), instalações de resíduos resultantes da atividade mineira para estéreis e rejeitados da lavaria, bem como as infraestruturas sociais e de apoio.

Verifica-se assim que o ecossistema na área de estudo já se encontra afetado pela atividade mineira, não só pelas atividades de exploração, mas também pela criação de acessos e plataformas para prospeção e pesquisa. Sendo que, o presente projeto mineiro pretende a continuidade e ampliação gradual das áreas ocupadas. Essa situação contribui, em termos relativos, para uma minimização da significância do impacte

²⁸ Sistema Importante do Património Agrícola Mundial.

²⁹ Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.

a gerar pela continuidade e ampliação do presente projeto. No entanto, não minimiza, de forma alguma, a necessidade de adotar medidas de integração e recuperação ambiental e paisagística em conformidade e simultâneo com a conceção do projeto mineiro, tendo em consideração os objetivos ambientais e de gestão territorial definidos para esse local, considerando que se trata de uma área de Património Agrícola Mundial da FAO.

2. CARATERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE PROJETO

Segundo os instrumentos de gestão de território em vigor com incidência na área em análise, a Mina do Barroso insere-se numa “Área de Potencial Geológico (Dornelas/Cova do Barroso)”³⁰, estando concessionada pelo Estado Português desde 2004. A referida área de concessão tem revelado um enorme potencial mineiro devido aos excelentes teores dos depósitos minerais, comprovado pelas sondagens já efetuadas, que indicam que esta poderá ser uma das maiores reservas de minérios de lítio na Europa, o qual possui atualmente uma forte procura pelos mercados internacionais.

Tal como qualquer outra intervenção industrial, um projeto de cariz mineiro acarreta impactes ambientais negativos, sobretudo quando é realizado num espaço rústico pouco artificializado e com importantes recursos naturais e paisagísticos, como é a região do Barroso, classificada como sítio GIAHS da FAO³¹, devido à singularidade dos sistemas produtivos agro-silvo-pastoris aí presentes.

Esta região apresenta um padrão de ocupação de solo marcado por uma economia de subsistência rural típica de regiões montanhosas, onde a atividade humana se desenvolveu ao longo tempo, através de práticas agrícolas, silvícolas e pastoreio tradicionais e ancestrais, com baixa utilização de recursos externos, produção com muito poucos excedentes e onde o nível de consumo da população é relativamente baixo comparado com outras regiões mais urbanas do país.

A ocupação e transformação humana deste território marca indubitavelmente esta região e contribui para que os habitats se mantenham em diferentes níveis de sucessão ecológica, criando um complexo de diversas formações vegetais. Os rebanhos de ovinos, caprinos, bovinos, bem como a criação de suínos, sobretudo, de raças autóctones, possuem um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas, uma vez que, o pastoreio contribui diretamente para o controlo da vegetação arbustiva e herbácea, reduzindo o risco de incêndio, uma das principais ameaças à produção agroflorestal e à biodiversidade natural da região.³²

A manutenção dessa paisagem tem sido assegurada principalmente pela manutenção dos lameiros e pelo pastoreio extensivo (ao qual estão associadas práticas como, o corte de vegetação herbácea para forragens, queimadas de vegetação arbustiva para a renovação das pastagens e o corte de lenha para aquecimento das habitações), dada a importância dessas atividades na economia agropecuária. Em associação, muitas vezes, surge a atividade apícola que faz também parte integrante desse sistema.

De facto, a paisagem montanhosa está historicamente relacionada com os sistemas agrícolas tradicionais, em grande parte, baseados na criação de gado e na produção de batata e cereais. Isso deu origem a um mosaico paisagístico composto por pastagens antigas (lameiros), áreas de cultivo (campos cerealíferos, batata e horticolas) e áreas florestais, onde, tal como já referido, o gado é um elemento chave no fluxo entre os vários componentes do sistema.³³

Em termos cromáticos, no conjunto da paisagem em análise, verifica-se um predomínio dos tons acastanhados e esverdeados, devido à existência de uma grande mancha de vegetação florestal e áreas

³⁰ Plano Director Municipal de Boticas

³¹ Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.

³² FAO, 2018.

³³ Idem.

de matos e lameiros, intercalados por tons cinza e castanhos devido à existência de zonas naturais, desprovidas de vegetação e com afloramentos rochosos, sobretudo nas zonas sobrelevadas dos cumes das serras.



Figura V.1 – Panorâmica da área de concessão mineira e envolvente Norte a partir de imagem aérea de drone.

Como principais elementos estruturantes desta paisagem, marcantes pela sua morfologia distinta, destacam-se, a serra dos Marcos, a serra de Brandelos (Alto da Misarela/Alto dos Cortiço/Alto da Urreta), a serra do Pinheiro e a serra da Sombra, bem como os vales principais associados por onde fluem o rio Beça no quadrante sudeste e os seus afluentes rio Covas, no quadrante sul e os ribeiros de Lousas e Gondiaes no quadrante sudoeste. É ainda de destacar os cumes do “Terreiro”, Penedo Durão e do “Alto dos Vigiadouros” que se sobrepõem na paisagem contornando as povoações de Bostofrio, Covas do Barroso e Campos. Todos estes elementos contribuem para o elevado valor singular natural e paisagístico global desta região.

Na região é ainda possível encontrar algumas áreas de bosque natural, onde as espécies dominantes nas zonas de maior altitude são os carvalhos, particularmente, o roble e o negral e nas de menor altitude, o videeiro. Nas margens das linhas de água, é frequente o aparecimento dos amieiros e dos salgueiros.

Em termos de edificações e povoamentos urbanos, verificam-se alguns aglomerados de pequena dimensão perfeitamente integrados nessa paisagem tipicamente rural, associados a espaços de declive mais aplanado e com solos de melhor qualidade produtiva.

De destacar também a atual área de exploração da Mina do Barroso que, atualmente, se desenvolve ao longo da sobrelevação na paisagem designada por alto da Misarela (Figura V.2), correspondente ao depósito NOA.



Figura V.2 – Panorâmica da atual área de exploração mineira obtida a partir de imagem aérea de drone.

3. SOLUÇÃO DE RECUPERAÇÃO

3.1. ENQUADRAMENTO

A proposta apresentada pressupõe que as atividades de integração e recuperação paisagística serão realizadas em concomitância com a exploração, evoluindo em função da sequência de exploração definida para cada uma das alternativas de projeto. Os trabalhos a efetuar nos espaços abrangidos pelo projeto da mina consistem, essencialmente, na modelação e revegetação das áreas intervencionadas com os materiais de aterro disponíveis (estéreis e rejeitados) e na instalação de um revestimento vegetal adequado, com vista, não só a aumentar a segurança e estabilidade das áreas intervencionadas, mas também a integrar esses espaços na paisagem envolvente.

De um modo geral, a solução de recuperação paisagística contempla a plantação de espécies arbóreas e arbustivas tradicionais das florestas e matas da região, bem como a instalação de um revestimento herbáceo-arbustivo, com recurso a sementeiras, visando o restabelecimento da paisagem, sobretudo com vegetação autóctone, bem adaptada às condições edafo-climáticas, prevendo-se uma boa adaptação inicial e poucas exigências em manutenção futura. Isto não evitará, contudo, a necessidade de regas durante o período estival, nos primeiros anos após a conclusão dos trabalhos em cada fase (Desenho 9, Desenho 10 e Desenho 11).

Em termos de visibilidade, as áreas a afetar pelos trabalhos da mina, relacionam-se não só com as áreas de escavação (cortas) e de áreas de armazenamento de mineralização bruta ou de resíduos (Instalações de Resíduos), mas também com a implementação de infraestruturas industriais e de apoio à exploração. Destacando-se, a lavaria e os locais a afetar com equipamentos e outras infraestruturas mineiras (e.g.: tubagens, depósitos de água, geradores, compressores, edifícios de apoio social, estruturas de desvio de águas e de decantação, etc.).

Cada um dos espaços designados, no âmbito da recuperação paisagística, é intervencionado em conformidade com as suas tipologias e características morfológicas, propondo-se diferentes cenários de recuperação adaptados a cada uma das situações referidas. No entanto, é comum a todos eles o cumprimento dos seguintes objetivos:

- Reposição da camada de solo e do coberto vegetal;
- Requalificação do uso do solo no período de pós-exploração mineira;
- Assegurar o baixo nível de manutenção da vegetação estabelecida;
- Promover o equilíbrio e sustentabilidade, a curto prazo, do sistema resultante da recuperação paisagística em integração com o território envolvente considerando os elementos que levaram esta região a ser classificada Património Agrícola Mundial.

Relativamente à estrutura verde a instalar, os critérios de seleção foram funcionais, ecológicos e de integração paisagística, mas também de ordem técnica e económica. Considerando a sua futura utilização e integração nos sistemas agro-silvo-pastoris e apícolas tradicionais da região, optando por material vegetal cuja aquisição é facilitada pelo facto de existir na envolvente das áreas de exploração e excluir a utilização de vegetação exótica e/ou de carácter invasor.

Nesse âmbito, o projeto pressupõe a transplantação de exemplares arbóreos e arbustivos das áreas a desmatar para intervenção mineira que, pelo seu bom estado fitossanitário e desenvolvimento vegetativo justifiquem a sua preservação. Esses serão cuidadosamente extraídos e encaminhadas para o local onde será instalado um viveiro de plantas da empresa, de modo a aí permanecerem para mais tarde serem transplantadas nas áreas a recuperar paisagisticamente.

Os resultados obtidos com os transplantes deverão ser registados pela empresa, de modo a efetuar uma análise conceptual com vista a criar uma base de dados, que permita identificar as técnicas e métodos adotados para os casos de sucesso e os que contribuíram para o fracasso da operação.

A área a ocupar pelo viveiro, será preparada e regularizada topograficamente e terá obrigatoriamente pontos de água sempre disponíveis (onde será depois instalado um sistema de rega localizada e por aspersão) de modo a encontrar-se apta para receber e preservar as espécies transplantadas das áreas a explorar.

Está prevista também que, nas épocas apropriadas e dentro da área de concessão, sejam efetuadas campanhas de coleta de sementes e propágulos de espécies vegetais passíveis de serem multiplicadas no viveiro da empresa. Nestas campanhas será apenas efetuada a recolha do material vegetal estritamente necessário para a sua multiplicação em viveiro, de modo a assegurar a recuperação ambiental necessária em cada área sem que isso afete ou danifique de modo algum os respetivos habitats naturais.

A vegetação proposta será constituída por árvores, arbustos e herbáceas que irão garantir o correto enquadramento das áreas a afetar. É ainda de salientar que os diferentes estratos vegetais (herbáceo, arbustivo e arbóreo) atuarão de um modo escalonado ao longo do tempo: as espécies herbáceas serão as pioneiras, sendo fundamentais no revestimento imediato e proteção do solo, as arbustivas desenvolvem-se depois contribuindo para a ligação das camadas de solo até 1 m de profundidade e para o aumento do teor de matéria orgânica e por último, as árvores serão responsáveis pela coesão das terras e pela eliminação de grandes quantidades de água ao nível superficial e subterrâneo.

No caso da Mina do Barroso as atividades de recuperação paisagística serão iniciadas logo a partir dos primeiros anos, com recurso à implementação de barreiras visuais, designadamente, com cordões de terras e plantações de cortinas arbóreas e arbustivas ao longo de alguns dos limites com maior acessibilidade visual para as áreas a intervencionar pela mina, designadamente, ao longo do quadrante Norte da área de concessão de forma a reduzir a acessibilidade visual a partir dos principais recetores sensíveis, os quais, neste caso serão as povoações de Dornelas, Covas do Barroso, Romainho e Muro.

No cumprimento dos objetivos referidos procurou-se compatibilizar a estratégia de recuperação com o Plano Diretor Municipal (PDM) de Boticas que estipula para esta área o uso agro-silvo-pastoril.

Importante ainda acrescentar, que a conceção do projeto de recuperação paisagística das áreas intervencionadas considerará sempre o aumento da multifuncionalidade do espaço e a promoção da biodiversidade e da flora autóctone, pelo que, sempre que possível, os espaços intervencionados serão requalificados com vista ao seu aproveitamento para outras utilizações, tendo como exemplo, os acessos mineiros criados poderão, sempre que se justifique, ser mantidos com vista à criação de uma rede pedonal e de ciclovias, as quais, de forma a criar uma melhor conexão e fluidez, poderão ser interligadas com a rede de vias cicláveis existente no concelho, fomentando, dessa forma, a desejada continuidade dos circuitos a implementar.

3.2. TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO

A recuperação proposta para a Mina do Barroso, prevê a criação de diferentes cenários, em conformidade com as diferentes tipologias e características morfológicas dos espaços intervencionados pela mesma (Desenho 9, Desenho 10 e Desenho 11).

Nesse sentido, é efetuada uma breve descrição da proposta de recuperação e integração paisagística a efetuar em cada um dos espaços intervencionados em questão:

- **Corta do Grandão** – Esta área de exploração localiza-se no quadrante Este da área de concessão, sendo que, a tipologia de recuperação preconizada pressupõe a realização de operações de aterro e modelação ao longo de todos os patamares e tardozeiros dos taludes de escavação de cotas superiores a 490. Considerando que, no final da exploração, o nível freático estará a um nível muito próximo da base da corta e que será alimentada por uma linha de água a montante, propõe-se que a mesma seja inundada criando uma lagoa com um plano de água a um nível máximo de 490 m (a partir desse nível será descarregada para as linhas de drenagem natural na envolvente a jusante). Ao longo das áreas marginais das lagoas será também instalada uma galeria ripícola autóctone com vista a estabilizar as margens das mesmas e aumentar a biodiversidade nesse local. (Figura V.3)

Em duas das alternativas para esta área (Alternativa 1 e 2) é proposta a construção de uma instalação de resíduos estéreis ao longo do quadrante Este, que irá aterrar aproximadamente um terço da área da corta. Sendo que, na Alternativa 1, a instalação de resíduos irá interseccionar para além da área da corta, uma parte da envolvente no quadrante Este não intervencionada pela escavação. (Figura V.4)

- **Corta do Pinheiro** – A solução de recuperação desta corta localizada do quadrante Sudeste da área de concessão pressupõe, em todos os cenários, a construção de uma instalação de resíduos estéreis e rejeitados mineiros, que irão contribuir para o enchimento completo desta corta e criação de um aterro sobrelevado que acompanhará a topografia atual em flanco de encosta. As operações de aterro e modelação serão efetuadas faseadamente à medida que os resíduos são produzidos pela exploração mineira (Figura V.4).
- **Corta do NOA**– A tipologia de intervenção em termos de recuperação paisagística proposta nesta corta localizada no quadrante Noroeste da área de concessão será igual nas alternativas 1 e 2, com a ocupação de uma escombreira sobre toda a corta. Na Alternativa 3, propõe-se a realização de operações de aterro e modelação ao longo dos patamares e tardozeiros dos taludes de escavação e na base da corta (Figura V.5).
- **Corta do Reservatório** – A tipologia de recuperação paisagística nesta corta mineira, localizada no quadrante Oeste da área de concessão, propõe a realização de operações de aterro e modelação ao longo dos patamares e tardozeiros dos taludes de escavação de cotas superiores a 590. Considerando que o nível freático estará a um nível muito próximo da base da corta no final da exploração e que esta será alimentada por uma linha de água a montante, propõe-se a sua inundação, criando uma lagoa com um plano de água a um nível máximo de 590 m (a partir desse nível haverá uma descarga para as linhas de drenagem natural na envolvente a jusante). Ao longo das áreas marginais das lagoas será também instalada uma galeria ripícola autóctone com vista a estabilizar as margens das mesmas e aumentar a biodiversidade nesse local. (Figura V.3)

- **Áreas ocupadas com as Instalações de Resíduos** – As instalações de resíduos desenvolvem-se no tempo à medida que a exploração mineira avança, uma vez que as mesmas são construídas com os materiais de aterro estéreis provenientes da lavra e rejeitados provenientes da lavaria (no caso da escombreira Sul), sobre os quais, será espalhada uma camada de terra vegetal de modo a permitir a instalação de vegetação e integração da área mineira na paisagem envolvente, em conformidade com o descrito nos pontos anteriores (Figura V.4). Serão realizadas operações de modelação para garantir a total estabilidade e segurança com vista à sua utilização futura.

As instalações de resíduos no quadrante Sudeste, Este e Nordeste serão alimentadas pelas cortas do Pinheiro e Grandão. A instalação de resíduos a Oeste será alimentada pela corta do Noa e Reservatório.

- **Áreas Infraestruturadas** – Correspondem a todos os espaços ocupados com edificações e infraestruturas mineiras, nomeadamente instalações industriais (lavaria) e de apoio e equipamentos. O procedimento em termos das operações de recuperação e integração paisagística começa com a desativação e remoção dessas infraestruturas e passa por mobilizar e regularizar o terreno através de ripagem ou escarificação e lavoura, procedendo, seguidamente ao espalhamento da terra vegetal e adequado revestimento vegetal em conformidade com o descrito ao nível do revestimento vegetal (Figura V.6).

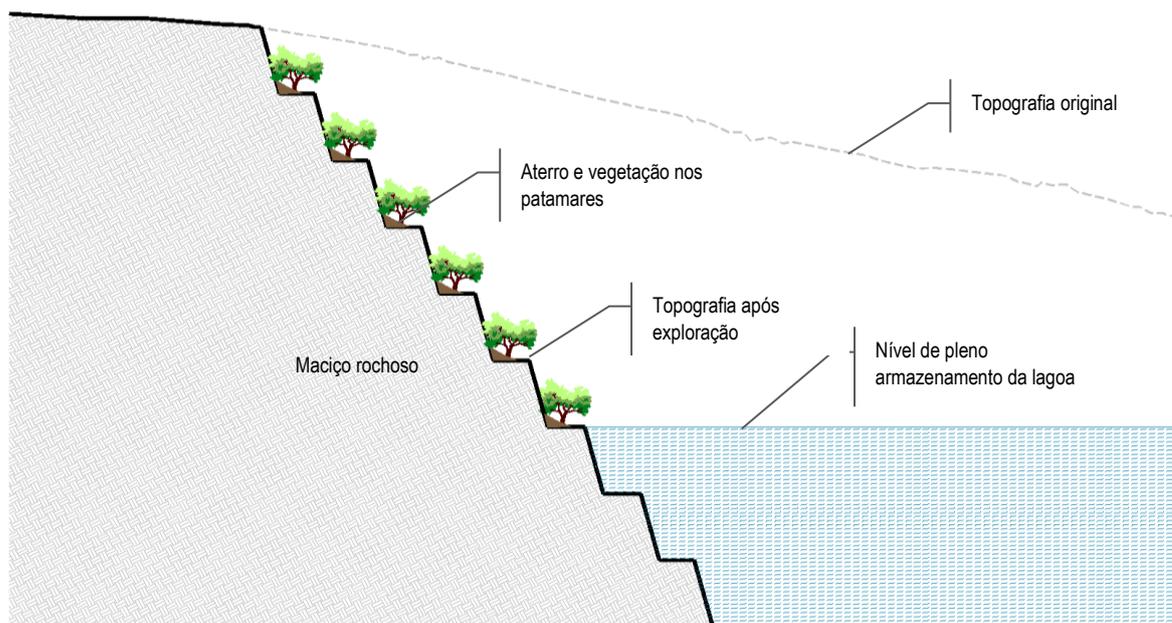


Figura V.3 – Perfil esquemático da recuperação paisagística nas cortas com solução de aterro e revegetação dos patamares e lagoa na base da corta.

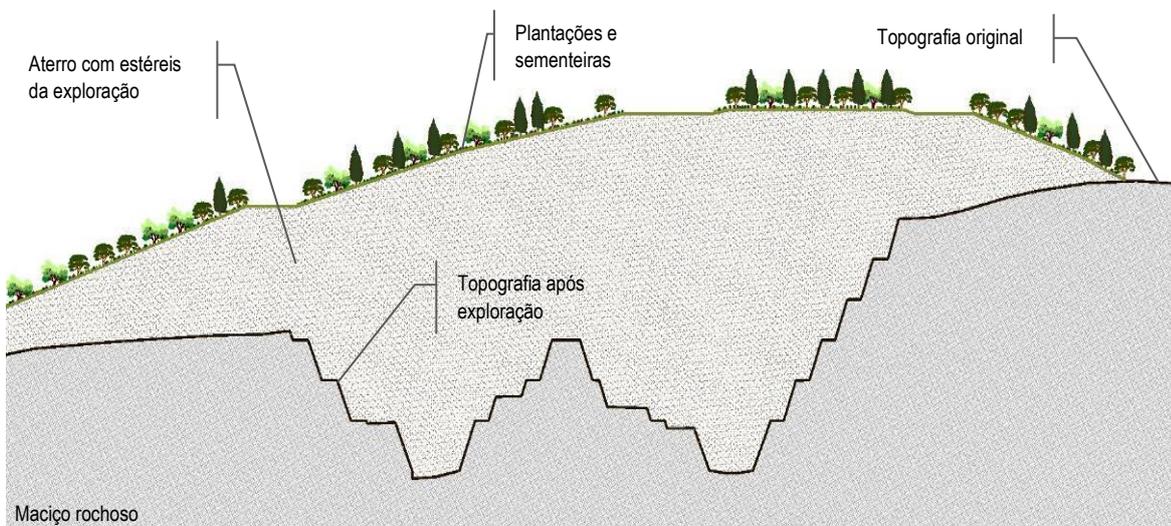


Figura V.4 – Perfil esquemático da recuperação paisagística nas cortas com solução de enchimento e com instalação de resíduos.

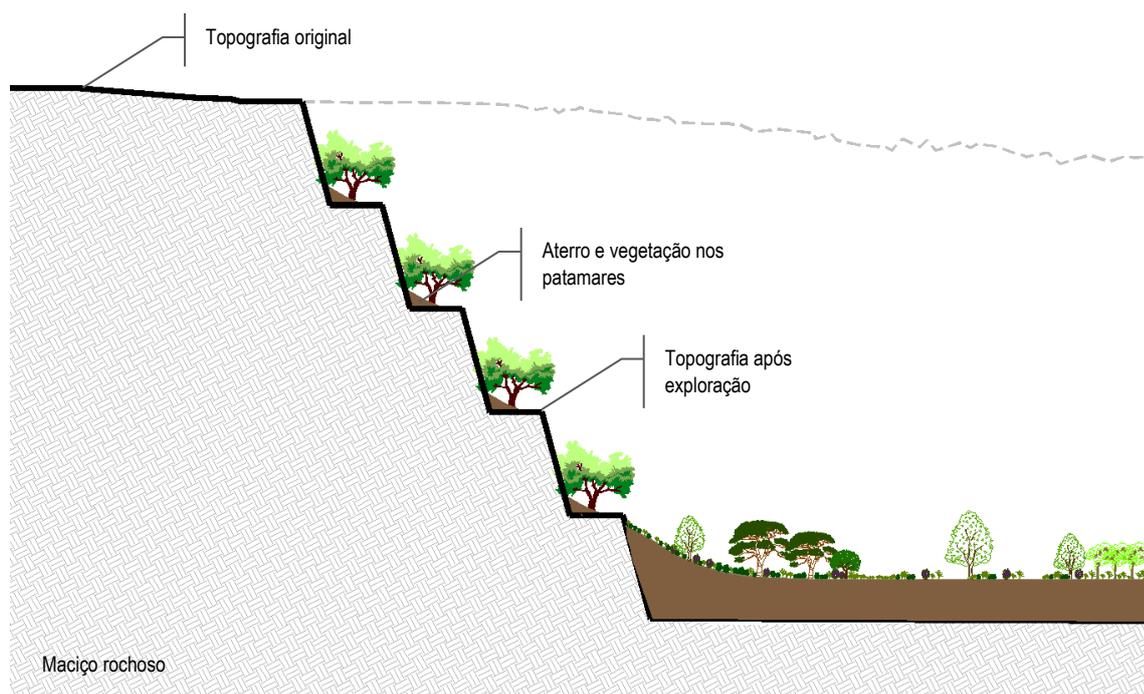


Figura V.5 - Perfil esquemático da recuperação paisagística nas cortas com solução de aterro nos patamares de escavação.

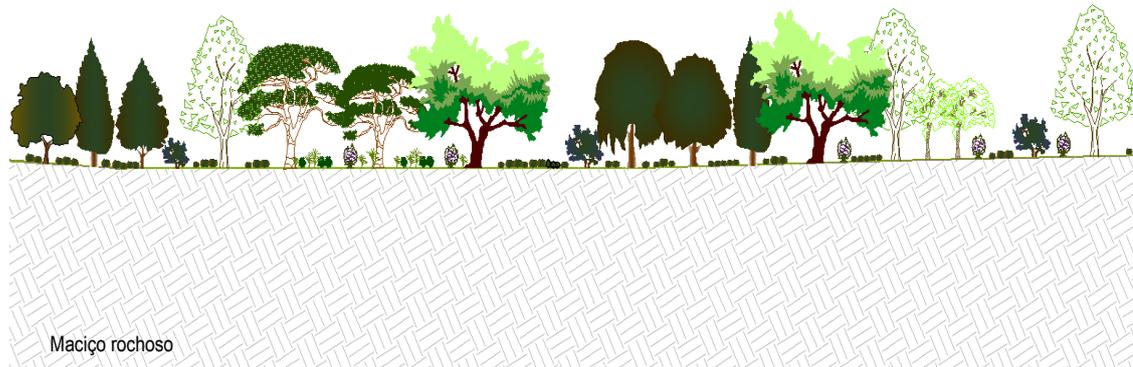


Figura V.6 – Perfil esquemático da recuperação paisagística nas áreas infraestruturadas.

3.3. FASEAMENTO DA RECUPERAÇÃO

As operações de recuperação paisagística serão efetuadas de forma concomitante com o avanço da lavra, de modo a que, todas as áreas intervencionadas e que já não sejam necessárias à exploração, sejam desativadas e devidamente recuperadas, não comprometendo, por um lado a normal atividade mineira e por outro o sucesso das plantações arbóreas e arbustivas. Desta forma, contribui-se para a minimização da magnitude e significância dos potenciais impactes negativos provocados na paisagem local a curto prazo.

A metodologia de exploração da área de intervenção assenta numa estratégia de afetação faseada, criando-se um balanço constante entre áreas em exploração e áreas em recuperação. Essa metodologia de evolução modular deverá ser uma das mais adequadas, uma vez que, permite a libertação sucessiva de áreas à medida que a lavra avança, salvaguardando os aspetos da segurança, compatibilidade e funcionalidade da mina.

A duração total prevista para as atividades de recuperação será aproximadamente 14 anos, a que se seguem 2 anos de atividades de manutenção e conservação.

A fase de desativação das áreas no período pós-exploração mineiro é considerada uma etapa crucial, uma vez que nesta altura, deverá haver uma maior preocupação de integração entre as diversas áreas recuperadas e o seu território envolvente.

O presente plano contempla um faseamento dos trabalhos de recuperação e integração paisagística que se resume no seguinte:

ANO 1

Implementação de barreiras visuais ao longo dos locais com maior acessibilidade visual a partir dos principais recetores sensíveis na envolvente. Designadamente, no caso do cenário apresentado na Alternativa 1, com recurso à constituição de cordões de terras sobrelevados, recorrendo a materiais de aterro provenientes da abertura dos acessos mineiros e cortinas com vegetação densa e perene ao longo do quadrante Norte da área de concessão, a Norte da corta do Grandão.

Preparação de um terreno com permanente acesso a água corrente, para a construção de um viveiro de plantas autóctones retiradas de áreas a intervencionar para posteriormente serem utilizadas na recuperação paisagística da mina.

Estes trabalhos serão iniciados logo após a obtenção da licença, ainda antes de se iniciarem os trabalhos de exploração mineira propriamente ditos.

ANOS 2, 3 e 4

Construção da Lavaria (2º Ano) e início da lavra nas cortas do Grandão e Pinheiro (a partir do 3º e 4º ano). Serão criadas duas áreas de pargas no quadrante Sul desta área de escavação resultado da necessária decapagem dos solos intervencionados. Subsequentemente, a instalação de resíduos será iniciada nesta área, propondo-se uma recuperação efetuada simultaneamente à medida que sejam atingidas as cotas finais de aterro.

Durante este período, prevê-se a finalização da lavra na corta do Pinheiro (segundo o cenário apresentado para a Alternativa 1, a lavra desta corta inicia-se e termina durante o 4º ano e nos cenários das Alternativas 2 e 3 inicia-se e termina no 3º ano), sendo aterrada por completo com a subsequente criação da instalação de resíduos, prosseguindo em conformidade a sua recuperação paisagística.

ANOS 4 a 9

Continuação da lavra na corta do Grandão e início da sua recuperação nos locais de pós-exploração (a iniciar durante o 6º ano na Alternativa 1 e a partir do 8º ano nas Alternativas 2 e 3).

Início dos aterros da instalação de resíduos sobre a corta do Grandão a partir do 9º ano (no caso das Alternativas 1 e 2) e subsequente início da sua recuperação sempre que sejam atingidas as cotas finais de aterro.

ANO 10

Início dos trabalhos de lavra na corta do NOA (prevista nos cenários das Alternativas 1 e 2) e na corta do Reservatório (cenários apresentados nas Alternativas 2 e 3).

Continuação das operações de aterro e recuperação na corta do Grandão e Instalação de Resíduos do sobre a corta do Pinheiro. Finalização da lavra na corta do NOA e início da sua recuperação (considerando o cenário da Alternativa 2).

Início dos trabalhos de aterro da instalação de resíduos no quadrante Oeste (na envolvente da corta do NOA).

ANO 11

Início da exploração da corta do Reservatório e sua concomitante recuperação (considerando o cenário apresentado na Alternativa 1).

Continuação das operações de aterro e recuperação na corta do Grandão e Instalação de Resíduos sobre a corta do Pinheiro.

Início das operações de enchimento da corta do NOA, prosseguindo o aterro em cotas sobrelevadas com vista à constituição da instalação de resíduos proposta para esta área (Alternativas 1 e 2).

ANOS 12 e 13

Conclusão das operações de aterro e recuperação paisagística da corta do Grandão com inundação para requalificação em lagoa (a Alternativa 3 apresenta este cenário, sem qualquer enchimento da corta, apenas recuperação nos taludes dos escavação, enquanto que, nos cenários apresentados das Alternativas 1 e 2, propõe-se o enchimento parcial da corta com a sobreposição da instalação de resíduos, ocupando cerca de um terço do seu quadrante Este, na alternativa 2 a instalação de resíduos é consideravelmente maior ocupando parte da área envolvente no quadrante Este da corta). Refira-se que o enchimento de água na lagoa será realizado através da água da chuva e escoamento subterrâneo, sendo apenas desativado o desvio da linha de água quando o nível da lagoa estiver suficientemente alto.

Continuação das operações de aterro e recuperação paisagística da instalação de resíduos construída sobre a corta do Pinheiro.

Continuação da exploração da corta do Reservatório e concomitante recuperação paisagística dos taludes de lavra finais.

ANO 13

Continuação das operações de aterro na área da instalação de resíduos Sul, sobre a corta do Pinheiro, prosseguindo em conformidade a sua recuperação paisagística.

Continuação da exploração da corta do Reservatório e concomitante recuperação paisagística dos taludes de lavra finais.

Continuação da construção da instalação de resíduos no quadrante Oeste sobre a corta do NOA (Alternativa 1 e 2). Início dos trabalhos de lavra na corta do NOA (apenas no cenário apresentado na Alternativa 3).

ANO 14

Conclusão dos trabalhos de lavra na corta do Reservatório.

Finalização dos trabalhos de aterro da instalação de resíduos localizada no quadrante Sul, que se sobrepõem à corta do Pinheiro. Continuação dos trabalhos de recuperação paisagística nesta área.

Finalização dos trabalhos de aterro da instalação de resíduos localizada no quadrante Oeste, que se sobrepõem à corta do NOA nas Alternativas 1 e 2 e que se localiza no quadrante oeste da referida corta no cenário proposto pela Alternativa 3. Continuação dos trabalhos de recuperação paisagística nesta área.

ANO 15 e 16

Encerramento, desativação e desmantelamento da Lavaria e restantes anexos e equipamentos de apoio à atividade mineira.

Conclusão dos trabalhos de integração e recuperação paisagística de todas as áreas intervencionadas e início das atividades de monitorização, manutenção e conservação da vegetação instalada nas áreas recuperadas de acordo com o definido no PRP.

Continuação das atividades de monitorização, manutenção e conservação da vegetação instalada nas áreas recuperadas, que serão sempre finalizadas, no mínimo, até dois anos após a conclusão dos trabalhos de recuperação, conforme definido no PRP.

4. MODELAÇÃO DO TERRENO E DRENAGEM

À medida que forem atingidas as cotas finais de projeto, através da escavação e das operações de modelação com os estéreis, terá início a recuperação paisagística propriamente dita. Estas operações iniciam-se com a modelação topográfica, com o objetivo de suavizar a topografia e minimizar a rugosidade que os materiais, constituídos essencialmente por solos e pedras de granulometrias diversas, apresentam depois de depositados.

Para assegurar a modelação topográfica proposta, serão utilizados exclusivamente os estéreis provenientes da exploração mineira, não sendo utilizados quaisquer outros materiais exógenos para fazer face à modelação proposta, com exceção das camadas de impermeabilização (geomembranas e argilas) caso venham a revelar-se necessárias.

De forma a facilitar a infiltração das águas pluviais serão utilizados os materiais mais permeáveis nas zonas superiores da área a modelar. Em todo o caso, os estéreis a produzir apresentam uma granulometria relativamente extensa e uma porosidade bastante elevada quando depositados de forma aleatória, o que irá facilitar a infiltração das águas pluviais, o que não deverá constituir uma preocupação.

Depois de efetuadas as operações de modelação geral do terreno, proceder-se-á a uma mobilização do solo, por ripagem ou lavoura, com cerca de 0,30 m de profundidade, antes de se proceder à distribuição da terra vegetal.

Um dos aspetos fundamentais na recuperação ambiental de áreas afetadas pela indústria extrativa, é garantir uma modelação do terreno eficaz, assegurando a percolação das águas pluviais, o seu encaminhamento para a rede de drenagem natural e, posteriormente, a instalação e o desenvolvimento da vegetação.

Os estéreis serão colocados ao longo dos patamares e taludes de escavação das cortas com o objetivo de serem semeados e plantados, reduzindo assim a sua artificialidade e permitindo o desenvolvimento de um coberto vegetal com fins produtivos ou ecológicos.

Dado que se trata de uma exploração a céu aberto, a modelação do terreno será faseada e concomitante com a lavra, terminando com a desativação e remoção, nas áreas de depósitos de materiais temporários, das infraestruturas e equipamentos de apoio.

Relativamente aos sistemas de drenagem, serão construídas valas, que encaminharão as águas pluviais das áreas de possível confluência, nomeadamente na envolvente das zonas aterradas, para a rede de drenagem natural do terreno. Estes sistemas serão ajustados à medida que a modelação topográfica é concluída e se procede às sementeiras e plantações. Durante o processo de recuperação paisagística serão efetuadas manutenções aos sistemas de drenagem de modo a manter a sua operacionalidade.

5. TERRA VEGETAL

As atividades de desmatção e decapagem de terra vegetal deverão anteceder o desmonte, mas estar suficientemente próximas da extração, em termos temporais, para que a área de intervenção não seja afetada mais do que o necessário em cada período. Por outro lado, a desmatção e decapagem, deverão ocorrer a uma distância suficiente da frente de desmonte, que não motive a interrupção da atividade extrativa ou o conflito entre as operações. Trata-se, assim, de um compromisso que deverá ser estabelecido para que os trabalhos de exploração decorram de forma normal, mas sempre, tendo em consideração a mitigação dos impactes ambientais gerados.

Estima-se que existam cerca de 151 560 m³ de terra vegetal (cerca de 166 700 m³ após empolamento – coeficiente de empolamento de 1,1).

Igual compromisso deverá ocorrer entre essas operações de desmatção e decapagem e a utilização das terras vegetais no processo de recuperação paisagística. Preferencialmente, as terras vegetais resultantes da decapagem deverão ser aplicadas de imediato nos locais em recuperação. Sempre que não seja possível a sua aplicação de imediato, por inexistência ou locais sem condições para receber as terras vegetais, então o seu armazenamento deverá ser realizado em pargas, a instalar fora do perímetro das cortas, devidamente salvaguardadas dos circuitos normais da exploração.

A estrutura das pargas deverá ser estreita, comprida, com uma altura nunca superior a 2 m e o cume ligeiramente côncavo para uma boa infiltração da água. Depois de concluídas, deverá ser aplicada uma sementeira de tremocilha à razão de 3 g/m², se for no outono, ou de abóbora, se for na primavera, para minimizar o aparecimento de ervas infestantes e conservar a sua qualidade produtiva.

De modo a incrementar as condições de regeneração dos solos e aumentar a sua fertilidade, nas operações de aterro haverá o cuidado de separar as melhores terras para colocação nas camadas superiores da zona a modelar, sobre a qual será espalhada a terra vegetal.

A utilização da terra vegetal proveniente do próprio local constitui uma das medidas mais eficazes da recuperação, uma vez que esta contém sementes da flora local fundamentais ao desenvolvimento da vegetação natural e autóctone.

Com exceção da área atualmente em exploração e de algumas plataforma abertas para trabalhos de concessão e pesquisa que se encontram já decapadas (tendo os solos sido armazenados e conservados em pargas), as áreas não se encontram intervencionadas, pelo que, a terra vegetal existente nesses locais, será decapada e acondicionada em pargas, em locais devidamente salvaguardados previamente definidos na área do plano de lavra.

Dado que o volume a decapar será suficiente para a cumprir a recuperação proposta, não será necessário adquirir terras vegetais de fora, traduzindo-se numa solução que aumentará a eficácia em termos da regeneração natural dos solos e da vegetação na área de intervenção.

Os solos a intervencionar são de um modo geral pobres e esqueléticos. Esta afirmação é comprovada pelas campanhas de amostragem de solos que foram efetuadas em vários pontos da área de projeto, (Anexo V-1: Certificados de Análises).

Dos resultados obtidos é possível concluir que os solos da área de intervenção apresentam uma textura franco-arenosa, com valores muito elevados e assimiláveis de Fósforo, Magnésio e Potássio, mas com algumas carências a nível de Azoto e Cálcio. Isto demonstra que se tratam de solos com um elevado nível de condutividade, que necessitam de algumas correções para melhorar a sua fertilidade.

Depois de efetuadas as operações de modelação geral das áreas a semear e/ou plantar proceder-se-á à mobilização do solo, por ripagem ou lavoura, com cerca de 0,30 m de profundidade, antes de se espalhar a terra vegetal.

Nestas áreas, depois da terra ter sido convenientemente preparada e fertilizada, de acordo com os resultados das análises de solos obtidos, será feito o espalhamento de terra vegetal com uma espessura média de 0,10 m. Antes da sua utilização, a terra vegetal deverá ser desfeita e limpa de pedras, raízes e ervas. A aplicação da terra vegetal será feita manual ou mecanicamente, devendo proceder-se de seguida a uma regularização e ligeira compactação, de forma a garantir a estabilidade da camada, e permitir que a superfície permaneça rugosa o suficiente para a instalação das sementeiras herbáceas e arbustivas.

A aplicação da terra viva será feita em camadas uniformes sobre as áreas a revestir, acabadas sem grande esmero e de preferência antes do outono, para que a sua aderência ao solo-base se faça nas melhores condições.

6. REVESTIMENTO VEGETAL

6.1. PREPARAÇÃO DO TERRENO

Depois de se espalhar a terra vegetal, de modo a criar uma base de sustentação ao desenvolvimento das sementeiras e plantações propostas, será efetuada uma fertilização geral do terreno com adubo composto N:P:K (15:15:15) à razão de 15 g/m². Os fertilizantes deverão ser espalhados uniformemente, manual ou mecanicamente, à superfície do terreno e incorporados por meio de fresagem.

Por último, antes de se proceder à instalação de vegetação por sementeira, deverá assegurar-se que a superfície do terreno apresenta um grau de rugosidade e soltura que permita a fixação das sementes e o seu normal desenvolvimento.

6.2. ESTRUTURA VERDE

Concluídas as operações de preparação do terreno, proceder-se-á de imediato à instalação da vegetação, de forma obter uma rápida integração da área na paisagem envolvente. As medidas de recuperação vegetal aqui propostas assentam, essencialmente, na reconstituição rápida do coberto vegetal, recorrendo-se à utilização de sementeiras e de plantações.

As sementeiras a efetuar, de herbáceas e de arbustos, pretendem criar um revestimento rápido e eficaz na proteção do solo contra a erosão. Serão utilizadas, essencialmente, espécies associadas à flora local e espécies adaptadas às condições locais com as necessárias características de robustez e de fácil fixação. A sementeira arbustiva far-se-á sobre prévio revestimento herbáceo.

A composição das misturas de sementes (herbáceas e arbustivas) a utilizar na recuperação, em percentagem de peso, encontra-se descrita no Quadro V.1 e no Quadro V.2.

Quadro V.1 – Sementeira herbácea (à razão de 10 g/m²).

Mistura de semente	Espécie	%
Herbácea	<i>Agrostis trunctula</i>	10
	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	15
	<i>Brisa maxima</i>	8
	<i>Dactylis glomerata</i>	20
	<i>Festuca elegans</i>	10
	<i>Lolium multiflorum</i>	5
	<i>Lolium perenne</i>	5
	<i>Lupinus luteus</i>	12
	<i>Trifolium repens</i>	15

Quadro V.2 - Sementeira arbustiva (à razão de 3 g/m²).

Mistura da semente	Espécie	%
Arbustiva	<i>Arbutus unedo</i>	5
	<i>Calluna vulgaris</i>	10
	<i>Chamaerispatium tridentatum</i>	5
	<i>Cistus ladanifer</i>	12
	<i>Cistus salvifolius</i>	4
	<i>Cytisus multiflorus</i>	15
	<i>Cytisus scoparius</i>	15
	<i>Genista triacanthus</i>	4
	<i>Halimium lasianthum</i>	8
	<i>Lavandula stoechas</i>	12
	<i>Ulex europaeus</i>	10

No que diz respeito às plantações de árvores, preconiza-se o seguinte elenco de espécies consoante as condições edafoclimáticas do local:

Zonas baixas, galerias ripícolas e aluvionares:

- *Alnus glutinosa* (Amieiro)
- *Celtis australis* (Lodão bastardo)
- *Fraxinus angustifolia* (Freixo)
- *Salix atrocinerea* (Salgueiro negro)

Zonas de aterros em taludes e base da corta:

- *Arbutus unedo* (Medronheiro)
- *Castanea sativa* (Castanheiro)
- *Cupressus lusitânica* (Cedro do Bussaco)
- *Juglans regia* (Nogueira)
- *Pinus pinaster* (Pinheiro bravo)
- *Prunus dulcis* (Amendoeira)
- *Pyrus bourgaena* (Catapereiro)
- *Quercus pyrenaica* (Carvalho negral)
- *Quercus robur* (Carvalho roble)

Na fase prévia à instalação do projeto, serão plantadas em locais estratégicos e previamente planeados tendo em consideração a bacia visual do projeto, cortinas arbóreas densas e multiespecíficas como medida de minimização dos impactes ambientais, nomeadamente o nível visual e do ruído.

De forma a aumentar a altura da barreira visual, um dos cenários propostos prevê a constituição de cordões de terras com os materiais de aterro provenientes da abertura dos acessos mineiros. Estes irão ser instalados nos locais de intervenção com maiores impactes negativos potenciais, designadamente, a Norte da corta do Grandão, que serão revestidos com vegetação. Esta vegetação servirá, ao mesmo tempo, de reforço às barreiras visuais criadas com árvores e arbustos de elevado porte e densidade vegetativa. Esta medida é bastante importante para minimizar a relevância e perceção visual das infraestruturas mineiras a partir da envolvente, sobretudo nos locais onde se encontram os principais observadores sensíveis.

O impacto visual gerado pela constituição dos cordões de terras encontra-se salvaguardado, uma vez que, existirá sempre uma cortina arbórea a jusante que irá camuflar os trabalhos nas áreas intervencionadas, durante o tempo que durar essa operação.

Neste sentido, o projeto irá garantir que as primeiras operações no que diz respeito à introdução de estrutura verde na área de intervenção serão iniciadas ainda antes de começar a exploração mineira. Propõe-se a introdução de árvores de folha perene de dimensão suficiente para criar uma barreira arbórea densa, em que, pelo menos uma das linhas de árvores possua, no mínimo, 2 metros de altura. Pode depois plantar-se mais linhas com árvores e arbustos de folha caduca, de mais rápido crescimento, de forma a obter uma cortina vegetal densa e multiespecífica, que mais rapidamente adquira uma maior densidade vegetal e, com isso, uma maior opacidade (Figura V.7 e Figura V.8).

Neste processo, é essencial a instalação de um sistema de rega localizada gota-a-gota, como vista a obter um desenvolvimento mais célere e rapidamente adquirir uma dimensão suficiente para encobrir a área de intervenção no que diz respeito ao acesso visual potencial a partir da envolvente.

Ao longo da cortina vegetal, serão também efetuadas plantações e sementeiras de espécies herbáceo-arbustivas, com o intuito de densificar o estrato vegetal mais baixo e criar uma cortina vegetal densa sub-arbórea (Figura V.7 e Figura V.8).

A seleção do elenco florístico foi baseada na escolha de espécies associadas ou adaptadas à flora local, com as necessárias características de robustez e fácil fixação. Teve-se em consideração também a escolha de espécies com características poliníferas e com elevado potencial apícola, uma vez que a apicultura é uma atividade que faz parte integrante do sistema agro-silvo-pastoril da região do Barroso, não só numa perspetiva económica, mas também ecológica.

As espécies indicadas, sobretudo o elenco arbóreo e subarbóreo estão também identificadas como “a privilegiar” no PROF de Trás-os-Montes e Alto Douro – sub-região do Barroso.

No Quadro V.3 apresenta-se o referido elenco de espécies arbustivas e arbóreas, as quais, poderão ser escolhidas em conformidade com as necessidades em cada local, existindo elevada disponibilidade no mercado (em viveiros).

Quadro V.3 – Elenco vegetal proposto para as cortinas arbóreas.

ESPÉCIE	NOME COMUM	ESTRATO	PORTE	FOLHAGEM	CRESCIMENTO
<i>Quercus faginea</i>	Carvalho cerquinho	Arbóreo	Grande	Caduca	Médio/Lento
<i>Pinus pinaster</i>	Pinheiro bravo		Médio/Alto	Perene	Médio/Rápido
<i>Quercus robur</i>	Carvalho-alvarinho		Grande	Caduca	Médio/Lento
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bordo		Grande	Caduca	Rápido
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Freixo		Grande	Caduca	Rápido
<i>Pinus sylvestris</i>	Pinheiro silvestre		Médio/Alto	Perene	Médio/Rápido
<i>Juglans nigra</i>	Nogueira		Grande	Caduca	Médio
<i>Castanea sativa</i>	Castanheiro		Grande	Caduca	Médio/Lento
<i>Quercus rubra</i>	Carvalho americano		Grande	Caduca	Médio
<i>Cedrus atlantica</i>	Cedro -do -atlas		Estreito/Alto	Perene	Médio
<i>Populus nigra</i>	Choupo-negro		Estreito/Alto	Caduca	Rápido
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pseudotsuga		Grande/Alto	Perene	Lento
<i>Arbutus unedo</i>	Medronheiro	Arbustivo	Médio	Perene	Médio/Rápido
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Alecrim		Pequeno	Perene	Rápido
<i>Lavandula stoechas</i>	Rosmaninho		Pequeno	Perene	Rápido
<i>Crataegus monogyna</i>	Pilriteiro		Médio/Pequeno	Caduca	Rápido

O método de plantação a utilizar deverá consistir na preparação do terreno com posicionamento da sinalização nos diversos locais onde as covas serão abertas (à medida do torrão ou do sistema radicular da espécie a plantar). As covas para plantação deverão ser previamente adubadas e dever-se-á misturar com o solo de cobertura uma mistura de um polímero hidroabsorvente, de forma a reduzir as necessidades de rega nos períodos mais secos.

Em todas as plantações deverá ser realizada uma caldeira em volta da planta, de modo a permitir uma melhor captação e reserva da água junto à planta.

Seguindo os procedimentos indicados, prevê-se que ao fim de 2 anos a cortina arbórea possa atingir um porte de 4 metros, no caso das espécies de crescimento mais rápido, como por exemplo os freixos, choupos ou os bordos (folha caduca). No caso de espécies de crescimento médio, como é o caso dos pinheiros e cedros (folha persistente), é esperado um porte de 2 a 3 metros. Espera-se que no final de mais alguns anos, a vegetação atinja já um porte bastante elevado de forma a permitir camuflar totalmente as componentes mineiras, numa altura em que se espera que a exploração esteja já numa fase adiantada (Figura V.8).

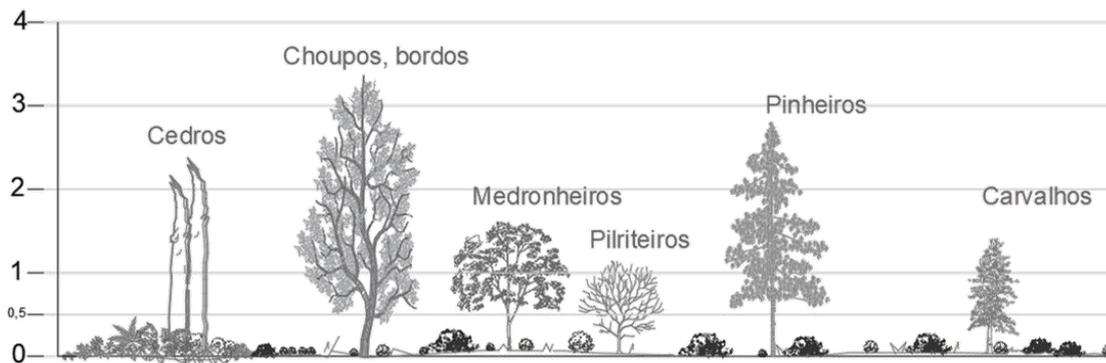


Figura V.7 - Perfil esquemático no estágio de crescimento inicial de uma cortina arbórea (1- 2 anos).

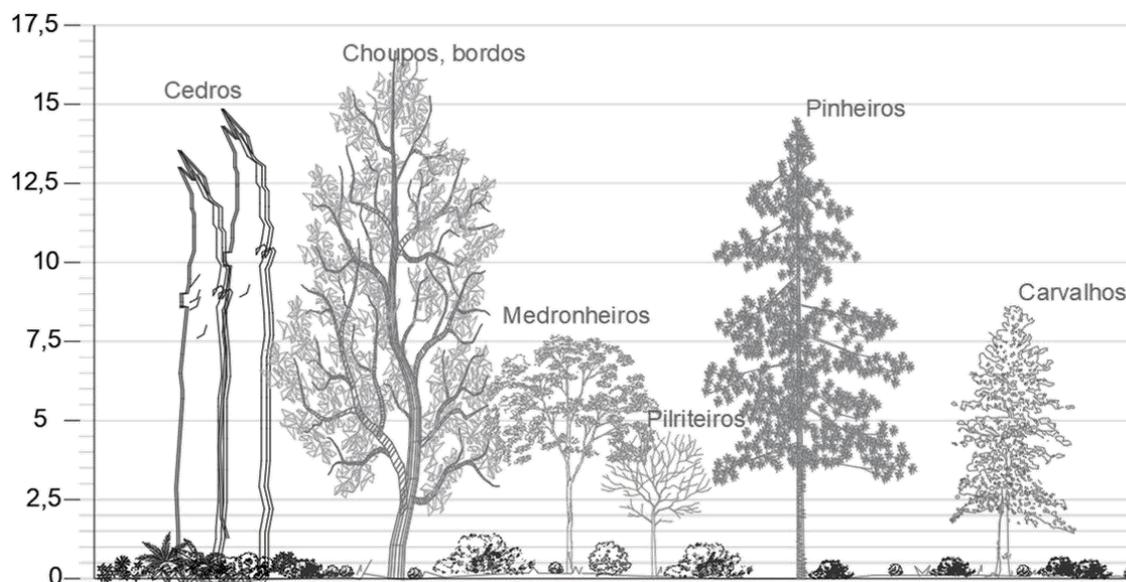


Figura V.8 - Perfil esquemático no estágio de crescimento intermédio de uma cortina arbórea.

Seguindo a mesma filosofia da metodologia das cortinas arbóreas descrita acima, logo após a abertura dos acessos mineiros internos, propõe-se a realização de um alinhamento de árvores ao longo da bordadura desses caminhos. O elenco de espécies a utilizar deverá ter em consideração o facto de possuírem uma copa densa e de folha persistente. Adicionalmente, deverão também ter um rápido crescimento de forma a servirem a sua função principal, designadamente, a retenção de poeiras emitidas pela passagem de veículos nestes caminhos.

As espécies preferencialmente a utilizar deverão ser o pinheiro bravo e os cedros, uma vez que são plantas adaptadas às condições edafoclimáticas e tradicionais do local do projeto, e que possuem um nível de desenvolvimento bastante rápido. De uma forma frequente, e sobretudo durante os períodos mais secos, as covas das plantações deverão ser regadas com recurso a joper, uma vez que dada a extensão dos caminhos e a distância dos pontos de água, será muito difícil instalar uma tubagem de rega de localizada (Figura V.9).

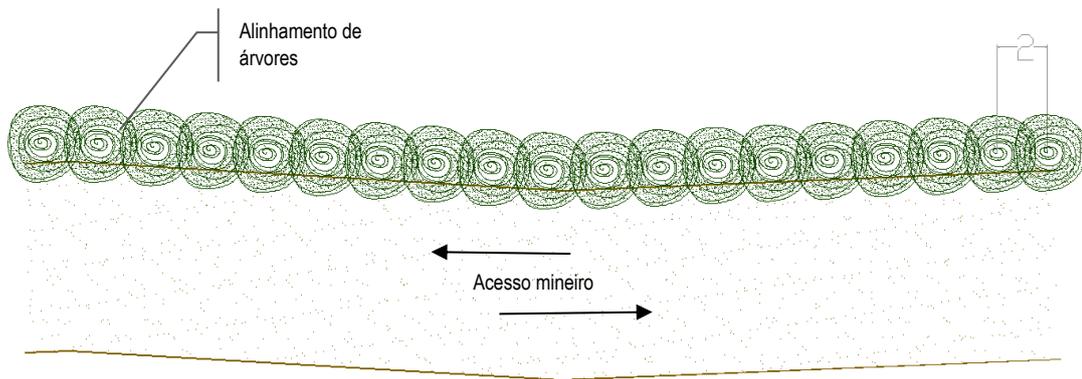


Figura V.9 - Módulo da plantação de árvores com vista a criar uma cortina vegetal ao longo dos acessos mineiros internos.

Sabendo que algumas das espécies vegetais a utilizar nas sementeiras podem não se encontrar disponíveis no mercado, recomenda-se que, em época apropriada, se efetue a respetiva colheita de sementes e se promova a sua multiplicação em viveiro, para posterior utilização na recuperação paisagística.

7. MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO

As operações de manutenção e conservação prolongar-se-ão por um período de 2 anos após a conclusão dos trabalhos, constando as seguintes atividades:

- **Rega** – após a instalação da vegetação deve ser assegurado o abastecimento de água com a frequência e na quantidade adequadas à manutenção das condições de humidade favoráveis ao desenvolvimento das espécies vegetais;
- **Fertilização** – a manutenção do nível de fertilidade deve ser assegurada com adubações apropriadas. A determinação do tipo de fertilização e das quantidades a aplicar deverá, no entanto, ser precedida por análises químicas ao solo.
- **Ressementeiras** – só será necessário proceder-se a ressementeiras quando as zonas anteriormente semeadas se encontrarem danificadas e/ou apresentarem zonas descobertas alguns meses após a 1ª sementeira. Nestes casos a ressementeira deverá ser efetuada recorrendo à mesma técnica e à(s) mesma(s) mistura(s) de sementes anteriormente preconizada;
- **Retanchar** – sempre que os exemplares plantados se encontrarem danificados, ou com problemas notórios de fitossanidade, deve ser efetuada a sua substituição de forma a respeitar a composição original. Nesta operação deverão observar-se todos os cuidados inerentes às plantações;
- **Desbaste** – aplicar-se-á a árvores e arbustos recém-plantados de forma a promover o correto desenvolvimento do porte e a conservação das suas características estéticas, ao mesmo tempo que se facilitam as restantes operações de manutenção, nomeadamente a limpeza;

No Quadro V.4 apresenta-se o plano de operações a desenvolver nos trabalhos de implantação da vegetação e de consequente manutenção.

Quadro V.4 – Plano de operações para as ações de instalação e manutenção.

ANOS		IMPLANTAÇÃO				1º ANO												2º ANO												
MESES		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Trabalhos de Implantação	Modelação e caracterização do																													
	Deposição de terra viva																													
	Fertilização																													
	Sementeira e Plantação																													
	Rega																													
Trabalhos de Manutenção	Rega																													
	Céifa																													
	Fertilização																													
	Relançamento																													
	Desbaste																													



Operações obrigatórias



Operações a executar sempre que necessário

8. CALENDARIZAÇÃO DA RECUPERAÇÃO

De modo a que as espécies pioneiras possam aproveitar as primeiras chuvas outonais e se instalem devidamente no terreno, antes que ocorram quaisquer erosões indica-se, no Quadro V.5, o calendário recomendado para realização dos trabalhos de recuperação.

Quadro V.5 - Sequência das operações de revestimento vegetal.

Tarefa	Época
Recolha de sementes no campo	Junho a Agosto
Espalhamento da terra vegetal	Junho a Setembro
Sementeira	Setembro a Novembro
Plantações	Novembro a Março
Retanchas e fertilizações	Janeiro a Março
Granjeios	Setembro a Outubro
Manutenção	Desde o início das operações

Os períodos indicados no quadro em cima devem ser entendidos como os mais favoráveis para a realização dos trabalhos. No entanto, é possível que estas operações se prolonguem no tempo ou só sejam concretizáveis em épocas mais alargadas, condicionadas pelas condições climáticas.

As medidas de recuperação paisagística serão implementadas concomitantemente com a exploração, sendo iniciadas de imediato com a plantação das cortinas arbóreas, para as áreas com maior impacto visual. As instalações de resíduos serão objeto de recuperação sempre que se atinjam as cotas de modelação finais.

Por último, após a desativação da exploração, serão desmanteladas e removidas as áreas ocupadas pelas infraestruturas industriais, equipamentos, instalações, depósitos de materiais temporários e stocks, sendo posteriormente concretizada a recuperação global das áreas afetadas.

O tempo necessário para concluir as atividades de recuperação será de cerca de 1 ano após a conclusão gradual dos trabalhos mineiros. Após a conclusão dos trabalhos de recuperação seguem-se 2 anos de trabalhos de manutenção e conservação da vegetação.

9. ORÇAMENTOS DA RECUPERAÇÃO

Em termos dos custos associados à recuperação paisagística, para cada alternativa, apresentam-se os respetivos valores nos Quadro V.6, Quadro V.7 e Quadro V.8.

Conforme se pode verificar, os valores para as diferentes alternativas encontram-se na mesma ordem de grandeza, pelo que este fator não é determinante para a escolha da melhor Alternativa.

Quadro V.6 – Orçamento da recuperação paisagística para a Alternativa 1.

Orçamento Prévio da Recuperação Paisagística - Global					
	Designação dos trabalhos	Unidade	Quantidades de trabalho	Subtotais	
RESUMO DA RECUPERAÇÃO - Alternativa 1	1	Modelação do aterro projetado a fim de garantir as cotas finais de projeto			
		ÁREA TOTAL A MODELAR	ha	164,60	150 420,00 €
	2	Espalhamento da terra vegetal armazenada em pargas, em camada de espessura média de 0,10 m, de acordo com o Projeto e Caderno de Encargos.	m ³		
		VOLUME TOTAL DE TERRA A ESPALHAR	m ³	165 500,00	215 780,00 €
	3	Fertilização geral, aquisição e aplicação em conformidade com Caderno de Encargos	kg		
		PESO TOTAL DE ADUBO	kg	25 140,00	87 990,00 €
	4	Sementeira herbáceo-arbustiva, de acordo com o proplano de sementeiras e o Caderno de Encargos			
		ÁREA TOTAL DE SEMEITEIRAS	ha	164,60	161 604,00 €
	5	Plantações			
	5,1	Plantações de árvores e arbustos executadas em conformidade com o plano de plantações e Caderno de Encargos	unid	193050	
		NÚMERO TOTAL PLANTAÇÕES	unid	193050	514 100,00 €
	6	Manutenção e conservação das zonas recuperadas durante os dois primeiros anos	ha		
		ÁREA TOTAL PARA MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	ha	164,60	144 320,00 €
		TOTAL			1 274 214,00 €

Quadro V.7 – Orçamento da recuperação paisagística para a Alternativa 2.

Orçamento Prévio da Recuperação Paisagística - Global					
	Designação dos trabalhos	Unidade	Quantidades de trabalho	Subtotais	
RESUMO DA RECUPERAÇÃO - Alternativa 2	1	Modelação do aterro projetado a fim de garantir as cotas finais de projeto			
		ÁREA TOTAL A MODELAR	ha	157,30	138 445,00 €
	2	Espalhamento da terra vegetal armazenada em pargas, em camada de espessura média de 0,10 m, de acordo com o Projeto e Caderno de Encargos.	m ³		
		VOLUME TOTAL DE TERRA A ESPALHAR	m ³	151 300,00	198 790,00 €
	3	Fertilização geral, aquisição e aplicação em conformidade com Caderno de Encargos	kg		
		PESO TOTAL DE ADUBO	kg	23 145,00	81 007,50 €
	4	Sementeira herbáceo-arbustiva, de acordo com o proplano de sementeiras e o Caderno de Encargos			
		ÁREA TOTAL DE SEMEITEIRAS	ha	148,30	145 737,00 €
	5	Plantações			
	5,1	Plantações de árvores e arbustos executadas em conformidade com o plano de plantações e Caderno de Encargos	unid		
		NÚMERO TOTAL PLANTAÇÕES	unid	176150	432 300,00 €
	6	Manutenção e conservação das zonas recuperadas durante os dois primeiros anos	ha		
		ÁREA TOTAL PARA MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	ha	157,30	131 840,00 €
		TOTAL			1 128 119,50 €

Quadro V.8 – Orçamento da recuperação paisagística para a Alternativa 3.

Orçamento Prévio da Recuperação Paisagística - Global					
	Designação dos trabalhos	Unidade	Quantidades de trabalho	Subtotais	
RESUMO DA RECUPERAÇÃO - Alternativa 3	1	Modelação do aterro projetado a fim de garantir as cotas finais de projeto			
		ÁREA TOTAL A MODELAR	ha	171,80	150 915,00 €
	2	Espalhamento da terra vegetal armazenada em pargas, em camada de espessura média de 0,10 m, de acordo com o Projeto e Caderno de Encargos.	m ³		
		VOLUME TOTAL DE TERRA A ESPALHAR	m ³	165 800,00	212 700,00 €
	3	Fertilização geral, aquisição e aplicação em conformidade com Caderno de Encargos	kg		
		PESO TOTAL DE ADUBO	kg	25 320,00	86 625,00 €
	4	Sementeira herbáceo-arbustiva, de acordo com o proplano de sementeiras e o Caderno de Encargos			
		ÁREA TOTAL DE SEMEITEIRAS	ha	162,80	156 150,00 €
	5	Plantações			
	5,1	Plantações de árvores e arbustos executadas em conformidade com o plano de plantações e Caderno de Encargos	unid		
		NÚMERO TOTAL PLANTAÇÕES	unid	188050	455 500,00 €
	6	Manutenção e conservação das zonas recuperadas durante os dois primeiros anos	ha		
		ÁREA TOTAL PARA MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	ha	171,80	140 400,00 €
		TOTAL			1 202 290,00 €



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As intervenções previstas no âmbito da desativação da mina, visam a preparação da área de concessão para a sua devolução, em condições de permitir o uso futuro, nas adequadas condições de segurança e enquadramento com o meio envolvente.

Assim, serão descritas de seguida as medidas a implementar durante e após a desativação da exploração, em termos de geotecnia e drenagem, ambiente, desmantelamento das instalações fixas, remobilização dos equipamentos móveis, integração dos recursos humanos e segurança, para que tais objetivos possam ser atingidos.

2. EQUIPAMENTOS MÓVEIS

Os equipamentos móveis da mina serão removidos e vendidos, ou usados em outra exploração da empresa.

Ainda assim, durante a fase de encerramento (desativação) da mina, existem muitas atividades que podem ser desenvolvidas com pessoal e equipamentos internos. Os trabalhos de remoção de estabilização final de taludes, remoção de placas de sinalização, remoção de estruturas de desvio de águas, etc., podem ser realizados com meios internos. O Quadro VI.1 lista os equipamentos que permanecerão durante a fase de encerramento da mina.

Quadro VI.1 – Equipamentos na Mina do Barroso durante o encerramento.

Equipamento	Fabricante (e modelo)	Quantidade de equipamentos durante a desativação
Escavadora giratória	Komatsu (PC850)	1
Dumper	Caterpillar (777)	2
Bulldózer	Caterpillar (D9)	2
Camião de rega de caminhos	Caterpillar (777)	1
Niveladora	Caterpillar (14)	1
Pá carregadora frontal	Caterpillar (980)	1
Camião	Heino	1
Veículo ligeiro	Toyota	3

Além dos equipamentos referidos, existem tarefas específicas que poderão requerer equipamentos adicionais em regime temporário.

3. DESATIVAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

3.1. TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

3.1.1. Unidade de Processamento e Infraestrutura

As instalações sociais e de apoio, bem como a oficina e armazém serão, na fase de desativação, desmanteladas e remobilizadas para fora da área da mina. O desmantelamento destas instalações e a demolição das estruturas de betão (p.ex. fundações), serão executadas por empreiteiros externos especializados. Contudo, dependendo das conversações que vierem a ser estabelecidas com entidades locais e outras entidades, poderá ser equacionada a manutenção de algumas instalações no local para serem úteis a essas organizações.

O desmantelamento da lavaria da Mina do Barroso será efetuado sector a sector. Cada sector e respetivo equipamento serão desmantelados e removidos em diferentes etapas e tratados como unidades separadas. Antes do desmantelamento e remoção dos edifícios, serão desativados e removidos os tanques de flutuação, os equipamentos de processamento, as instalações elétricas, de comunicação e de águas, e as instalações de esgotos (incluindo as fossas sépticas estanques), etc. Refira-se que o manuseamento dos materiais e recipientes contendo fluídos serão alvo de cuidados especiais nas operações, incluindo a limpeza do espaço no final.

As instalações industriais de apoio, designadamente os depósitos de combustível, serão também remobilizados para fora da área da mina.

Os equipamentos semi-móveis e fixos da mina, incluindo os geradores, serão transportados para fora da mina, os tanques demolidos (e o solo regularizado), e os furos de captação serão selados.

Em todas as atividades de desmantelamento serão destacados funcionários da empresa, quando necessário, para auxiliar o pessoal especializado. As atividades que se revestirem de menos cuidados, tal como a remobilização dos equipamentos e instalações móveis, e as atividades de manutenção, serão realizadas por funcionários da empresa.

3.1.2. Instalações elétrica, estrutural, mecânica e de tubagem

O equipamento será desmantelado manualmente, removendo materiais que possam ser comercialmente reciclados, incluindo o cobre, aço e componentes eletrónicos. As estruturas serão divididas em secções mais fáceis de ser manuseadas e transferidas para uma área (plataforma de pré-stock de mineralização bruta) para desmantelamento adicional e separação dos materiais recicláveis, de modo a serem transportados para fora da mina.

A utilização de equipamento hidráulico de corte é comum em atividades de demolição, no entanto, é igualmente necessário o uso de equipamento de oxi-corte para separar materiais para triagem, expedição ou eliminação.

Existem alguns equipamentos de instrumentação e de medição da lavaria (tipicamente para medição das densidades das polpas de processamento) que usem materiais ou tecnologias sensíveis serão

manuseados de acordo com as normas existentes. Assim, a desativação e remoção destes equipamentos será realizada por uma entidade acreditada para o efeito.

3.1.3. Estruturas de betão

As estruturas de betão consistem primariamente em lajes niveladas, assim como pilares e fundações enterrados. A demolição irá incluir a utilização de serra de corte, martelo pneumático e, para fundações maiores enterradas, técnicas de fraturação química, de forma a dividir tais estruturas em porções mais fáceis de serem manuseadas. Em casos raros, fundações maiores tais como as estruturas das fundações dos moinhos ou do britador, podem necessitar de técnicas de desmonte controlado para decompor as estruturas em fragmentos mais fáceis de manusear na sua remoção.

A reciclagem do betão pode constituir uma fonte de material como base para a construção ou renovação de estradas regionais. Para tal efeito, será necessária uma unidade móvel de britagem.

3.1.4. Cortas

Dependendo da alternativa seleccionada, existirão duas ou três áreas de escavação que permanecerão total ou parcialmente abertas. Essas cortas, atendendo ao regime de pluviosidade e nível freático local, deverão ficar preenchidas por águas provenientes do escoamento superficial e do fluxo subterrâneo. Estas águas drenarão para fora das cortas pela rede hídrica natural existente. Refira-se que o enchimento de água nas lagoas será realizado através da água da chuva e escoamento subterrâneo, sendo apenas desativado o desvio das linhas de água quando os níveis das lagoas estiverem suficientemente altos.

A forma mais duradoura de evitar as quedas acidentais para o interior das cortas, será definido um degrau (primeiro degrau mais superficial) com 1 m de desnível antecedido, onde não existir circulação de água, por um combro de cerca de 1 m de altura. O perfil esquemático desta configuração está na Figura VI.1.

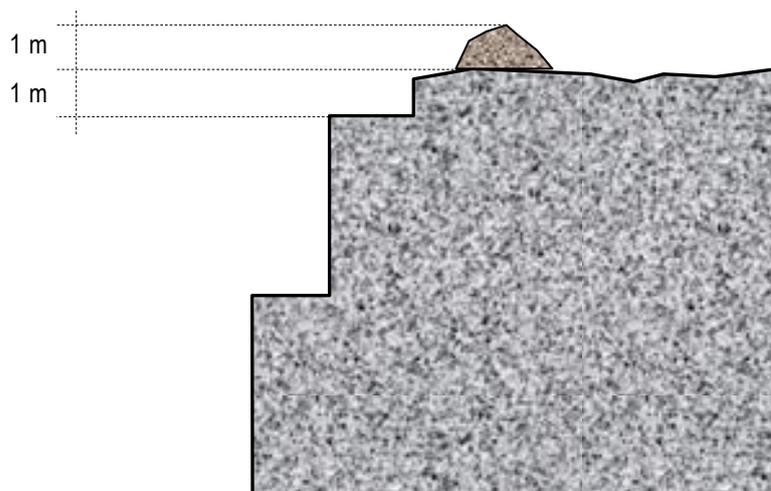


Figura VI.1– Combro e bancada superficial no perímetro das cortas, no encerramento.

Refira-se que uma eventual queda para a primeira bancada (queda de 1 m de altura), permite que o indivíduo ou animal regresse subindo pela bancada ou saia pela sua lateral, onde o patamar se encontra com a topografia, ambas as alternativas com reduzido risco.

3.1.5. Instalações de resíduos

O projeto de encerramento terá como objetivo restabelecer os relevos resultantes até que:

- Seja seguro para pessoas, animais de pastagem e animais selvagens;
- Não poluente;
- Geotecnicamente estável, com erosão controlada em níveis aceitáveis;
- Linhas de drenagem capazes de auto-reparação.
- Vegetação autossustentável, com manutenção mínima necessária.
- Ecologicamente semelhante ao ambiente de pré-exploração, incorporando espécies nativas e recriando habitats.
- Visualmente compatível com a paisagem natural envolvente.
- Adequado para um uso do solo pós-exploração.

No encerramento, serão tomadas medidas para:

- Finalizar a reabilitação, especificamente o restabelecimento de linhas de água e bacias hidrográficas naturais de drenagem.
- Estabelecimento de vegetação para reduzir a erosão, nas restantes áreas intervencionadas no projeto.
- Revegetar as áreas intervencionadas (exceto em declives íngremes).

3.1.6. Estruturas de desvio de águas e de decantação

No que se refere às estruturas de desvio das linhas de água que confluem para a corta do Grandão e para a Corta do Reservatório, a sua desativação ocorrerá apenas quando as lagoas no interior dessas cortas estiverem com uma cota próxima do nível de máximo enchimento. Assim, o enchimento de água dessas lagoas, nos anos iniciais, será realizado pelas águas da chuva e infiltração de águas subterrâneas. Desta forma, garante-se que o fluxo de água para o rio Covas não é comprometida no período de enchimento das lagoas.

Todas as estruturas de desvio de águas e de decantação serão removidas, por escavação desses aterros, nos momentos em que estas deixem de ser úteis em termos técnicos e ambientais.

Preconiza-se que as estruturas de decantação próximas do rio Covas sejam as últimas a ser desativadas, de forma a manterem o controlo da turbidez até toda a área estar estabilizada.

3.2. DESTINO DAS INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Na fase de desmantelamento, serão envolvidas indústrias locais ou europeias capazes de receber e reciclar os materiais envolvidos, de forma a maximizar o material que seja adequado para reutilização. Tal irá incluir:

- Aço-carbono e aço inoxidável, incluindo materiais estruturais e equipamentos mecânicos.
- Válvulas e tubagem de aço-carbono e aço inoxidável.
- Estruturas de edifícios que podem ser reutilizadas para outras indústrias.
- Cabo elétrico de cobre e alumínio.
- Materiais de betão reciclados (antes ou após britagem em unidade móvel).
- Materiais de tubagem de polietileno, adequados para reutilização.
- Equipamento mecânico para revenda a clientes de reutilização.

Preconiza-se que, no final da atividade industrial da mina, as instalações desmanteladas terão o destino apresentado no Quadro VI.2.

Quadro VI.2- Desmantelamento das instalações de apoio e anexos.

Instalações	Intervenção	Destino
Lavaria, escritório, laboratório, refeitório, sanitários e vestiários, oficina e armazém	Desmantelamento e transporte	Remobilização ou venda de equipamentos. Os destroços dos edifícios e das fundações serão enviados para operadores de gestão de resíduos ou reutilizados como agregados após britagem
Instalação móvel de britagem (se existir no encerramento)	Transporte	Remobilização do equipamento pelo empreiteiro
Depósitos de combustível	Desmantelamento e transporte	Remobilização ou venda dos depósitos de combustível.
Fossas sépticas	Desmantelamento e transporte	As fossas sépticas serão removidas, após esgotamento prévio e enviadas para operador de gestão de resíduos.
Tanques de água	Demolição e aterro	Os tanques de água serão demolidos e a superfície devidamente nivelada.
Captações de água	Selagem	A cobertura de cada furo será demolida. O material resultante irá para operador de gestão de resíduos. As bombas e tubagens serão transportadas para armazém. Os furos serão, posteriormente, selados.
Estruturas de desvio de águas e de decantação	Demolição e aterro	As estruturas e valas serão demolidas e os materiais transportados para operador de gestão de resíduos.

Preconiza-se que a área de separação e preparação de equipamentos seja a área da plataforma da mineralização bruta. Os materiais serão separados e expedidos em transporte rodoviário para o destino pretendido. Os materiais sem valor comercial irão requerer a sua deposição numa instalação local de gestão de resíduos.

3.3. RECURSOS HUMANOS E EQUIPAMENTOS

Os recursos humanos da Savannah afetos à mina, no final dos trabalhos serão integrados noutros estabelecimentos da empresa ou serão rescindidos amigavelmente os contratos de trabalho. Alguns dos trabalhadores ficarão na mina durante o período de desativação.

A força laboral necessária irá depender do volume de material reciclado comercializável. Quanto maior o volume, mais pessoal será necessário para separar e remover os itens recicláveis.

Serão contratados empreiteiros e operadores externos para executar operações específicas de desmantelamento e manuseamento de materiais específicos.

3.4. ACESSOS

Os acessos a utilizar na fase de desativação serão os deixados no final da exploração. De facto, os acessos executados para a expedição e extração, serão posteriormente usados na recuperação paisagística da área e nas atividades de desativação da mina.

A disposição da lavaria está concebida de forma a facilitar o acesso a veículos de transportes de produtos e de equipamento de manutenção, incluindo gruas, veículos ligeiros e pesados, etc., pelo que irão ser utilizados os acessos normais da mina para essas atividades de demolição.

3.5. FASEAMENTO DAS OPERAÇÕES

O faseamento proposto para as intervenções a desenvolver no âmbito da desativação da mina depende da evolução dos trabalhos, ou seja, está condicionado por vários fatores, nomeadamente, o clima e a disponibilidade dos meios técnicos e logísticos, etc. De qualquer forma, prevê-se que os trabalhos de desativação sejam efetuados na seguinte ordem:

- Escombreyras;
- Lavaria, laboratório, escritório, oficina e armazém;
- Captações de água
- Tanques de água;
- Depósitos de combustível
- Estruturas de desvio de águas e de decantação
- Refeitório, sanitários e vestiários
- Fossas sépticas
- Instalação móvel de britagem (se existir no encerramento)

Os trabalhos de desativação serão efetuados num período de tempo de cerca de um ano.

4. AMBIENTE

4.1. RESÍDUOS

Quando concluídos todos os trabalhos de desmonte e modelação, será efetuada uma vistoria de modo a garantir que todos os resíduos existentes na mina foram totalmente expedidos, por entidades credenciadas para os locais adequados. Caso seja detetada a presença de algum resíduo dentro da área de intervenção serão tomadas de imediato todas as medidas necessárias para o remover. Os potenciais resíduos sobre os quais incidirá a vistoria na fase de desativação são os que se apresentam no Quadro VI.3 e que resultam da normal atividade industrial.

Quadro VI.3– Principais resíduos gerados pela atividade de desativação da mina.

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO	CÓDIGO LER	DESTINO
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08*	Operador de gestão de resíduos licenciado
Lamas provenientes dos separadores óleo/água	13 05 02*	
Óleos provenientes dos separadores óleo/água	13 05 06*	
Fuelóleo e gasóleo	13 07 01*	
Embalagens de papel e cartão, plástico, madeira, metal	15 01 01 a 15 01 04	
Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	15 01 10*	
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas	15 02 02*	
Pneus usados	16 01 03	
Veículos em fim de vida	16 01 04*	
Filtros de óleo	16 01 07*	
Metais ferrosos	16 01 17	
Metais não ferrosos	16 01 18	
Resíduos inorgânicos não abrangidos em 16 03 03	16 03 04	
Acumuladores de chumbo	16 06 01*	
Resíduos contendo hidrocarbonetos	16 07 08*	
Resíduos cuja recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos tendo em vista a prevenção de infeções	18 01 04	
Papel e cartão	20 01 01	
Vidro	20 01 02	
Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21*	

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO	CÓDIGO LER	DESTINO
Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso	20 01 36	
Plásticos	20 01 39	
Lamas de fossas sépticas	20 03 04	

4.2. RUÍDOS E POEIRAS

No que respeita à emissão de poeiras geradas pela circulação de veículos, serão reduzidas através das regas frequentes a efetuar nos dias secos e ventosos. Na fase pós-desativação, dado o revestimento vegetal proposto para toda a área da mina, e a ausência da atividade industrial de extração, não são de prever quaisquer problemas a nível da emissão de poeiras.

No que se refere à emissão de ruído, na fase de desativação, será apenas motivada pela movimentação de máquinas e equipamentos de transporte (apenas em período diurno) e, na pós-desativação prevê-se a eliminação de todas as fontes ruidosas afetas aos trabalhos da mina, pelo que não se prevêem problemas a este nível.

5. SISTEMAS DE SEGURANÇA

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A existência de atividades na fase de desativação, e o facto de terem sido realizadas escavações que poderão motivar quedas de pessoas, de animais e de equipamentos, torna necessária a implementação de medidas de prevenção contra acidente.

Neste contexto será importante identificar os riscos e as principais medidas de prevenção a adotar para combater acidentes durante a fase de desativação e pós-desativação, como seja definir os sinais a aplicar, os meios de emergência e de primeiros socorros que deverão existir, bem como as instalações sociais necessárias para os trabalhadores durante esta fase de encerramento.

Nos serviços subcontratados a entidades externas deverão ser acordados os moldes de fornecimento das proteções necessárias, bem como o cumprimento da legislação em vigor em matéria de segurança e saúde no trabalho.

5.2. PRINCIPAIS RISCOS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO

Atendendo às características das atividades envolvidas na fase de desativação, bem como aos riscos associados à alteração morfológica do terreno, efetuou-se a análise dos riscos associados à mina, e sistematizaram-se as medidas de prevenção consideradas mais adequadas para os combater.

Os principais riscos, capazes de gerar acidentes de trabalho ou doenças profissionais, podem ser agrupados, em função da sua origem, em: riscos mecânicos, ruído, poeiras, vibrações, riscos térmicos e riscos elétricos. Nos Quadro VI.4 e Quadro VI.5 encontram-se apresentados os principais riscos e as principais medidas de prevenção para a fase de desativação e de pós-desativação, respetivamente.

Dos riscos associados às operações a realizar, enumerados anteriormente, considera-se que os mais importantes na fase de desativação são os atropelamentos, a pancada de objetos, as quedas em altura e a contração de doenças. Por sua vez, na fase pós-desativação serão de destacar os escorregamentos de terras e pedras, as quedas em altura e os atascamentos.

Para evitar acidentes e minimizar os seus efeitos serão adotadas as medidas de prevenção avançadas nos quadros anteriores, bem como outras complementares.

Quadro VI.4 – Principais riscos presentes na mina durante a fase de desativação.

FASE DE DESACTIVAÇÃO			
Atividade	Principais Riscos	Causa	Principais Medidas de Prevenção
Remoção e transporte de materiais	Atropelamentos e colisões	Movimentação de máquinas	Sensibilizar os trabalhadores para evitar manobras com pouca visibilidade e velocidades elevadas. Interditar o acesso a pessoas estranhas em zonas onde circulem máquinas. Efetuar a manutenção periódica dos equipamentos e instalar sinais sonoros e luminosos de marcha atrás nas máquinas.
Desmantelamento de órgãos móveis da instalação de britagem	Entalamentos e cortes	Contacto com superfícies cortantes e cedências de materiais	Utilizar ferramentas em devidas condições de utilização. Usar luvas de proteção em operações que o permitam, tal como a movimentação de peças.
Desmantelamento da britagem e elevação de estruturas	Pancada de objetos	Queda de objetos	Realizar os trabalhos de desmantelamento com equipas especializadas e evitar adotar posições de risco. Usar capacete e botas de proteção.
Transporte de cargas	Queda de equipamentos e de cargas	Excesso de cargas nos equipamentos	As cargas devem ser feitas de acordo com a capacidade do equipamento em causa, evitando percursos sinuosos.
Transporte manual de cargas e circulação de pessoas	Queda de pessoas ao mesmo nível	Presença de obstáculos nas vias de passagem	Evitar a presença de obstáculos nas vias de passagem. Manter os pisos das vias de passagem regulares.
Desmantelamento da instalação de britagem	Queda de pessoas em altura	Falta de proteção	Proteger a queda em altura em zonas sem proteção, através do cabo de vida. As operações com perigo de queda em altura devem ser realizadas por pessoal experiente.
Trabalho no exterior	Intempéries e exposição excessiva ao sol	Agentes climáticos	Utilizar máquinas com cabinas climatizadas. Usar vestuário apropriado ao clima.
Movimentação de equipamentos móveis	Incêndio ou explosão	Sobreaquecimento do motor ou contacto com substância combustível	Instalar extintores nos equipamentos móveis.
Desmantelamento da fossa séptica	Contração de doenças	Contacto com lamas da fossa séptica	Prevenir o contacto direto com as lamas. Usar vestuário, calçado, luvas e máscara apropriados.

Quadro VI.5 – Principais riscos presentes na mina após o encerramento

PÓS-DESACTIVAÇÃO		
Principais Riscos	Zona	Principais Medidas de Prevenção
Escorregamento de blocos de rocha, estéreis ou terras	Taludes finais da escavação	Verificar se existem taludes instáveis que devam ser corrigidos e proceder a essa correção com orientação do diretor técnico.
Quedas em altura	Bordadura da escavação	Sinalizar o perigo de queda em altura. Proteger quedas com pequenos muretes de terras.
Poeiras	Vias de circulação	Deixar o pavimento das vias de circulação da mina com ausência de materiais finos. Limitar a velocidade de circulação na área da mina.
Vibrações e atascamentos	Vias de circulação	Evitar a presença de irregularidades nas vias de circulação. Sinalizar potenciais zonas onde os veículos possam ficar atascados (bloqueados).
Contração de doenças	Zona da fossa séptica	Garantir que a zona da fossa séptica ficou inócua antes de dar por concluído o encerramento da exploração e que não existem resíduos orgânicos na área.

5.3. SINALIZAÇÃO

A existência das atividades de desativação motiva a afixação de sinalização de segurança. Por outro lado, a presença de alguns riscos depois do encerramento da exploração implica que se deixem alguns sinais afixados. Os principais painéis de sinalização a colocar deverão obedecer aos critérios referidos nos quadros seguintes. A sinalização a deixar na área deverá ser alvo de manutenção após o fecho da exploração. Assim, devem ser realizadas visitas periódicas ao terreno para averiguar o estado dos sinais e proceder à sua substituição, quando estes se apresentarem deteriorados.

Quadro VI.6 – Apresentação esquemática da sinalização a deixar na mina na fase de desativação.

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Entrada para a mina	 

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Bordadura da escavação	 
Acessos ao interior da corta	   
Limites da área	

Quadro VI.7 - Apresentação esquemática da sinalização a afixar na mina, na fase de pós-desativação.

Local/Zona	Principais Sinais a Afixar
Entradas para a mina	
Zonas de perigo de queda em altura	
Bordadura das cortas	 

5.4. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Durante a fase de encerramento da exploração serão facultados equipamentos aos trabalhadores para garantir a proteção contra os chamados riscos “parasitas ou residuais”. Esses equipamentos de proteção, de uso permanente e de uso temporário, encontram-se listados no Quadro VI.8.

As botas de proteção e o capacete deverão ser sempre utilizadas, enquanto os outros equipamentos serão utilizados em função do tipo de operação que o funcionário desempenhar. Assim, os protetores auditivos serão utilizados sempre que exista ruído elevado, as luvas serão usadas nos transportes manuais de cargas, e os outros equipamentos apresentados sempre que existam riscos com indicação para tal.

Quadro VI.8 – Lista de equipamentos de proteção a distribuir.

Uso Permanente	Uso Temporário
<p>Botas de proteção <i>(proteção contra pancadas e entalamentos nos pés)</i></p> <p>Capacete <i>(proteção contra pancadas e entalamentos na cabeça)</i></p>	<p>Fato de trabalho <i>(proteger da sujidade com adequação ao clima)</i></p> <p>Fato impermeável <i>(proteger da chuva)</i></p> <p>Botas impermeáveis <i>(proteger os pés de humidades)</i></p> <p>Máscara <i>(proteção contra poeiras, cheiros e vapores)</i></p> <p>Protetores auriculares <i>(proteger do ruído)</i></p> <p>Luvas <i>(proteção contra cortes e superfícies quentes)</i></p> <p>Óculos de proteção <i>(proteger de radiações e poeiras)</i></p>

5.5. MEIOS DE EMERGÊNCIA E PRIMEIROS SOCORROS

De forma a prevenir incêndios, irão existir extintores adequados nos equipamentos móveis, devidamente verificados e em boas condições de utilização.

Os trabalhadores presentes na mina, na fase de desativação, terão formação sobre o manuseamento e utilização dos extintores existentes.

No que respeita aos primeiros socorros, irá existir um estojo de farmácia permanente na mina e outros nas máquinas e veículos utilizados, no sentido de permitir a assistência básica para pequenas lesões sofridas pelos trabalhadores.

Para atuar em caso de emergência existirão telefones móveis com os contactos dos bombeiros, do hospital mais próximo, da farmácia mais próxima, da companhia de seguros, dos serviços de segurança, higiene e saúde no trabalho, da Guarda Nacional Republicana (GNR), da Delegação Regional de Saúde (DRS), da Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT), da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), entre outros que se entendam necessários. Um desses contactos será o do encarregado dos serviços de desativação da exploração.

5.6. INSTALAÇÕES DE HIGIENE

Durante a fase de desativação, as instalações de higiene da mina permanecerão em atividade, sendo apenas desativadas no final dos trabalhos. Deste modo, apenas na fase final será necessário alugar sanitários móveis de modo a servir os trabalhadores presentes.

5.7. MEDIDAS CAUTELARES

- Efetuar a remoção e limpeza de todos os depósitos de resíduos ou substâncias perigosas (fossas sépticas, tanques de depósito de óleos usados, depósitos de combustíveis, etc.), garantindo o seu adequado encaminhamento para destino final.
- Efetuar o desmantelamento e remoção do equipamento existente na mina procedendo às necessárias diligências de forma a garantir que, sempre que possível, este seja reutilizado ou reciclado ou, na sua impossibilidade, enviado para destino final adequado.
- Garantir que todas as áreas afetadas pelas atividades associadas à exploração da mina são devidamente recuperadas, de acordo com o PARP definido, procedendo aos necessários ajustes para que exista, no mais curto espaço de tempo possível, uma ligação formal entre a área intervencionada e a paisagem envolvente.
- Avaliação da evolução da área recuperada de forma a verificar:
 - O estado de conservação da vedação e sinalização, para garantir a adequada proteção contra acidentes;
 - Que toda a área sujeita à exploração foi intervencionada e recuperada de acordo com o previsto no respetivo Plano de Recuperação Paisagística, designadamente em termos de modelação do terreno e de implantação das espécies vegetais recomendadas;
 - A existência de condições adequadas à drenagem natural dos terrenos intervencionados, não devendo subsistir quaisquer situações favoráveis ao arrastamento de material sólido para as linhas de água ou órgãos de drenagem existentes;
 - A não existência de acumulação de qualquer tipo de resíduos de natureza industrial, como sejam embalagens de combustíveis, lubrificantes ou resíduos metálicos de natureza diversa. Deverá ainda o promotor assegurar que possui evidência objetiva do encaminhamento adequado de todos os materiais eliminados da zona de exploração e áreas anexas (ex. sucatas e entulhos diversos);
 - A não existência, em toda a zona afeta à exploração, de quaisquer tipos de viaturas, máquinas ou equipamentos abandonados ou qualquer tipo de depósitos de materiais que possam de alguma forma constituir riscos para a qualidade dos solos ou para a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

6. MONITORIZAÇÃO

A monitorização preconizada para a fase de desativação, para além do planeamento efetuado no Plano de Monitorização e no Plano de Gestão de Resíduos, deverá incidir na verificação da qualidade de execução das atividades de desmantelamento das instalações sociais e de apoio, da ausência de resíduos não mineiros na área da mina, assegurando condições ambientais e de segurança adequadas.

Esta monitorização específica será realizada pelo Diretor Técnico da mina, ou por técnicos a quem seja delegada a tarefa, e pelos respetivos responsáveis pelos trabalhos de desativação, durante o decurso das atividades de desativação.

7. RECURSOS HUMANOS

Conforme foi referido no Capítulo 7.8 da Parte II, a mão-de-obra adstrita a este empreendimento, na fase operacional, situa-se entre 201 e 243 funcionários.

Preconiza-se que entre 88 e 113 funcionários serão pertencentes a empresas externas, sendo 113 a 130 funcionários dos quadros da Savannah.

No que se refere aos funcionários externos, os contratos com as empresas prestadoras de serviços serão terminados no final da exploração, tal como acordado desde o início, cabendo-lhes a recolocação dos seus funcionários.

Relativamente aos funcionários da Savannah, prevê-se que cerca de metade tenham colocação em outras indústrias, maioritariamente indústria mineira e de construção civil. A restante metade, com formação superior ou mais especializada, deverá ter uma abrangência de colocação mais alargada, tanto em Portugal como no estrangeiro.

A Savannah prevê indemnizar cerca de 120 trabalhadores ($\pm 10\%$) do seu quadro, considerando um período médio de 13 anos de serviço.

8. ORÇAMENTO DA DESATIVAÇÃO

Os custos das intervenções relacionadas com a desativação da Mina do Barroso foram estimados e constam do Quadro VI.9.

Quadro VI.9 – Custos previstos para as intervenções de desativação da Mina do Barroso.

Operações	Tarefas	Custo unitário [€]	Quant.	Un.	Total [€]
Desmantelamento e demolição	Desmantelamento da lavaria, oficina e outros	250 000	1	---	250 000
	Desmantelamento do Refeitório, sanitários e vestiários	50	400	Hora	25 000
	Remobilização dos depósitos de combustível	50	100	Hora	5 000
	Regularização das Escombreiras	100	400	Hora	40 000
	Transporte dos equipamentos para armazém	50	200	Hora	10 000
	Remoção das Estruturas de desvio de águas e de decantação	300 000	1	---	300 000
	Selagem das captações de água	50	200	Hora	10 000
	Remoção dos tanques de água e regularização da superfície	50	200	Hora	10 000
	Remoção das fossas sépticas	50	300	Hora	15 000
Segurança	Placas de sinalização principais a instalar	75	200	un.	15 000
Indeminizações	Funcionários do quadro	19 500	120	un.	2 340 000
TOTAL					3 040 000 €

Os custos puros de desativação da Mina do Barroso cifram-se em cerca de 700 000 €, excluindo os custos de recuperação paisagística das áreas intervencionadas. Os custos com indemnizações aos funcionários rondarão os 2 300 000 €. Assim, a Savannah reserva um montante de cerca de 3 milhões de euros para fazer face aos custos de encerramento e desativação da Mina do Barroso.



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Estudo de Viabilidade Económica (EVE) apresentado neste capítulo baseia-se num documento oficial que foi concluído em meados de 2018 (<http://www.savannahresources.com/cms/wp-content/uploads/2018/06/Portugal-Scoping-Study-14.06.18-Glossy-version-FINAL.pdf>), usando os valores de recursos e aproveitamento estabelecidos à data de acordo com o Código JORC. Por esta norma internacional, enquanto não for realizada uma atualização desse estudo, a Savannah terá de usar esses valores na avaliação da viabilidade deste projeto. Assim, existem algumas discrepâncias entre os valores apresentados noutros capítulos do Plano de Lavra e os que se apresentam neste EVE, uma vez que os recursos minerais foram entretanto aumentados, ou seja, a rentabilidade do projeto será certamente incrementada numa futura revisão do documento JORC, que se espera que esteja concluída no segundo semestre de 2020.

Em junho de 2018, a Savannah concluiu uma avaliação técnica e económica do desenvolvimento do projeto da Mina do Barroso, baseado no Recurso Mineral que à data era de 14 Mt com um teor médio de 1,1 Li₂O (atualmente o recurso está estimado em 23,5 Mt com um teor médio de 1,02 Li₂O).

Todos os valores financeiros no presente relatório são apresentados em euros (€). Nos casos em que os orçamentos dos fornecedores foram obtidos em dólares americanos (\$), estes foram convertidos para euros usando a taxa de câmbio do Banco de Portugal de dia 21 de fevereiro de 2020, de 1 \$ = 0,92584 €. Os valores em euros foram arredondados de acordo com o nível de precisão e importância do custo ou preço de aquisição.

No estudo económico, foi desenvolvido um modelo técnico-económico para análise económica da viabilidade de extração e processamento dos recursos minerais da Mina do Barroso. A avaliação económica considera: custos operacionais de extração, processamento mineral, administração, transporte de concentrados e sua expedição. Esta análise aprecia os custos de capital do desenvolvimento da mina, equipamentos de extração, infraestrutura da mina, da lavaria e construção, infraestrutura de superfície, escombrelas e contingências. O estudo considera ainda as receitas operacionais baseadas num preço do concentrado de espodumena (SP6) de 634 €/t e nos preços de venda de subprodutos de quartzo e feldspato de 30,5 €/t e 36,1 €/t, respetivamente. A espodumena corresponde a 75 % da receita do projeto. Embora os preços atuais de SP6 sejam mais baixos, o preço assumido no modelo permanece válido, considerando a vida útil da mina e a possibilidade de que o preço seja baseado em contratos de longo prazo com os principais clientes.

A quantidade de mineralização extraída e encaminhada para a unidade de processamento encontra-se na faixa de 1,3 - 1,5 Mt/ano, produzindo 175 000 – 200 000 t/ano de concentrado de espodumena, juntamente com 100 000 – 300 000 t/ano de subprodutos de quartzo e feldspato, durante os 12 anos de exploração. Durante o tempo de exploração, o custo de produção será de 255 €/t de concentrado, após os benefícios dos subprodutos, o que coloca o projeto da Mina do Barroso na metade inferior da curva de custos dos produtores de espodumena a nível global.

A Mina do Barroso gera uma receita total de 1 440 M€ e um fluxo de caixa pós-imposto de 424 M€. Adotando uma taxa de desconto de 8%, o projeto possui um VAL pós-imposto de 223 M€ e TIR de 48,6%, o que permite que o projeto recupere o investimento relativo a uma despesa de capital inicial de 101 M€ em 2,1 anos. O Quadro VII.1 apresenta um resumo dos resultados financeiros.

Quadro VII.1- Resumo Financeiro do Projeto.

Parâmetro	Total [$\times 10^6$ €]	Média Anual [$\times 10^6$ €]
Receita	1 440	130
Lucros antes de encargos financeiros, impostos, depreciações e amortizações	745	67
Fluxo de caixa livre pós-imposto	424	38
VAL pós-imposto (taxa de desconto de 8%)	223	-
TIR pós-imposto	48,6%	-
Retorno Pós-impostos (anos)	2,1	-
Despesa de Capital Inicial (excluindo contingências)	100,9	-

O estudo económico apresentou um caso de investimento convincente para o projeto, baseado no seu requisito modesto de capital (US\$ 109 milhões / 101 milhões €, excluindo contingências) e baixo perfil de custo operacional. Tendo por base o resultado positivo da avaliação económica de 2018, a Savannah encomendou um Estudo de Viabilidade, que está planeado ser concluído em meados de 2020.

Desde junho de 2018, como parte do Estudo de Viabilidade, e na sequência do trabalho contínuo de prospeção desenvolvido, a Savannah conseguiu aumentar o Recurso Mineral do projeto para 23,5 Mt com um teor médio de 1,02% Li_2O . O desenvolvimento do projeto proposto no Plano de Lavra pode utilizar estes Recursos Minerais, aplicando parâmetros operacionais semelhantes ou melhorados definidos no estudo económico. Todos os projetos conceptuais e os parâmetros operacionais usados no Plano de Lavra utilizam este Recurso Mineral ampliado. Como parte do Estudo de Viabilidade, será concluída uma revisão da avaliação financeira do desenvolvimento do projeto, utilizando o atual Recurso Mineral, que, entretanto, foi aumentado.

De acordo com o código JORC, só pode ser apresentado um estudo económico atualizado quando o pedido de extensão da licença C-100 for concedido e o licenciamento ambiental aprovado. Atualmente, a Savannah planeia finalizar o estudo atualizado assim que esse licenciamento for obtido.

2. CONCEITO DO ESTUDO ECONÓMICO

O Estudo Económico de Mina do Barroso baseia-se no desenvolvimento de uma exploração mineira e a construção/instalação de uma unidade de beneficiação da mineralização para a produção de concentrado de espodumena, para venda no mercado externo, além dos subprodutos de quartzo e feldspato, para fornecimento da indústria cerâmica, que oferecem um potencial de receita adicional. Também está em curso o estudo da opção de criação de uma segunda fase deste projeto mineiro, que passará pela instalação de uma unidade industrial de produção de hidróxido de lítio (refinaria), caso seja possível obter um parceiro, localização para a instalação e apoio financeiro adequados ao projeto.

O Projeto recorrerá a empreiteiros para a fase de exploração e transporte. Além disso, o Projeto foi pensado para atender às suas características ambientais e de sustentabilidade que foram otimizadas pela recuperação de subprodutos de quartzo e feldspato e pela produção de rejeitados a seco, eliminando a necessidade de uma barragem de rejeitados e reduzindo a pegada ambiental geral da operação mineira.

2.1. ESTIMATIVA DE RECURSOS E ALVO DE PROSPEÇÃO

A Savannah tem realizado sondagens de prospeção na Mina do Barroso desde meados de 2017, tendo concluído, até à data, um extenso programa de investigação. O estudo económico utiliza os dados de prospeção recolhidos até junho de 2018 dos três principais depósitos:

- **Depósito do Grandão:** A zona mineralizada com mais de 500 m de comprimento, 450 m de largura e profundidades de pegmatito de até 50 m. Os resultados das sondagens recentes mostraram os resultados mais amplos e significativos para o projeto até ao momento.
- **Depósito do Reservatório:** As sondagens confirmaram que a mineralização litínifera se estende por mais de 400 m de comprimento, com extensões significativas em profundidade, de pelo menos 100 m.
- **Depósito do NOA:** O programa confirmou a presença de mineralização litíniferas ao longo de 200 m de comprimento, com extensões significativas em profundidade, de pelo menos 50 m.

A Estimativa de Recursos Minerais Indicados e Inferidos para o Projeto, calculada pela PayneGeo em abril de 2018, é de 14 Mt com teor médio de 1,1 % Li_2O , contendo 149 200 t de Li_2O , usando um teor de corte de 0,5 % Li_2O . Para quantificar o potencial do Projeto, além da Estimativa de Recursos Minerais Indicados e Inferidos, foi definido um Alvo de Prospeção³⁴ inicial para os Depósitos do Grandão e do Reservatório de 8-12 Mt com teor médio de 1,0% a 1,2% Li_2O . Tal define uma meta de projeto (incluindo estimativa de recursos minerais) de 22-26 Mt com teor médio de 1,0-1,2 % Li_2O .

³⁴ Declaração de Advertência: A quantidade e o teor potencial dos Alvos de Prospeção são conceptuais por natureza, não houve trabalho de prospeção suficiente para estimar um recurso mineral e é incerto se uma prospeção adicional resultará na definição de um recurso mineral. Como tal, os potenciais investidores não devem confiar neste Alvo de Prospeção como indicativo de um recurso mineral e não devem basear sua decisão de investimento, no todo ou em parte, em tal Alvo de Prospeção.

2.2. INVENTÁRIO MINEIRO

O planeamento da exploração a céu aberto para o Projeto de Lítio da Mina Do Barroso foi desenvolvido tendo por base uma taxa de alimentação anual da lavaria de 1,3 Mtpa, com um teor médio estimado de 1,02% Li₂O (diluído), ao longo da vida útil da mina. A relação estéril-minério média global que se prevê é de 5,2:1 (relação estéril:mineralização), com uma vida útil da atividade mineira (VdM) de 12 anos. É importante salientar que, como se trata de um estudo económico, o inventário mineiro resultante não pode ser definido como uma Reserva de Minério face às normas do código JORC (2012).

Em geral, os teores da mineralização são relativamente consistentes em todos os depósitos, de modo que, para melhorar a economia do projeto, foram definidas várias fases básicas de cortas de forma a adiar os requisitos de decapagem ao longo da VdM. O plano conceptual incorpora cinco fases para os três depósitos modelados até a data:

- Grandão (2 fases)
- Reservatório (2 fases)
- NOA (fase única).

Os inventários totais otimizados das cortas estão listados no Quadro VII.2. Foram facultados três modelos geológicos de blocos (um para cada depósito) e foram geradas as cortas conceptuais através de um software de otimização baseado no algoritmo de Lerchs-Grossman.

Quadro VII.2 - Inventário das cortas conceptuais otimizadas e das fases.

Depósito	Fase	Alimentação [×10 ⁶ t]	Li ₂ O diluído [%]	Fe ₂ O ₃ diluído [%]	Estéril [×10 ⁶ t]	Relação estéril-minério [e:m]
Grandão	1	5,81	1,01	1,17	9,15	1,6
Reservatório	1	2,49	0,97	1,32	8,95	3,6
Reservatório	2	1,72	1,01	1,38	11,91	6,9
NOA	1	0,27	1,02	1,29	1,60	5,9
Grandão	2	4,13	1,05	1,39	43,82	10,6
Total		14,42	1,02	1,29	75,43	5,2

As cortas otimizadas utilizadas nesta avaliação baseiam-se na Estimativa de Recursos Minerais Indicados e Inferidos, e incluem o Alvo de Prospeção não incluído na Estimativa de Recursos Minerais. Para todo o material foi tida em consideração a devida diluição e aplicados fatores de recuperação da extração. As quantidades para cada tipo de material constam no Quadro VII.3.

O plano conceptual total para as infraestruturas da Mina do Barroso estende-se por uma área de 5 km por 2,5 km ao longo de terrenos relativamente acidentados. Todas as infraestruturas e desmontes da mina desenvolvidos neste estudo foram condicionados por:

- Limites da concessão;
- Minimização da esterilização de zonas potenciais de alvos de prospeção;
- Limites de proteção dos principais cursos de água; e
- Acessos existentes (quando disponíveis).

Quadro VII.3 - Inventário da Alimentação da Lavaria por Corta e Tipo de Material.

Depósito	Recurso Indicado		Recurso Inferido		Alvo de Prospeção		TOTAL		
	Toneladas [×10 ⁶]	Li ₂ O %	Toneladas [×10 ⁶]	Li ₂ O %	Toneladas [×10 ⁶]	Li ₂ O %	Total [×10 ⁶ t]	Li ₂ O %	%
Grandão	7,16	1,06	2,60	1,13	0,18	1,10	9,94	1,08	69
Reservatório	-	-	2,61	1,01	1,60	1,09	4,21	1,04	29
NOA	-	-	0,27	1,21	-	-	0,27	1,21	2
Total (Mt)	7,16	1,06	5,48	1,07	1,78	1,09	14,42	1,07	100
Percentagem	50%		38%		12%		100%		

Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

Também estão incluídas, no plano de produção, quantidades de pegmatito a granel como material com valor comercial abaixo do teor de corte, a ser armazenado e vendido. Foi identificado um total de 2,7 Mt deste material.

2.3. CUSTOS DA EXPLORAÇÃO

Foi desenvolvido pela consultora Minesure um modelo de contrato de exploração mineira (subempreitada) com base nos cronogramas apresentados na Figura VII.1 e no Quadro VII.4.

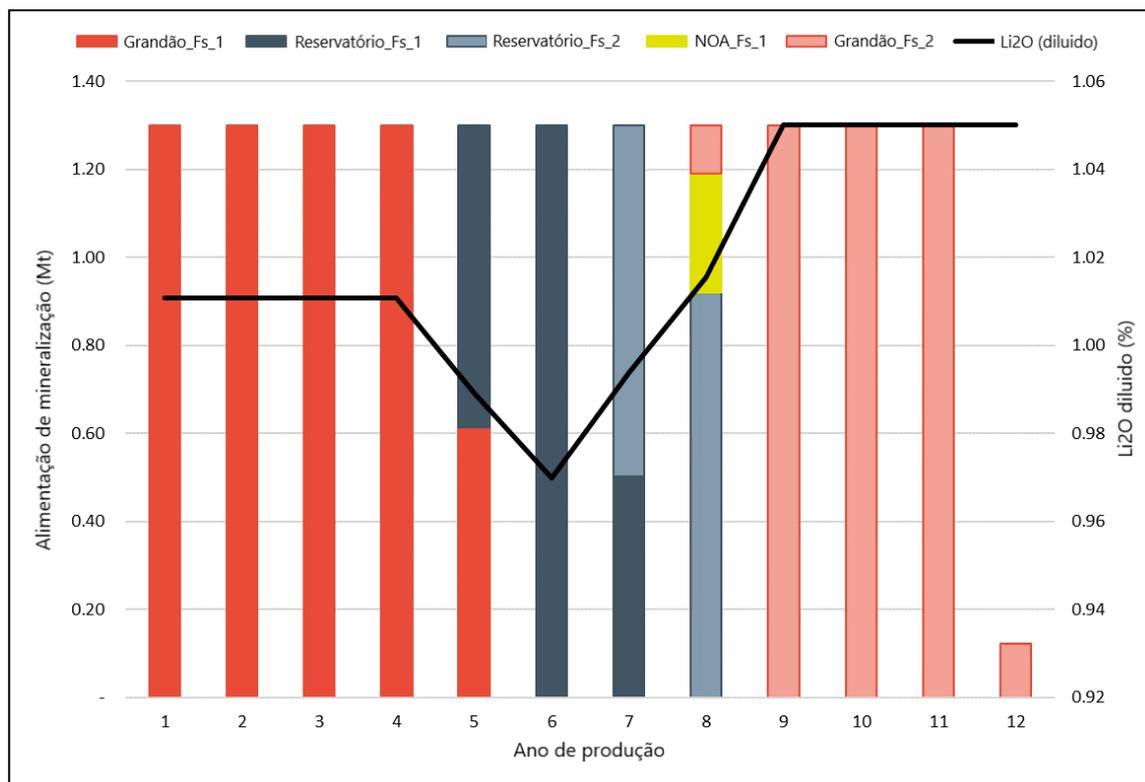


Figura VII.1 - Alimentação anual de mineralização da Mina do Barroso.

Quadro VII.4- Plano de produção mineira de Mina do Barroso (incl. decapagem no ano 1).

Ano	Dias	Alimentação da Lavaria [$\times 10^6$ t]	Teor de Alimentação Li ₂ O [%]	Estéril [$\times 10^6$ t]	Relação estéril-mineralização	Pegmatito a granel [$\times 10^6$ t]
1	360	1,3	1,01	2,0	1,6	0,2
2	360	1,3	1,01	2,0	1,6	0,2
3	360	1,3	1,01	2,0	1,6	0,2
4	360	1,3	1,01	2,0	1,6	0,2
5	360	1,3	0,99	3,4	2,6	0,4
6	360	1,3	0,97	4,7	3,6	0,5
7	360	1,3	0,99	7,3	5,6	0,3
8	360	1,3	1,02	9,1	7,0	0,2
9	360	1,3	1,05	13,8	10,6	0,2
10	360	1,3	1,05	13,8	10,6	0,2
11	360	1,3	1,05	13,8	10,6	0,2
12	34	0,1	1,05	1,3	10,6	0,0
TOTAL	3 994	14,4	1,02	75,4	5,2	2,7

O plano mineiro desenvolvido para o Projeto prevê a realização dos primeiros quatro anos de extração na corta do Grandão, que se localiza nas imediações da lavaria e da escombreira. Consequentemente, apenas serão necessários uma escavadora giratória de 80 t e cinco *dumpers* de 60 t, bem como equipamentos auxiliares, uma vez que as taxas de produção da mina são baixas e as distâncias de transporte de material são curtas. A partir do ano cinco, o movimento de extração programado aumenta significativamente, e será necessário utilizar uma escavadora giratória de maior capacidade e *dumpers* adicionais para atender às necessidades das operações.

Para a elaboração do orçamento dos custos de exploração foram solicitadas propostas a fornecedores de equipamentos, considerando o fornecimento e a manutenção dos mesmos.

Com base nas capacidades de produção normais dos equipamentos, estima-se que a frota compreenda:

- escavadora giratória de 120 t (ano 5-11)
- escavadora giratória de 80 t (ano 1-4)
- escavadora giratória de 60 t
- *dumpers* 60 t (ano 1-4)
- *dumpers* 90 t (ano 5-11)
- buldózer de 45 t
- niveladoras
- camião de rega de caminhos
- perfuradoras hidráulicas

Os custos de instalação, mobilização e desmobilização dos empreiteiros foram estimados de acordo com o histórico de dados de equipamentos semelhantes. As despesas incorridas na fase de pré-produção incluem a construção de estradas de acesso, limpeza, desmatamento e decapagem de áreas para a extração da mineralização. Os níveis operacionais de pessoal foram estimados anualmente tanto para os empreiteiros como para a Empresa, de forma a garantir suficiente supervisão e suporte técnico para manter uma produção eficiente. Os custos de escritórios, equipamentos e veículos da empresa foram estimados para atender às necessidades dos funcionários da empresa.

Foi simulado um cenário do contratado tipo com a amortização do custo de aquisição de cada item de equipamento ao longo da sua vida útil prevista e pela aplicação de encargos financeiros e de seguro, para estimar um custo operacional anual. A maioria dos itens é substituída após cinco anos, exceto os *dumpers*, que têm uma vida útil superior a dez anos. Os custos de aquisição foram baseados nas cotações obtidas dos fornecedores. Custos variáveis aplicam-se a cada item de equipamento e dependem do número de horas que cada item opera.

As variáveis são:

- Combustível

- Ferramentas de desgaste no solo
- Pneus ou rastos
- Manutenção planeada
- Manutenção não planeada
- Lubrificantes
- Operador

Estes componentes de custo foram combinados para estimar um custo operacional anual para cada equipamento, tendo sido então aplicados ao cronograma de exploração para gerar um custo total por tonelada explorada, detalhado no Quadro VII.5.

Quadro VII.5 - Taxas unitárias do plano de produção da mina e estimativa de custo operacional anual.

Ano	Total OPEX [$\times 10^6$ €]	Custo Operacional unitário [€/t extraída]
Ano 1*	13,81	4,13
Ano 2	13,81	4,13
Ano 3	13,81	4,13
Ano 4	13,81	4,13
Ano 5	19,04	4,02
Ano 6	24,74	4,14
Ano 7	29,01	3,36
Ano 8	30,69	2,93
Ano 9	33,46	2,22
Ano 10	33,46	2,22
Ano 11	33,46	2,22
Ano 12	3,56	2,55
TOTAL	262,71	2,93

Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

** O Ano 1 inclui os custos das atividades de pré-decapagem, que ocorrem antes da produção do ano 1*

2.4. BENEFICIAÇÃO (CONCENTRAÇÃO)

Foi realizada uma série de ensaios metalúrgicos nos laboratórios da Nagrom em Perth, na Austrália Ocidental, em amostras representativas dos depósitos do NOA, do Reservatório e do Grandão sob a supervisão do consultor metalúrgico independente Noel O'Brien da Trinol Pty Ltd. As informações resultantes destes testes foram usadas para desenvolver o fluxograma do Estudo Económico, de um

circuito combinado com capacidade de 1,3 Mt/ano de DMS (*Dense Media Separation* – Separação por Meios Densos) com um circuito de flutuação, com uma capacidade de recuperação geral de 85 % para a espodumena, produzindo desta forma um produto de espodumena que contém 6 % de Li_2O . O fluxograma inclui ainda o espessamento dos rejeitados e seu empilhamento a seco.

O processamento da mineralização bruta para a produção de concentrados irá incluir várias etapas:

- **Britagem:** Várias fases de britagem e depois moagem utilizando moinhos de rolos de alta-pressão (HPGR) a P80 -4 mm/+0,5 mm para preparar a mineralização para alimentar o circuito DMS;
- **Circuito de separação por meio denso:** O circuito DMS irá separar o material com base na sua gravidade específica, utilizando ferro-silica fina como meio de separação. As partículas de densidade intermédia (middling) e os rejeitados do circuito DMS são direcionados para o circuito de moinho de bolas para moagem fina, em preparação para a flutuação;
- **Circuito de moagem fina:** O circuito de moagem fina reduzirá o material produzido pelo DMS para um tamanho de produto final de P80 = 106 μm , adequado para a flutuação;
- **Circuito de flutuação:** A mineralização moída será submetida a quatro estágios de flutuação da espodumena para recuperar um concentrado de espodumena, incluindo um estágio de desbaste e três estágios de relavagem. Será utilizada uma metodologia de flutuação convencional;
- **Rejeitados:** A polpa descarregada do espessador de rejeitados será bombeada diretamente para a filtragem para recuperar a água e secar os rejeitados para que possam ser empilhados a seco na unidade de armazenamento de rejeitados;
- **Manuseamento do concentrado:** O concentrado da flutuação da espodumena será espessado, filtrado e armazenado numa instalação de armazenamento existente para o efeito, adjacente à lavaria, antes de ser transportado para o porto de Leixões; e
- **Reagentes:** A ferro-silica, o floculante e os reagentes flutuação serão os principais reagentes utilizados na lavaria. Um coletor específico de espodumena (o ácido oleico), o dispersante silicato de sódio, carbonato de soda e espumante serão usados nos circuitos de flutuação de desbaste e de relavagem.

Foi ainda investigado um fluxograma para os subprodutos de modo a recuperar o feldspato e o quartzo a partir dos rejeitados da flutuação. Estes minerais industriais têm mercados específicos, principalmente para o fabrico de vidro, cerâmica e materiais de construção. O objetivo do circuito de subprodutos é submeter os rejeitados da flutuação a um processamento adicional com a finalidade de produzir feldspato e quartzo comercializáveis, além de reduzir a quantidade de material de rejeitado necessária a armazenar no projeto.

O sumário dos parâmetros do fluxograma da unidade de concentração/beneficiação consta do Quadro VII.6. É assumido que todos os subprodutos produzidos são vendidos numa base anual.

Quadro VII.6 - Produção do Concentrador.

Parâmetros	Unidade	Valor
Taxa de alimentação	Mt/ano	1,3
Lítio contido na alimentação	kt/ano	13
Produção de concentrado (seco)	kt/ano	~175
Produção de rejeitados (somente sólidos)	Mt/ano	0,7
Consumo de água	kL/t de alimentação de sólidos	0,3
Produção de feldspato (seco)	kt/ano	276
Produção de quartzo (seco)	kt/ano	173

2.5. DEPOSIÇÃO A SECO DOS REJEITADOS

O projeto foi concebido de forma a otimizar as suas características ambientais e de sustentabilidade, pela recuperação dos subprodutos da linha de alimentação da lavaria e deposição dos rejeitados a seco, eliminando assim a necessidade de uma barragem de rejeitados e reduzindo a área ocupada pela operação.

Os rejeitados filtrados da unidade industrial de concentração/beneficiação (lavaria) são transportados para a escombreira de rejeitados localizada a sul do local proposto para esta unidade industrial. Equipamentos tipo buldózers e cilindros compactadores são usados para colocar os rejeitados em pilha. A instalação de resíduos será construída em níveis até uma inclinação geral estável de 3H:1V. Este método de construção facilitará a recuperação final, o restabelecimento da vegetação e o encerramento. Qualquer escoamento resultante da instalação será conduzido para bacias de sedimentação e bombeado para a lavaria para reutilização no processamento mineral. O empilhamento de rejeitados a seco é um método mais trabalhoso e implica um maior capital do que as tradicionais barragens de rejeitados, o que resultou nalguns ligeiros aumentos no CAPEX e no OPEX em comparação com projetos de tamanho similar.

2.6. TRANSPORTE E LOGÍSTICA

A Savannah investigou várias opções para o transporte do concentrado de espodumena. Foram consideradas opções a granel e em contentor e os preços obtidos para:

- Transporte por estrada (aprox. 150 km) para o entreposto aduaneiro na Maia, pronto para envio;
- Transporte de entreposto da Maia para o porto de Leixões (~9 km);
- Expedição do porto de Leixões para diversas localizações, incluindo Dalian e Yantian na China.

Os preços (Quadro VII.7) foram utilizados nos diversos processos estudados e opções de localização. A expedição a granel foi selecionada devido à reduzida complexidade operacional e logística quando comparada com as outras duas opções. Por exemplo, o transporte em contentores requer equipamentos

e pessoal adicionais e também outras questões relacionadas com a devolução vazio ou a possibilidade de serem utilizados por outra indústria no seu retorno a Portugal.

Quadro VII.7 - Custos de transporte do concentrado (CIF China).

Parâmetro	€/t de Concentrado
Mina do Barroso para a Maia	17,26
Instalações de armazenamento da Maia	15,54
Maia para o porto de Leixões	2,69
Transporte marítimo a granel	31,92
Custo Total do Transporte (USD/t húmida)	67,41

Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

2.7. INFRAESTRUTURA

As necessidades de infraestruturas para a mina e concentrador incluem:

- **Estradas:** para a mina/lavaria, são necessárias estradas de acesso ao projeto para a entrega de materiais e reagentes e para a expedição do concentrado de espodumena. Serão necessárias estradas tanto para veículos pesados associados com a produção da mina e gestão de rejeitados, como também veículos ligeiros usados para apoiar a operação do concentrador. A rede de estradas deve ser projetada para minimizar a interação entre os veículos pesados e ligeiros e minimizar os impactos nas aldeias vizinhas.
- **Energia elétrica:** será necessária para a mina e lavaria. Os maiores consumos individuais de energia irão estar associados aos principais equipamentos de cominuição (por exemplo, HPGR, moinho de bolas, etc.). A energia elétrica será fornecida a partir das linhas de alta tensão existentes nas proximidades da mina para um Posto de Transformação a ser instalado pela Savannah e licenciado pela DGE (Direção Geral de Energia e Geologia)
- **Água:** será necessária para apoiar as operações da lavaria, dado que quase todo o material da mina será submetido, de alguma forma, a um processamento em meio húmido. A maior parte da água é reciclada no concentrador, embora seja necessária compensar a quantidade de água que é perdida via humidade nos fluxos de rejeitados e de concentrado. A água será principalmente obtida a partir do escoamento da água existente nas cortas propostas com água adicional proveniente de captações de água e do escoamento superficial, se necessário.

2.8. CAPEX

2.8.1. Exploração Mineira

A estimativa de custos de capital da mina apresenta-se no Quadro VII.8 e foi desenvolvida de acordo com o modelo de contrato de exploração descrito anteriormente. Os custos de pré-produção incluem pré-

decapagem, estradas de acesso e desmatagem. Os custos a cargo dos empreiteiros incluem mobilização, instalação e desmobilização e custos do proprietário, incluindo custos de escritório, veículos e equipamentos de extração.

Quadro VII.8 - Sumário do CAPEX estimado para a Mina.

Descrição	Custos [×10 ⁶ €]
Despesas de Pré-produção	3,89
Despesas do empreiteiro	3,61
Despesas do proprietário	0,93
Subtotal	8,43
Contingências a 25% (CAPEX inicial)	2,13
CAPEX Total da exploração	10,55

Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

2.8.2. Lavaria

O custo de capital para a lavaria que se apresenta no Quadro VII.9 foi baseada no dimensionamento preliminar do equipamento principal e nos orçamentos recentes para equipamentos similares. O custo total da instalação da lavaria foi apurado utilizando fatores aceites na indústria (com base no custo do equipamento principal) para instalação, equipamentos menores, compras, custos gerais e indiretos. Os custos de mão-de-obra da instalação e produtividade foram ajustados para a localização da lavaria. Uma contingência de 25 % foi aplicada ao total de custos diretos e indiretos.

O CAPEX total do projeto durante a vida útil da mina (VdM) é estimado em 136,8 M€, incluindo uma contingência de 25 %. O Quadro VII.10 apresenta um sumário do CAPEX nas suas várias secções. A estimativa de CAPEX tem uma precisão de -25 % a + 35 %.

Quadro VII.9 - Sumário do CAPEX da Lavaria.

Item/Descrição	Concentrador [×10 ⁶ US\$]	Filtragem dos rejeitados [×10 ⁶ €]	Subprodutos [×10 ⁶ €]	Total [×10 ⁶ €]
Custos do equipamento principal	19,0	17,59	2,87	5,18
Equipamento móvel	1,7	1,57	3,61	0,00
Instalação de equipamento	2,9	2,68	0,46	0,74
Equipamento menor (incl. reagentes)	1,9	1,76	0,28	0,56
Trabalhos de terraplanagem	3,3	3,06	0,46	0,93
Betão	5,5	5,09	0,83	1,48
Aço estrutural	3,8	3,52	0,56	1,02
Tubagem	3,8	3,52	0,56	1,02

Item/Descrição	Concentrador [×10 ⁶ US\$]	Filtragem dos rejeitados [×10 ⁶ €]	Subprodutos [×10 ⁶ €]	Total [×10 ⁶ €]
Instrumentação e controlo elétrico	8,8	8,15	1,30	2,41
Arquitetura	1,1	1,02	0,19	0,28
Total dos custos diretos	51,7	47,87	11,02	13,70
Engenharia, aquisição e construção	7,2	6,67	1,67	2,04
Frete de equipamento	1,9	1,76	0,28	0,56
Instalações de construção temporárias	1,4	1,30	0,37	0,37
Primeiros abastecimentos	0,5	0,46	0,09	0,09
Peças sobressalentes	1,0	0,93	0,19	0,28
Custos do proprietário	1,9	1,76	0,46	0,56
Total dos custos indiretos	13,9	12,87	2,96	3,89
Contingência	16,4	15,18	3,52	4,44
Total dos custos da lavaria	81,9	75,83	17,50	22,03

Na tabela podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

Quadro VII.10 - Sumário do CAPEX Total.

Descrição	Custos [×10 ⁶ €]
CAPEX de exploração (excluindo contingências)	8,43
CAPEX da lavaria (excluindo contingências)	92,31
CAPEX inicial (excluindo contingência)	100,73
Contingências (25%)	25,18
CAPEX inicial	125,91
CAPEX sustentável da VdM	10,92
Total do CAPEX da VdM	136,84

Na tabela podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

2.9. OPEX

A estimativa dos custos de operação da lavaria foi calculada com uma precisão de (-20% / +35%). A inclusão da recuperação dos subprodutos aumenta os custos de operação por aproximadamente 2,13 m EUR por ano. O Quadro VII.11 apresenta a estimativa de custos operacionais, excluindo quaisquer créditos resultantes dos subprodutos e os custos de transporte da espodumena.

Quadro VII.11 - Sumário dos Custos de Operação (OPEX).

Descrição	Total VdM [$\times 10^6$ €]	€/t do concentrado	€/t de concentrado (Anos 1 a 4)
Custos Diretos	478,9	245,6	187,4
Extração	255,9	131,2	73,0
Concentrador	223,0	114,3	114,3
Reagentes	69,0	35,4	35,4
Consumíveis	28,3	14,5	14,5
Serviços	57,6	29,5	29,5
Manutenção	16,9	8,7	8,7
Recursos humanos	51,2	26,3	26,3
Geral e Administração	33,2	17,0	17,0
Total	512,2	262,7	204,4

Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

2.10. FIXAÇÃO DE PREÇOS DO PRODUTO

Para este Estudo Económico foram obtidas previsões independentes no âmbito da fixação de preços dos produtos. A Savannah pretende acelerar a entrada em produção do Projeto numa altura em que os preços do lítio no mercado são expectáveis de serem fortes. A Savannah não celebrou quaisquer contratos ou comprometeu qualquer parte da produção num acordo officioso.

As previsões para o preço do Lítio são disponibilizadas por analistas independentes desta indústria, e por bancos de investimento e/ou corretores. Os preços do concentrado de espodumena foram derivados a partir da média dos preços dos principais intervenientes do mercado, incluindo Roskill, bancos de investimentos e outros pares da indústria, bem como da revisão atual do mercado de fornecedores, consumidores, consumo global, procura e tendências de fornecimento. O preço médio para a VdM pressuposto é de 634 €/t para um concentrado de 6 % de Li_2O .

Uma análise da divulgação de preços recentes mostrou que a Kidman Resources (18/3/2018) e a Altura (30/04/2018) aplicaram um preço de 634 € e 639 €, respetivamente, fornecendo suporte às premissas de fixação de preços usadas neste estudo. Em 18/05/2018, a Pilbara Minerals divulgou uma apresentação que indicava que preços até 1 216 € (entregues, incluindo IVA) estavam a ser praticados para o concentrado de 6 % de espodumena na China, um preço quase o dobro do que a Savannah assumiu neste Estudo.

Os preços de subprodutos utilizados no Estudo derivaram da combinação de análise de mercado e das discussões com potenciais parceiros de aquisição. Os preços para a VdM utilizados foram 36,1 €/t para o feldspato, 30,5 €/t para o quartzo e 13,8 €/t para o pegmatito a granel.

2.11. ANÁLISE FINANCEIRA

Os parâmetros técnicos e económicos que foram desenvolvidos para o estudo foram usados em Excel ("real-dollar MS-Excel") baseados num modelo financeiro para estimar os fluxos de caixa futuros e avaliar os casos do projeto com base no valor atual líquido (VAL), taxa interna de retorno (TIR) e período de retorno. A Savannah selecionou uma taxa de desconto de 8% para a avaliação e foi incluída no modelo a venda de quartzo, feldspato e pegmatito.

Os resultados da análise financeira para a mina e concentrador constam no Quadro VII.12 e Quadro VII.13.

Quadro VII.12 - Pressupostos materiais e métricas principais (100% Base do Projeto).

Parâmetro	Unidade	Cenário base	Cenário otimista
Resultado:			
CAPEX inicial (excluindo contingências)	[×10 ⁶ €]	101	101
Custo operacional de caixa médio VdM C1**	€/t conc	251	254
Custo operacional de caixa médio dos anos 1-4, C1**	€/t conc	194	196
Receita VdM	[×10 ⁶ €]	1440	1651
Despesa de operação VdM	[×10 ⁶ €]	512	512
EBITDA de VdM	[×10 ⁶ €]	745	943
EBITDA anual	[×10 ⁶ €]	67	84
VAL _s pré-impuestos	[×10 ⁶ €]	330	439
TIR pré-impuestos	%	63,2	68,2
Período de retorno pré-impuesto	Years	1,7	1,7
VAL _s pós-impuestos	[×10 ⁶ €]	223	297
TIR pós-impuestos	%	48,6	53,2
Período de retorno pós-impuesto	Years	2,1	2,1
Input:			
Início proposto de construção	Data	Q2 2019	
Duração da construção	Meses	9 – 10	
Início da produção	Data	Q1 2020	
Vida de mina potencial	Anos	~11	
Alvo-mineralização extraída VdM:	×10 ⁶ t	14,42	
Recursos indicados	%	50	
Recursos inferidos	%	38	
Alvo de prospeção*	%	12	
Produção anual do moinho	×10 ⁶ t/ano	1,3	

Parâmetro	Unidade	Cenário base	Cenário otimista
Relação estéril/mineralização média da VdM (estéril: alimentação da lavaria)	e:m	5,2:1	
Relação estéril/mineralização média nos anos 1-4 (estéril: alimentação da lavaria)	e:m	1,6:1	
Teor médio de alimentação	% Li ₂ O	1,07 (1,02 diluído)	
Recuperação de Li ₂ O da lavaria	%	80	
Potencial de produção anual de espodumena a 6%	t/ano	~175 000	
Produção de feldspato	t/ano	~276 000	
Produção de quartzo	t/ano	~173 000	
Pegmatito a granel de baixo teor (VdM)	×10 ⁶ t	2,7	
Taxa de royalties do governo (concentrado de lítio)	%	3	
Preço médio de feldspato VdM	€/t	36	
Preço médio de quartzo VdM	€/t	31	
Preço médio do concentrado de espodumena a 6% VdM	€/t	634	741

Podem ocorrer discrepâncias de arredondamento

***Declaração de Advertência:** A quantidade e o teor potencial dos Alvos de Prospeção são conceptuais por natureza, não houve trabalho de prospeção suficiente para estimar um recurso mineral e é incerto se uma prospeção adicional resultará na definição de um recurso mineral. Como tal, os potenciais investidores não devem confiar neste Alvo de Prospeção como indicativo de um recurso mineral e não devem basear sua decisão de investimento, no todo ou em parte, em tal Alvo de Prospeção.

****Os custos operacionais de caixa C1 incluem todos os custos de extração, processamento, transporte, expedição, corporativo, administrativo, marketing e royalties, e são créditos líquidos de subproduto**

Quadro VII.13 - Resumo dos resultados financeiros.

Descrição	Unidade	Cenário base
VAL ₈ pré-impuestos	×10 ⁶ €	329,6
VAL ₈ pós-impuestos	×10 ⁶ €	223,1
TIR pré-impuestos	%	63,2
TIR pós-impuestos	%	48,6
Período de retorno pré-impuestos	Anos	1,7
Período de retorno pós-impuestos	Anos	2,1

O gráfico em cascata abaixo (Figura VII.2) ilustra o fluxo de caixa da vida útil da mina com desconto que compõe o VAL pré-impuestos. Os custos operacionais da lavaria são o principal componente que influencia o VAL. O modelo de fluxo de caixa pressupõe que todos os produtos produzidos são vendidos anualmente.

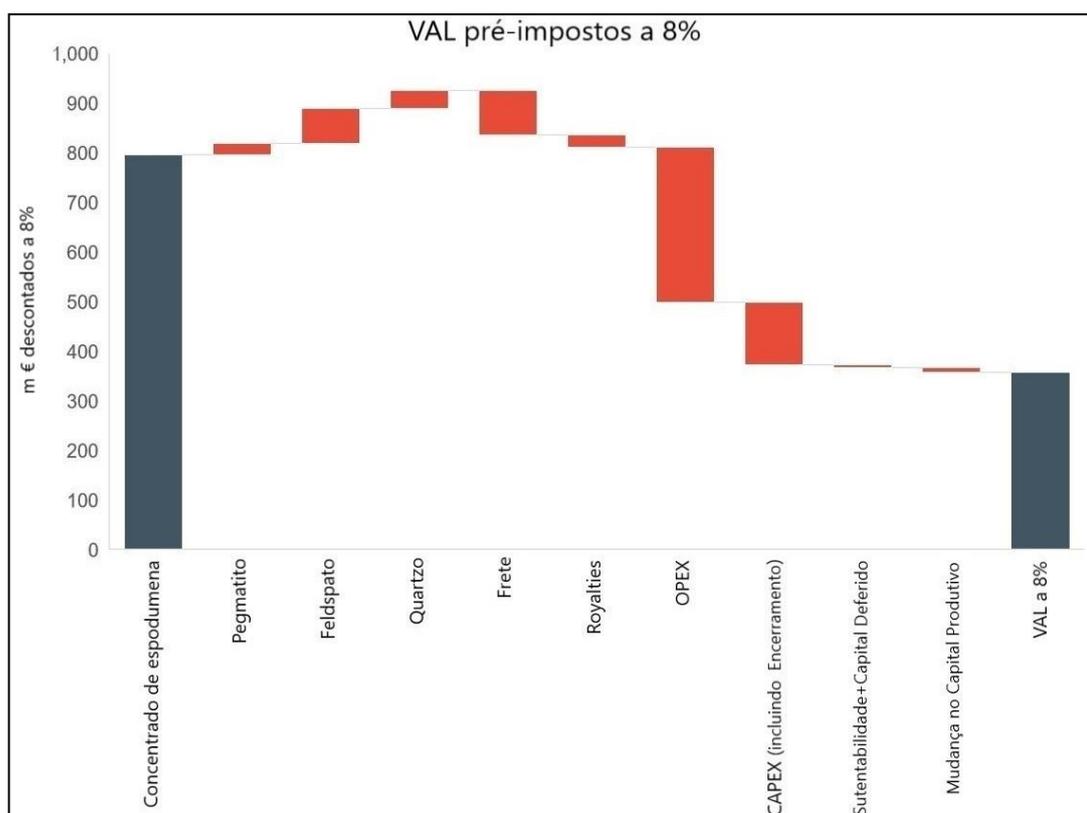


Figura VII.2- Fluxo de caixa da vida útil da mina com desconto pré-impostos.

2.12. IMPOSTO E ROYALTIES

Aproximadamente € 200 milhões em impostos e royalties serão pagos durante a vida útil da mina com base no modelo financeiro apresentado e estão resumidos abaixo nos Quadros VII.14 e Quadro VII.15.

Quadro VII.14 - Sumário dos impostos.

Imposto	Taxa	Aplicado ao rendimento tributável acima de € M	Imposto pagável [$\times 10^6$ \$]	Imposto pagável [$\times 10^6$ €]
IRC	21,00%	-	143	123
Imposto Municipal	1,50%	-	10	9
Sobretaxa	3,00%	1,5	3	2
Sobretaxa	5,00%	7,5	19	16
Sobretaxa	9,00%	35	19	17
Total	-	-	194	166

Quadro VII.15 - Sumário dos royalties.

Royalties	Taxa	Royalty pagável [x10 ⁶ \$]	Royalty pagável [x10 ⁶ €]
Royalty da espodumena	3,00%	40	34
Royalty dos subprodutos	3,00%	4	3
Total	-	44	37

2.13. CUSTOS DE REABILITAÇÃO E SOCIAIS

As provisões para custos de reabilitação foram calculadas e incluídas no custo de exploração usando um valor de 0,09 € por tonelada de estéril extraído. Foram estimados custos separados de revegetação para as áreas afetadas, a partir dos preços do fornecedor local de vegetação apropriada, tanto para sementes como para árvores e plantas estabelecidas. Os custos de reabilitação estão resumidos no Quadro VII.16 abaixo.

As conversas continuam com diferentes grupos da comunidade e partes interessadas nas proximidades da mina, e foram feitas provisões no modelo financeiro para esses custos sociais de apoio social, às comunidades.

Quadro VII.16 - Sumário da provisão para reabilitação.

Ano	Item	Quantidade	Unidade	Provisão para a Reabilitação
Trabalhos de Terraplanagem				
1-8	Modelação e formação da escombreira Sul	58 700 000	Ton. de estéril	€5 400 000
8-12	Modelação e formação da escombreira Oeste	25 000 000	Ton. de estéril	€2 300 000
Total dos trabalhos de terraplanagem de reabilitação				€7,700,000
Estabelecimento da Revegetação				
1	Revegetação da Corta do Grandão	315 000	m ²	€ 214 525
1	Escombreira Sul	446 000	m ²	€ 317 794
1	Área da Lavaria	150 000	m ²	€ 73 300
1	Estrada de Acesso Principal	6	km	€ 44 040
1	Barreira Vegetal	166 000	m ²	€ 178 674
3	Revegetação da Corta do Reservatório	25 000	m ²	€ 14 975
3	Escombreira Oeste	544 000	m ²	€ 393 256
Total da Revegetação				€1 236 564
TOTAL da Provisão para a Reabilitação				€ 8 936 600

2.14. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Foi realizada uma análise de sensibilidade para avaliar o impacto de fatores-chave que influenciam os resultados da VAL e da TIR. O gráfico de sensibilidade para a VAL e TIR pré-impostos é dado abaixo (Quadro VII.17 e Quadro VII.18). O preço da espodumena tem a maior influência nos resultados VAL e TIR, seguido pela recuperação do concentrado de Li₂O.

Quadro VII.17 - Análise de sensibilidade da VAL pré-impostos.

Variação	Preço do Concentrado Espodumena	Capital de desenvolvimento inicial	OPEX	Recuperação de Li ₂ O no Concentrado	Taxa de Câmbio EUR: USD
-40%	51,05	406,74	480,74	126,02	383,70
-35%	89,21	400,44	465,19	154,81	380,28
-30%	127,38	394,14	449,65	183,60	376,87
-25%	165,54	387,84	434,10	212,39	373,45
-20%	203,70	381,54	418,55	241,18	370,03
-15%	241,86	375,25	403,00	269,98	366,61
-10%	280,03	368,95	387,45	298,77	363,19
-5%	318,19	362,65	371,90	327,56	359,77
0%	356,35	356,35	356,35	356,35	356,35
5%	394,51	350,05	340,80	385,14	352,93
10%	432,68	343,76	325,25	413,93	349,51
15%	470,84	337,46	309,70	442,73	346,09
20%	509,00	331,16	294,16	471,52	342,67
25%	547,16	324,86	278,61	500,31	339,25
30%	585,33	318,56	263,06	529,10	335,83
35%	623,49	312,27	247,51	557,89	332,41
40%	661,65	305,97	231,96	586,68	328,99

Quadro VII.18 - Análise de sensibilidade da TIR pré-impostos.

Variação	Preço do Concentrado de Espodumena	Capital de desenvolvimento inicial	OPEX	Recuperação de Li ₂ O no Concentrado	Taxa de Câmbio EUR: USD
-40%	18,58	110,74	75,78	30,69	66,83
-35%	25,17	101,59	74,25	35,03	66,38
-30%	31,21	93,76	72,71	39,24	65,93
-25%	36,91	86,96	71,15	43,36	65,47
-20%	42,40	81,02	69,59	47,41	65,02

Varição	Preço do Concentrado de Espodumena	Capital de desenvolvimento inicial	OPEX	Recuperação de Li ₂ O no Concentrado	Taxa de Câmbio EUR: USD
-15%	47,73	75,78	68,01	51,41	64,56
-10%	52,96	71,12	66,42	55,37	64,11
-5%	58,11	66,95	64,81	59,29	63,65
0%	63,19	63,19	63,19	63,19	63,19
5%	68,24	59,80	61,56	67,07	62,74
10%	73,24	56,70	59,90	70,94	62,28
15%	78,22	53,88	58,23	74,79	61,82
20%	83,18	51,29	56,53	78,63	61,37
25%	88,12	48,90	54,81	82,45	60,91
30%	93,04	46,69	53,06	86,28	60,45
35%	97,95	44,65	51,28	90,09	59,99
40%	102,85	42,74	49,47	93,90	59,53

O estudo indica que a Mina do Barroso é um projeto muito robusto com excelente potencial para gerar fluxos de caixa estáveis de longo prazo e retornos para os acionistas e com proteção contra a queda dos subprodutos cerâmicos.



(Página intencionalmente deixada em branco)

1. CALENDARIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

De acordo com a solução de lavra e de recuperação propostas e atendendo ao faseamento definido, pode ser apresentada, no Quadro VIII.1, a calendarização da articulação das várias atividades relacionadas com: a exploração (Plano de Lavra), a modelação (Plano de Gestão de Resíduos), a recuperação paisagística (Plano de Recuperação Paisagística), a monitorização ambiental (Plano de Monitorização) e a desativação (Plano de Desativação). A estratégia de recuperação gradual e as soluções de reabilitação são comuns para todas as alternativas.

De acordo com o cronograma, pode constatar-se que todos os trabalhos de exploração na mina estarão concluídos no fim de 14 anos, estando a recuperação e desativação concluídas no ano 16 deste projeto. Permanecerão ainda a manutenção da recuperação e o controlo das instalações de resíduos, essencialmente por inspeções, durante mais 2 anos.

Assim, a área da mina cessará todas as atividades ao final de 16 anos (2 anos de instalação, 12 anos de exploração e 2 anos de recuperação).

(Página intencionalmente deixada em branco)

Quadro VIII.1 – Cronograma geral conceptual das atividades da Mina do Barroso.

AÇÕES	TEMPO [anos e semestres]																															
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16	
	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.	1º Sem.	2º Sem.		
Licenças eletricidade e desvio da linha elétrica																																
CONSTRUÇÃO																																
Acesso exterior																																
Lavaria, laboratório, escritório, oficina, armazém, refeitório, sanitários e vestiários																																
Acesso interior Lavaria – Pinheiro																																
Acesso interior Lavaria – Grandão																																
Estruturas de controlo de sedimentos na Zona Este																																
Acessos interiores Lavaria – Noal/Reservatório																																
Estruturas de desvio de águas na Zona Oeste																																
EXPLORAÇÃO																																
Corta do Grandão																																
Corta do Pinheiro																																
Corta do Reservatório																																
Corta do NOA																																
Escombreira Sul																																
Escombreira Oeste																																
Escombreira Lóbulo Oeste																																
Escombreira Norte																																
RECUPERAÇÃO																																
Corta Grandão																																
Corta Reservatório																																
Escombreira Norte (Cortina arbórea)																																
Escombreira Sul (Corta Pinheiro/Lavaria)																																
Escombreira Lóbulo Este (Corta Grandão)																																
Escombreira Oeste (Corta NOA)																																
Lavaria, laboratório, escritório, oficina, armazém, refeitório, sanitários e vestiários																																
Manutenção e Observação																																
DESATIVAÇÃO																																
Estruturas de desvio de águas (Este)																																
Estruturas de desvio de águas (Oeste)																																
Lavaria, laboratório, furos de água																																
Escritório, oficina, armazém, refeitório, sanitários e vestiários																																

(Página intencionalmente deixada em branco)

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução deste Plano de Lavra permitirá melhorar o aproveitamento do depósito mineral (aplitopegmatito litífero), garantindo melhores condições de viabilidade, promovendo a necessária proteção ambiental e uma concomitante reabilitação da área intervencionada. Deste projeto de exploração de espodumena (bem como quartzo e feldspato) resultam as seguintes considerações finais que importam salientar:

1. Com a implementação deste Plano de Lavra, a exploração decorrerá de uma forma ordenada e faseada, integrando a exploração do aplitopegmatito existente nas quatro cortas de exploração, do que resulta um melhor aproveitamento do recurso mineral e a recuperação paisagística gradual das áreas;
2. Através do cumprimento das medidas de segurança e saúde definidas neste plano será possível garantir boas condições de trabalho, minimizando os riscos e, conseqüentemente, evitando a ocorrência de acidentes de trabalho e o aparecimento de doenças profissionais;
3. Com o desenvolvimento faseado da lavra, e atendendo às medidas de minimização de impactos ambientais avaliados no EIA, será garantido um bom desempenho ambiental da exploração;
4. As atividades previstas de monitorização ambiental permitirão avaliar e controlar a eficácia das medidas implementadas e assegurar uma rápida intervenção no caso de desvios;
5. Por sua vez, as soluções de recuperação paisagística preconizadas revelam-se capazes de compatibilizar a área com os usos anteriores e com os valores ambientais e patrimoniais existentes, melhorando pontualmente as condições preexistentes;
6. O impacto positivo que decorre da criação dos postos de trabalho diretos, é ampliado pelo facto de esta mina garantir muitos outros empregos indiretos, além de constituir um fator de dinamização da economia local e regional.

Atendendo à importância que este tipo de exploração assume no quadro nacional e internacional, devido às características do aplitopegmatito a explorar (presença de Lítio - espodumena), a exploração da Mina do Barroso revela extrema importância podendo contribuir para o desenvolvimento do sector mineiro e industrial a jusante, uma vez que o lítio constitui um metal estratégico (fabrico de baterias).

A exploração da Mina do Barroso irá contribuir para o desenvolvimento de uma região com graves problemas de despovoamento, com todos os benefícios económicos e sociais que daí advêm. A criação de postos de trabalho diretos detém uma significância e magnitude elevadas na medida em que, o concelho de Boticas se pauta por um reduzido número de oportunidades de emprego, o que tem conduzido à existência contínua de correntes emigratórias.

Para além disso, existirá um impacto direto relevante em termos de contribuições financeiras pagas à administração pública, designadamente a local, sob a forma de impostos, taxas e receitas geradas através

da massa salarial distribuída e do seu impacte fiscal. Parte deste efeito (pagamento de impostos e taxas) ocorre já atualmente na medida em que, para a implementação do empreendimento, o promotor tem vindo paulatinamente a adquirir os terrenos necessários que são, na sua esmagadora maioria, constituídos por terrenos incultos e/ou baldios, rentabilizando desta forma os recursos existentes através da promoção de atividade económica rentável.

Salienta-se, ainda, que as atividades de recuperação paisagística e de gestão de impactes ambientais consignadas neste Plano de Lavra irão gerar, igualmente, a criação de empregos, direta ou indiretamente, ligados à área do ambiente.

Todos os benefícios enumerados são reforçados pelo facto da exploração, tal como está projetada, ser compatível com os interesses regionais e nacionais, respeitando os valores ambientais e contribuindo para o desenvolvimento sustentável local.

Boticas, 2 de Maio de 2020,

O Diretor Técnico

SAVANNAH LITHIUM, LDA
A Gerência


João Barros (Eng.)



(Página intencionalmente deixada em branco)

- AMARANTE, M. M., BOTELHO DE SOUSA, A., MACHADO LEITE, M. R. (2000). "Ensaio de beneficiação de espodumena em amostras do Alto do Barroso". Estudos, Notas e Trabalhos. Instituto Geológico e Mineiro, tomo 42, pp. 51-65.
- ANCOLD (2012). "Guidelines on the Consequence Categories for Dams"
- ANCOLD (2019). "Guidelines for Design of Dams and Appurtenant Structures for Earthquake"
- ANCOLD (2019). "Guidelines on Tailings Dams – Planning, Design, Construction, Operation and Closure", Revision 1
- AYALA, F. y RODRIGUEZ, J. M. (1986). "Manual para el Diseño y Construcción de Escombreras y Presas de Residuos". IGME.
- BASTOS, M. (1999). "A estabilidade estrutural na segurança de pedreiras a céu aberto - maciços terrosos". Comunicações Técnicas, VISA, Lda. Junho de 1999, Linda-a-Velha.
- BUSTILLO REVUELTA M., LÓPEZ JIMENO C.. "Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras." Entorno Gráfico.
- CALDEIRA CABRAL, F. (1993) "Fundamentos de Arquitectura Paisagista", I.C.N., Lisboa.
- CALDEIRA CABRAL, F., RIBEIRO TELLES, G. (1999). "A Árvore em Portugal". Assírio & Alvim, Lisboa.
- CARVALHO, M.R. (1989). Hidspec, um Programa de Especificação e Cálculo de Equilíbrio Água - Rocha. Ver, Univ. Aveiro, 4 (2), pp. 1-22
- CASIMIRO MENDES, J., BETTENCOURT, M. L. (1980). O clima de Portugal. Contribuição para o estudo do balanço climatológico de água no solo e classificação climática de Portugal continental. Fascículo XXIV, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa, 1980, pp. 287.
- CAXARIA, C.A. (1996). "Aproveitamento de Recursos Geológicos. Acesso à Actividade, Ordenamento, Ambiente e Acompanhamento Técnico". II Jornadas da Indústria Mineral Portuguesa, APIMINERAL, Abril de 1996, Lisboa.
- CHOW, V.T. (1964) Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York.
- CLARK B. D., CHAPMAN K., BISSET R., WATHERN P., BARRET M. (1981) A manual for the assessment of major development proposals, HMSO, Londres.
- CNA (1974). Atlas do Ambiente. Escoamento. Preparado pela Direcção Geral dos Recursos Florestais, à escala 1:1 000 000. Delineada por António Quintela. Comissão Nacional do Ambiente.
- CNA (1978) Atlas do Ambiente. Reprodução da Carta dos Solos do Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário, à escala 1:1 000 000, delineada por J. Carvalho Cardoso, M. Teixeira Bessa e M. Branco Marado, 1971 Comissão Nacional do Ambiente.
- CORREIA, F. (1984). Proposta de um método para determinação de caudais de cheia em pequenas bacias naturais e urbanas. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- COSTA, J.C., AGUIAR, C., CAPELO, J., LOUSÃ, NETO, C. (1998). *Biogeografia de Portugal Continental*. Quercetea. Vol. 0, 5-55pp.
- COSTA, M. A. S. (1993). "Silvicultura Geral", Volume I. Litexa Editora Lda., Lisboa.
- COUNTRYSIDE COMMISSION (1993) Landscape Assessment: Guidance, Countryside Commission, Manchester.
- DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES - GENERALITAT DE CATALUNYA (1987). "Recomanacions Tècniques per a la Restauració i condicionament dels espais afectats per activitats extractives". Barcelona.
- FRANCÉS, A. (2004) Estudo Hidrogeológico do Projecto Mineiro de Exploração de Feldspato da "Mina do Barroso". VISA, Paço de Arcos, 2004.
- FRANCO, J. A., AFONSO, M. L. R. (1998). Nova Flora de Portugal. Volume III. Escolar Editora, Lisboa.

- FRANCO, J.A. (1971). Nova Flora de Portugal. Volume I. Lisboa.
- FRANCO, J.A. (1984). Nova Flora de Portugal. Volume II. Lisboa.
- GAMA, C. DINIS DA (1999). "Geotecnia Ambiental". Lição Manuel Rocha, Sociedade Portuguesa de Geotecnia, Lisboa.
- GASPAR, J. (1986). "Portugal os Próximos 20 anos – Ocupação e organização do espaço, uma prospectiva", Vol. VI, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa
- GUERREIRO, H.P. (1999). "Sinalização de segurança a implementar nas pedreiras a céu aberto". Comunicações Técnicas, VISA, Lda. Linda-a-Velha.
- HARRIS, J.A.; BIRCH, A. & PALMER, J. (1996) Land Restoration and Reclamation – Principles and Practice, Addison Wesley Longman, Londres, 230 pp.
- HAWLEY, M. & CUNNING, J. (2017) Guidelines for Waste Dump and Stockpile Design, CSIRO Publishing, 384 pp.
- HIDRORUMO/HIDROQUATRO/PROCESL/PROSSISTEMAS (1999). Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Douro, INAG, Ministério do Ambiente.
- IGM (2000). "Estudos, Notas e Trabalhos, Tomo 42, Porto"
- INAG (2000). "Sistemas Aquíferos de Portugal Continental". Coord. Almeida C., INAG, Lisboa.
- INAG (2001). Plano Nacional da Água – Introdução, Caracterização e Diagnóstico da Situação Actual dos Recursos Hídricos, vol. 1.
- INAG - Direcção de Serviços de Recursos Hídricos, Divisão de Recursos Subterrâneos, (1997). "Definição, Caracterização e Cartografia dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental". Lisboa.
- INGEGNOLI, V. (1993) Fondamenti di Ecologia del Paesaggio, Studio dei sistemi di ecosistemi, CittàStudio, Milano.
- JOHNSON (1971). "Explosive Excavation Technology", U.S. Army Engineer Nuclear Cratering Group, Livermore.
- LIMA, A.M.C. (2000). "Estrutura, mineralogia e génese dos filões aplitopegmatíticos com espodumena da região Barroso-Alvão". Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Ciências (área de conhecimento da Geologia). Departamento de Geologia – Centro de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- LIMA, A.M.C., ALMEIDA, C., NORONHA, F. (2002) "A zonação mineralógica do filão principal da Mina do Bajoca no campo aplitopegmatítico de Almendra (Nordeste de Portugal)" Tese de Mestrado em Prospeção e Avaliação de Recursos Geológicos da FCUP.
- LIMA, A.M.C.; MARTINS, T.C., VIEIRA, R.C., FARINHA, J.A. (2003). "Os minerais industriais litiníferos do campo aplitopegmatítico do Barroso-Alvão (Norte de Portugal): implicações no ordenamento do território". III Seminário de recursos geológicos, ambiente e ordenamento do território. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- LIMA, A.M.C.; VIEIRA, R.C.; MARTINS, T.C.; NORONHA, F.; CHAROY, B. (2001). "A ocorrência de petalite como fase litinífera dominante em vários filões do campo aplitopegmatítico do Barroso-Alvão". Projecto POCTI/CTA/39659/2001 (Estudos Pluridisciplinares para a Potenciação da Espodumena dos Aplitopegmatitos como Fundente Litinífero para a Indústria Cerâmica) FCT.
- LOBO-FERREIRA, J. P., OLIVEIRA, M. M. (1993). Desenvolvimento de um inventário das águas subterrâneas de Portugal – Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos e mapeamento DRASTIC da vulnerabilidade dos aquíferos de Portugal. Lisboa, LNEC, Relatório 179/93 – GIAS, 1993.
- LOPEZ JIMENO, C. (1999). "Manual de estabilización y revegetación de taludes". Entorno Gráfico.
- M.O.P.U. (1984). Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodología, CEOTMA, 2ª edición, série manuales, Madrid.
- M.O.P.U. (1989). Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental 1. Carreteras e ferrocarriles, Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente, Madrid.

- METCALF & EDDY (1991). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse (3rd Ed.), pp. 472-485. McGraw-Hill, 1344 pp.
- NORMA PORTUGUESA NP-1572 (1978). Higiene e segurança nos estabelecimentos industriais. Instalações sanitárias, vestiários e refeitórios. Dimensionamentos e disposições construtivas. Instituto Português da Qualidade (IPQ), Lisboa.
- NORMA PORTUGUESA NP-2074 (1983). Avaliação da influência de vibrações impulsivas em estruturas.
- NORONHA, F.; RIBEIRO, M. A.; MARTINS, H.C., LIMA, J. (1979). Essai de corrélation de phases de déformation hercyniennes dans le NW de la Péninsule Ibérique. Bol. Soc. Geol. Portugal, 21 (2/3), pp. 227-238.
- OLIVEIRA, M. M.; MOINANTE, M.J., LOBO-FERREIRA, J. P. (1997). Cartografia Automática da Vulnerabilidade de Aquíferos com Base na Aplicação do Método DRASTIC – Relatório Final 60/97 GIAS, Lisboa, 532 pp.
- PEREIRA, M.A. (1999). Hidrogeologia das rochas fracturadas da terra quente transmontana. Dissertação Apresentada à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para obtenção do Grau de Doutor em Geologia, Vila Real. Secção de Geologia, UTAD, 299 pág.
- RAU, J.G., WOOTEN, D.C. (1980). "Environmental impact analysis handbook." Ed. por McGraw-Hill Book Co. New York
- RIBEIRO, A. (1974). "Contribuicion à l'étude tectonique de Trás-os-Montes Oriental". Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, 24, 168 pp.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., CARVALHO, D., MONTEIRO, J. H. (1979). "Introduction à la géologie générale du Portugal". Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- RIBEIRO, L. (2001). Vulnerabilidade de aquíferos e medidas de protecção das águas subterrâneas em Portugal continental. Seminário de Geotecnia Ambiental. Porto, 2001, 29 pp.
- RIBEIRO, M. A., MARTINS, H. C., ALMEIDA, A., NORONHA, F. (2000). "Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 e notícia explicativa da Folha 6-C (Cabeceiras de Basto)". Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa.
- RIBEIRO, M.A. (1998). "Estudo litogeoquímico das formações metassedimentares encaixantes de mineralizações em Trás-os-Montes Ocidental. Implicações metalogenéticas". Tese de Doutoramento, 231 pp. Unversidade do Porto.
- RODRIGUES DA COSTA, L. (2000). Indústria Mineira: Integração ou Conflito? Boletim de Minas, Vol. 37 - nº 1. Instituto Geológico e Mineiro - www.igm.pt/edicoes_online/boletim/vol37_1/artigo1.htm.
- SAVANNAH (2018). Relatório AIM 180226 Portugal Lithium Resource Triples. 26 de Fevereiro 2018.
- SERVIÇO CARTOGRÁFICO DO EXÉRCITO. "Carta Militar de Portugal à escala 1:25 000, folhas n.º 45, 46, 59 e 60". Lisboa.
- SME (1992). Mining Engineering Handbook Vols. 1, 2. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.
- TANDY, C. (1975). Landscape of Industry. Leonard Hill Books. London.
- THEIS, C. V. (1935). The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of well using groundwater storage. Trans. American Geophysical Union, vol. 16.
- THORNTHWAITE, C. W. (1948). An approach toward a national classification of climate. Geog. Review, 38 (1), 55-94 pp.
- TORRES, C.M.T. (1998). "Abordagem dos Impactes Paisagísticos da Actividade Extractiva no Âmbito do Sistema de Auditoria Ambiental". Comunicações do 1º Seminário de Auditorias Ambientais Internas. Divisão de Minas e Pedreiras do I.G.M. (Versão Online das comunicações)
- TURC, L. (1955). Le bilan d'eau des sols: relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement. Ann. Agron., 5-131 pp.
- U.S.S.L.S (1953). Norma Riverside (aptidão da água para uso agrícola). U.S. Soil Salinity Laboratory Staff.
- WELLBURN, A. (1990). "Air pollution and acid rain: the biological impact". John Willey & Sons, New York. 273 pp.



(Página intencionalmente deixada em branco)



- Adenda ao contrato para a Mina do Barroso
- Transmissão da Posição contratual para a Silstream Resources Portugal
- Certidão Permanente da Savannah Lithium (alteração da designação social de Slipstream para Savannah)

(Página intencionalmente deixada em branco)



- Desenho 1 – Localização da concessão de exploração na carta militar (escala 1:25 000);
- Desenho 2 – Planta Geológica (escala 1:10 000);
- Desenho 3A – Zonamento da mina (Alternativa 1) e povoações da envolvente (escala 1:10 000);
- Desenho 3B – Zonamento da mina (Alternativa 2) e povoações da envolvente (escala 1:10 000);
- Desenho 3C – Zonamento da mina (Alternativa 3) e povoações da envolvente (escala 1:10 000);
- Desenho 4 – Configuração final de escavação das cortas (escala 1:2 000);
- Desenho 5 – Perfis topográficos (escala 1:2 000);
- Desenho 6 – Alternativa 1 – Localização das estruturas mineiras (escala 1:10 000);
- Desenho 7 – Alternativa 2 – Localização das estruturas mineiras (escala 1:10 000);
- Desenho 8 – Alternativa 3 – Localização das estruturas mineiras (escala 1:10 000);
- Desenho 9 – Alternativa 1 – Plano Geral de Recuperação Paisagística (escala 1:10 000);
- Desenho 10 – Alternativa 2 – Plano Geral de Recuperação Paisagística (escala 1:10 000);
- Desenho 11 – Alternativa 3 – Plano Geral de Recuperação Paisagística (escala 1:10 000);

(Página intencionalmente deixada em branco)