Sumário Executivo

MINA DO BARROSO - ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PROCESSAMENTO

Knight Piesold Consulting, PE19-01429
Brett Stevenson, 20 de dezembro de 2019

Base do desenho conceptual

Estudos hidrogeológicos e testes de bombagem 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 do projeto, 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).

Opções de abastecimento de água

Três opções de abastecimento de água foram consideradas para complementar esta a drenagem das cortas (valas de fundo e furos):

- **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.

Parâmetros de dimensionamento do abastecimento de água

Os parâmetros principais de desenho conceptual, apresentados na Tabela 1, foram adotados para determinar os requisitos e a disponibilidade de água.

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 na Tabela a Tabela e na Figura 1 à Figura 5.

Tabela 1: 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
Escombreira Oeste	76 ha
Escombreira 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 Escombreira	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 comissionamento
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%

Tabela 2: Dados anuais de precipitação a longo prazo - resumo estatístico

Estatística Selecionada	Couto de Dornelas (1931 – 2008)
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 ao projeto (km)	4
Elevação no medidor/manómetro (m AMSL)	670

Tabela 3: Dados mensais da precipitação a longo prazo - resumo estatístico

Mês	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mín.	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
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
Maio	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

Tabela 4: 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
Maio	50	11	21
Junho	77	6	27
Total	3,393	1,650	837

Tabela 5: 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[1]	PMP
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

Tabela 6: Eventos de tempestade projetados (a curto prazo): profundidade da precipitação

Duração da Tempestade	Profundidade da 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
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 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

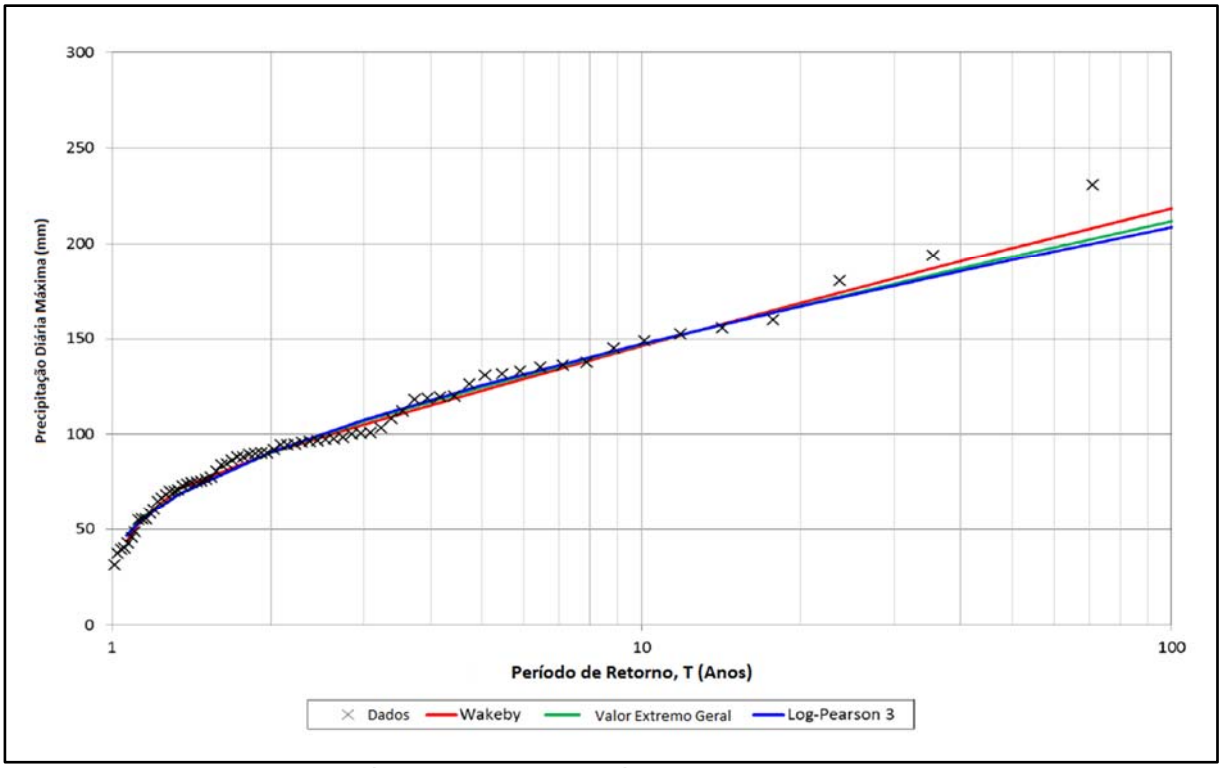

Figura 1: Couto De Dornelas – Análise da Precipitação Diária

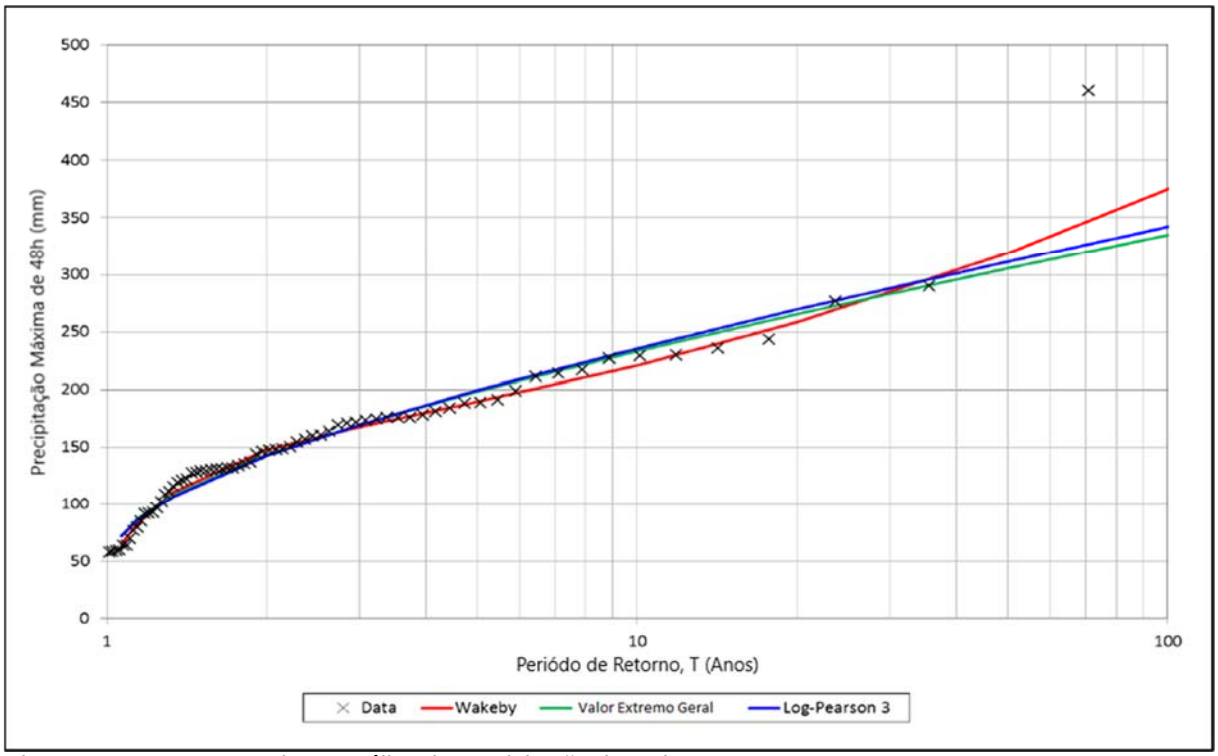

Figura 2: Couto De Dornelas – Análise da Precipitação de 48 horas

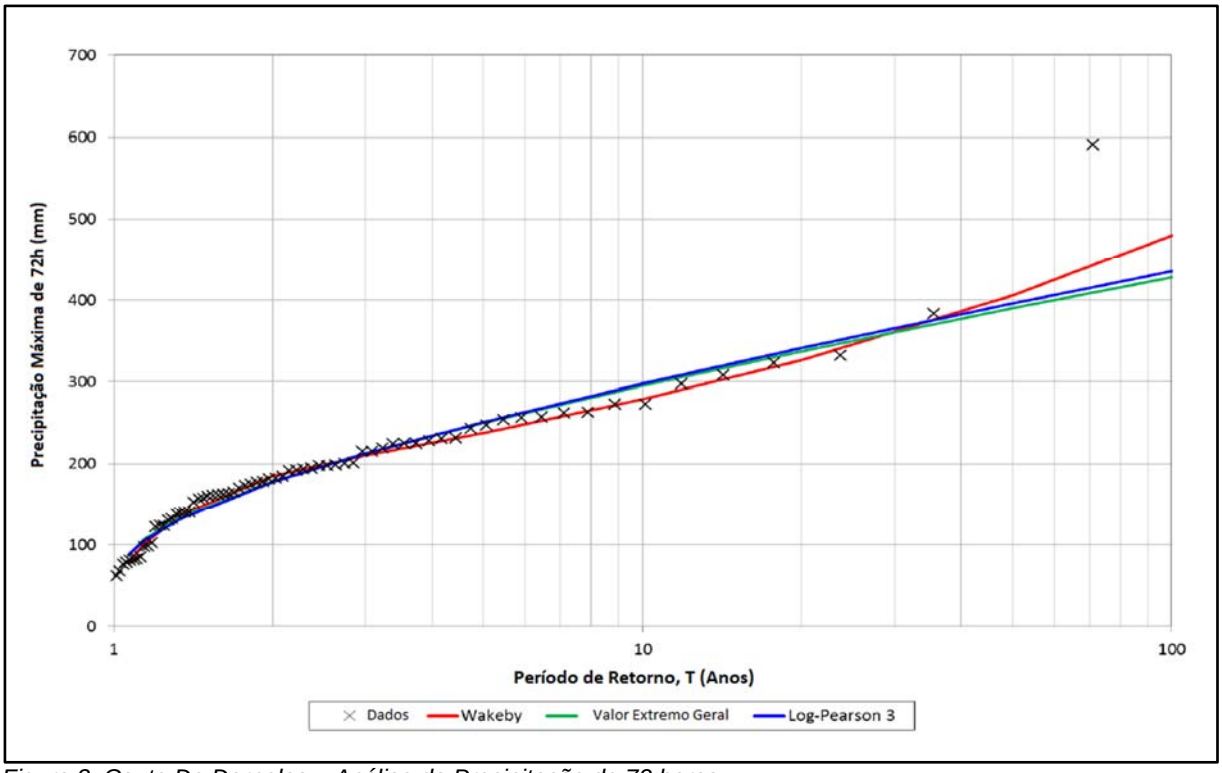

Figura 3: Couto De Dornelas – Análise da Precipitação de 72 horas

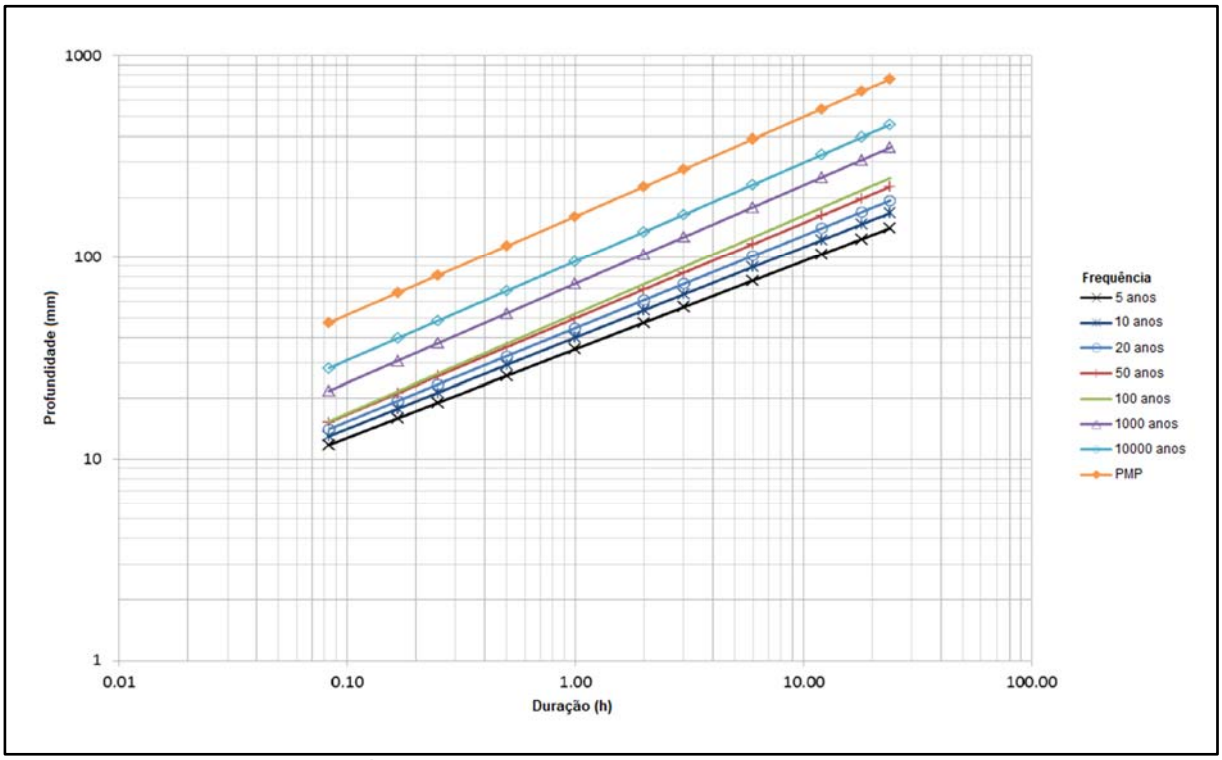

Figura 4: Couto De Dornelas – Gráficos de Altura/Duração/Frequência

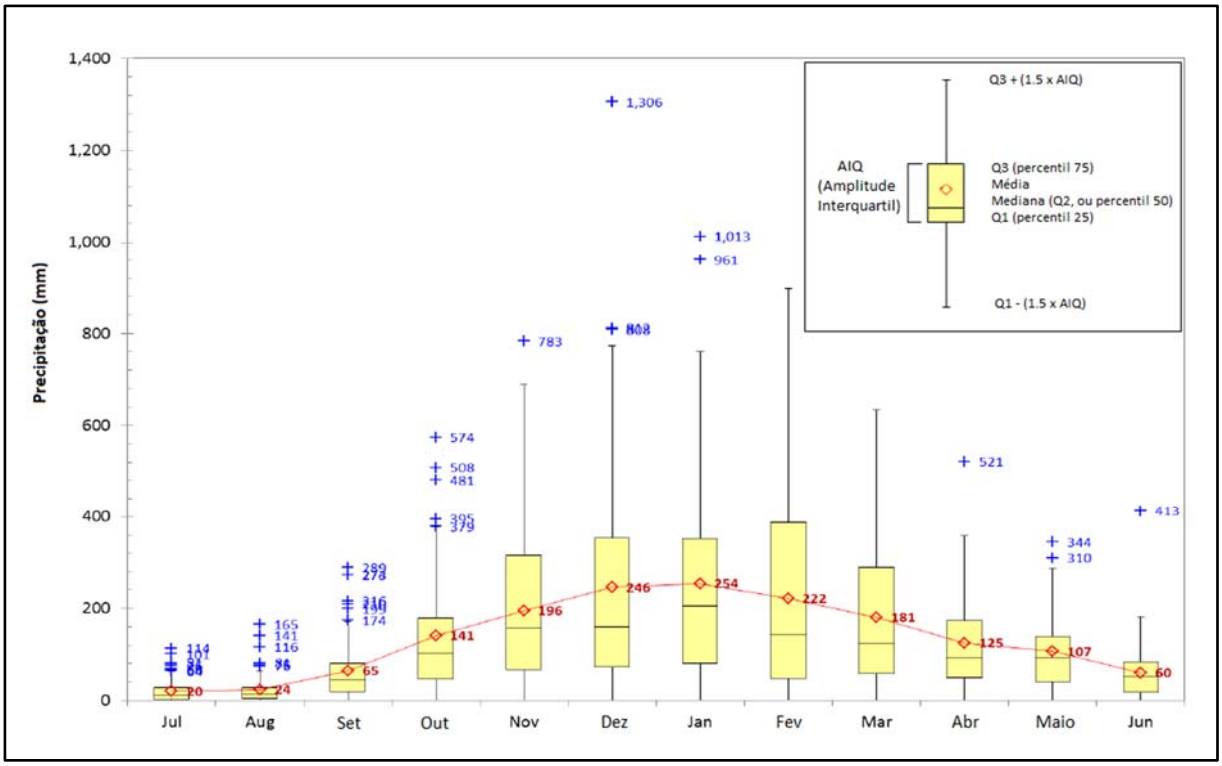

Figura 5: Estatísticas Mensais de Precipitação

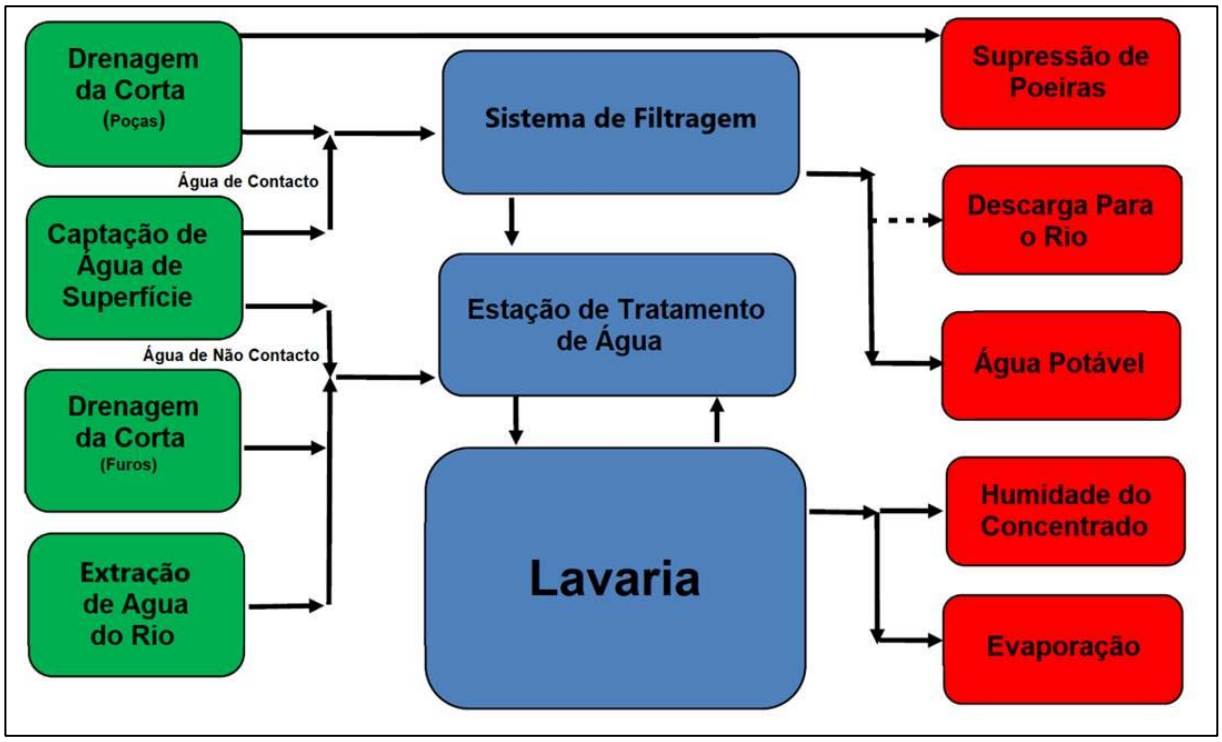

Figura 6: Diagrama de Bloco Simplificado do fluxo de água do projeto

Necessidade de água

Foi desenvolvido um modelo de gestão da água no projeto para identificar o impacto provável no escoamento de águas superficiais em condições climáticas secas extremas e médias.

O modelo de gestão da água do projeto foi desenvolvido para estimar:

- A quantidade de água a ser gerida;
- A qualidade da água suscetível de ser descarregada das estruturas de controlo de águas superficiais;
- As técnicas e infraestruturas de gestão da água necessárias para manter um sistema equilibrado ao longo da vida do projeto.

O diagrama de blocos do modelo geral de gestão de água do projeto é apresentado na Figura 6. Os diagramas de blocos dos modelos de gestão da água do projeto para cada uma das opções são apresentados na Figura 7, Figura 10 e Figura 15.

A descarga da área do projeto para o Rio Covas variará em qualidade e quantidade como resultado das condições climáticas existentes (prevê-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).

O abastecimento de água necessário para o projeto baseou-se em dados fornecidos pela empresa consultora Primero:

- Informação prestada no modelo de bloco do estudo de definição de âmbito da Mina do Barroso (5/11/2019);
- Produção de ~1,5 Mt/ano;
- 7.884 horas de funcionamento por ano;
- Necessidade total da lavaria = 10,2 L/s de água de processamento e 4,1 L/s de água limpa;
- Necessidade total da lavaria = 406.020 m^3/ano (14,3 L/s);
- Perda de água no concentrado de ~ 250.000 m^3/ano (8,8 L/s).

Adicionalmente, foram feitas estimativas dos requisitos para a supressão de poeiras e para a água potável, para estimar a necessidade global de água do projeto:

- Supressão de poeiras: ~ 87.100 m^3/ano (3 L/s);
- Utilização de água potável (100 pessoas) – 15.330 m^3/ano (0,54 L/s);
- Necessidade total de água: ~ 510.000 m^3/ano (18 L/s);
- Aproximadamente 46.000 m^3/ano (1,6 L/s) serão introduzidos no processamento como humidade da mineralização;
- Défice remanescente do projeto de ~ 464.000 m^3/ano (16,3 L/s), constituído por:
    - Água potável: ~ 15.600 m^3/ano (0,5 L/s);
    - Água do processamento: ~361.300 m^3/ano (12,7 L/s);
    - Supressão de poeiras: ~ 87.100 m^3/ano (3,0 L/s).

O estudo de opções baseou-se no fornecimento mínimo anual de 465.000 m^3/ano (16,3 L/s) para todas as condições climáticas consideradas. Serão necessários 45.000 m^3/mês para manter a operação durante todo o ano.

De notar que esta necessidade de água se baseia numa quantidade máxima de água a ser reciclada no projeto. Parte da água superficial colhida a partir do escoamento pode necessitar de tratamento para satisfazer os requisitos da lavaria (isto é, maior qualidade da água para os reagentes, etc.).

Opções consideradas

Geral

É providenciada abaixo uma comparação das opções consideradas, juntamente com um resumo das conclusões anteriores, onde disponível.

Para todas as opções consideradas, foi adotado o abastecimento dois meses de água de reposição para a lavaria (~ 60.000 m^3) como o volume armazenado necessário no projeto para estabelecer condições de estabilidade operacional da lavaria.

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 inexequível. 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:

- A VISA Consultores (30/07/04) Estudo Hidrogeológico da área Implantação da Mina de Feldspato “Mina do Barroso”. Doc No. E.03844.003.sd.doc. Inclui uma tradução parcial: ‘Estudo hidrogeológico da área Implantação da mina de feldspato Mina do Barroso "’.
- KP Memo PE19-00023: Projeto de Lítio Mina do Barroso - Revisão de Águas Subterrâneas - Rev. 2, publicado em 15 de janeiro de 2019.

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 (ϒ g2) do Grandão, Reservatório, NOA e Pinheiro, subjacentes à aldeia de Romainho, ao 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 fluxos contínuos de água subterrânea não foram encontrados durante as sondagens de circulação inversa, o que sugere potenciais caudais baixos.

- 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 á 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 7 apresenta o modelo de blocos com indicação dos fluxos do projeto para a opção 1 de abastecimento. A Figura 8 e Figura 9 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 identificados nas proximidades do projeto zonas onde as águas subterrâneas tivessem caudais sustentáveis

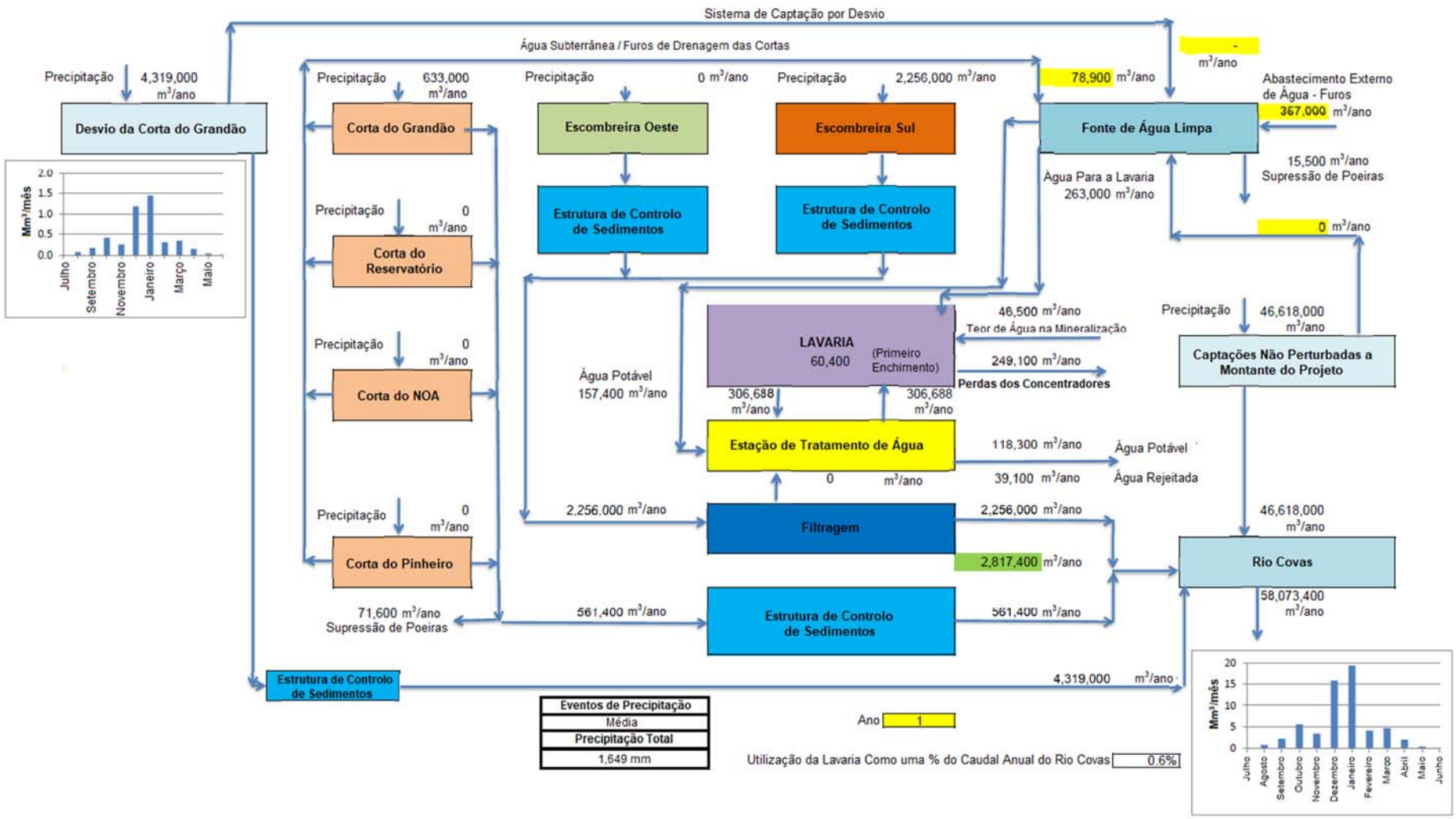

Figura 7: Diagrama de Blocos de Fluxos para a opção 1 de Abastecimento de Água

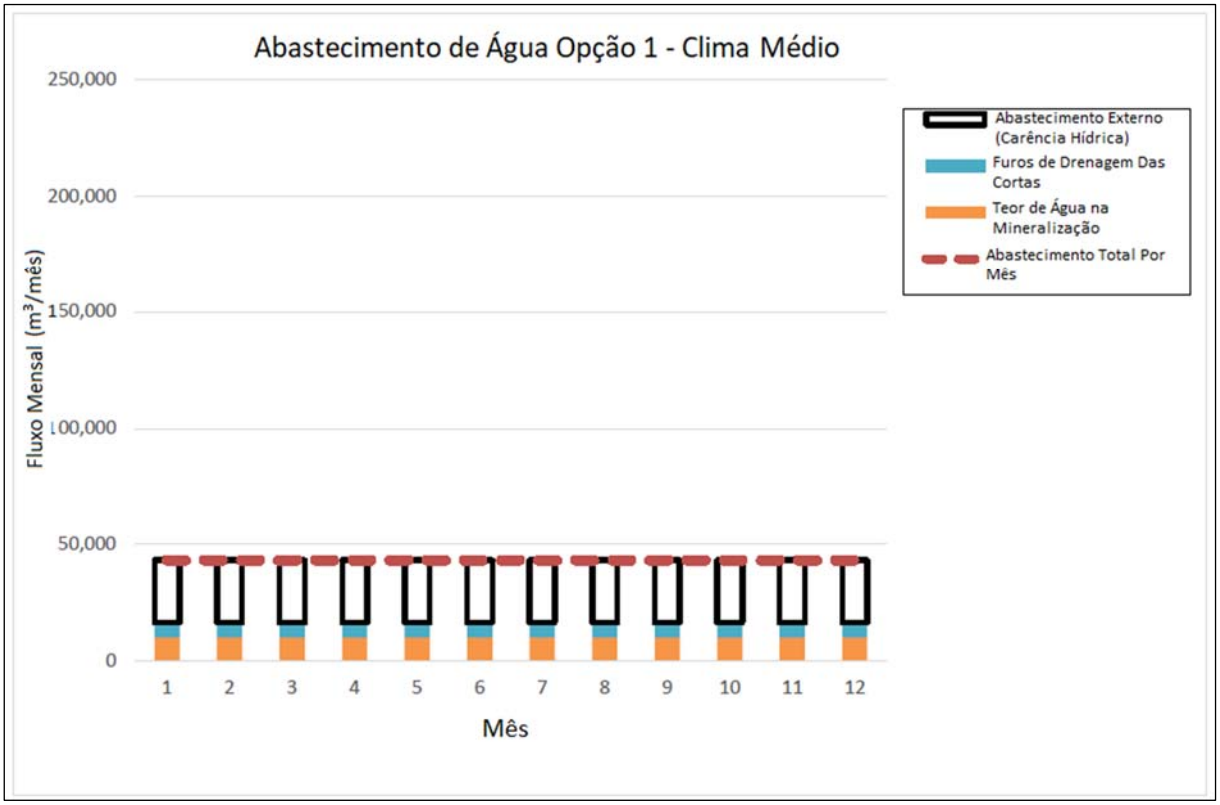

Figura 8: Abastecimento de Água e Carência Mensais para a Opção 1 em Condições Climáticas Médias

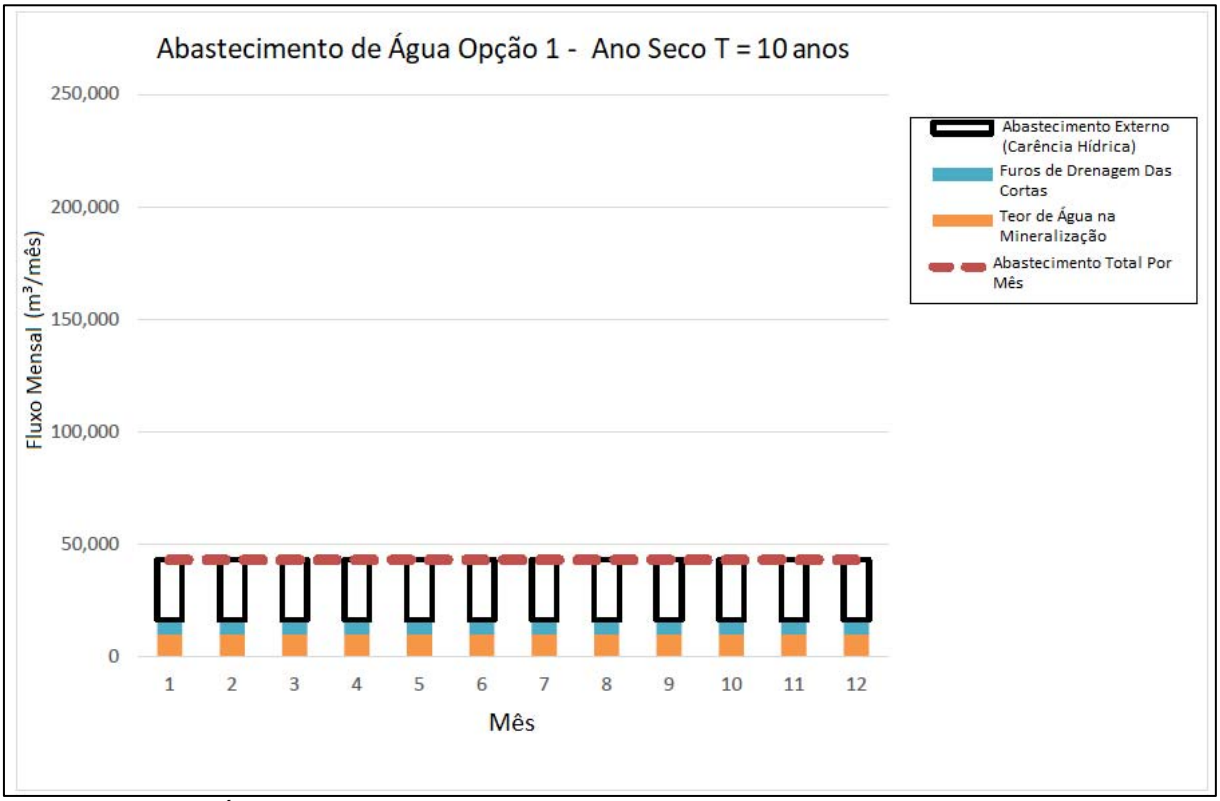

Figura 9: Abastecimento de Água e Carência Mensais para a Opção 1 em Condições Secas com T = 10 anos

Opção 2 – Captação de águas superficiais (dentro da área de exploração) e armazenamento

Para além dos furos de drenagem (~ 78.900 m3/ano ou 2,8 L/s), a opção 2 estabelece fontes adicionais utilizando águas de superfície colhidas a partir das áreas mineiras, principalmente das estruturas de desvio ao redor da corta do Grandão. A opção requer que as estruturas de controlo de sedimentos sejam construídas antes das operações mineiras, conforme planeado, e a captação de água nas várias estruturas construídas a partir do comissionamento da lavaria.

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.

A Figura 10 apresenta o modelo de blocos com indicação dos fluxos do projeto para a opção 2 de abastecimento.

Foi determinado o escoamento superficial da precipitação estimado no projeto (e possíveis afluxos de águas subterrâneas) para uma série de cenários de precipitação a longo prazo. Os resultados são resumidos na Tabela 7 e Tabela 8 para condições climáticas média, húmidas extremas com T de 100 anos e de seca extrema com T de 10 anos, nos primeiros anos (extração apenas nas cortas do Pinheiro e do Grandão) e nas fases mineiras posteriores (a exploração expande-se para o Reservatório e NOA).

A Figura 11 à Figura 14 apresentam as fontes de água de reposição e as carências de água mediante várias condições.

Como a maior porção do potencial escoamento superficial colhido provém das estruturas de desvio da corta do Grandão (resultante da área não perturbada a montante), a expansão da área mineira ao longo da duração do projeto tem um impacto limitado no abastecimento de água.

Tabela 7: 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

Tabela 8: 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
Maio	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

Uma vez alcançadas as condições de equilíbrio operacional da lavaria, para além dos furos de drenagem que abastecem ~78.900 m^3/ano (2,8 L/s), serão necessários ~ 300.000 m^3/ano (11 L/s) para a lavaria e 87.100 m^3/ano (2,8 L/s) adicionais para a supressão de poeiras. A água se reposição será fornecida a partir de captação de água superficial das áreas perturbada.

Espera-se que cerca de 175.000 m^3/ano (6,2 L/s) estejam disponíveis para uso direto durante o desenvolvimento da corta do Grandão. É antevisto que esta água requeira filtragem antes da utilização na lavaria e/ou descarga (no caso de um evento de pluviosidade extremo).

Durante os meses secos, as bacias hidrográficas perturbadas não gerarão escoamento suficiente para satisfazer as necessidades de água. Durante estes meses, serão colhidas águas superficiais provenientes das áreas não perturbada e captadas pelas estruturas de desvio da corta do Grandão, até ~ 60.000 m^3/ano (2 L/s) (condições médias).

Em condições extremas de seca, prevê-se carências no abastecimento se não houver capacidade de armazenamento adicional disponível. Água suficiente para abastecer as necessidades de água do projeto pode ser colhida anualmente a partir do escoamento superficial na área do projeto. Uma série de pequenas instalações de armazenamento de água (parte do sistema de controlo de sedimentos) pode ser utilizada para armazenar água colhida durante os meses mais húmidos para abastecimento durante os meses mais secos, reduzindo o risco de carências.

Uma vez alcançadas as condições de equilíbrio operacional da lavaria, considerando uma necessidade total de água de 36.000 m^3/mês (14 L/s), a captação do afluxo de todas as áreas de projeto fornecerá água suficiente para o projeto durante 80% do ano (aproximadamente 10 meses), em condições médias. Em condições de seca extrema com T de 10 anos, a percentagem reduz-se para 65%.

Será necessária uma capacidade de armazenamento de água no projeto de aproximadamente 100.000 m^3 para fornecer o abastecimento anual de água, mediante condições climáticas secas. Tal seria alcançado armazenando o escoamento superficial durante os meses húmidos para utilização nos meses secos.

As estruturas de controlo de sedimentos atualmente planeadas para o projeto fornecerão ~100.000m^3 do volume de armazenamento necessário. Uma capacidade adicional de armazenamento de ~100.000 m^3 parece viável, considerando as atuais restrições de disposição do projeto, reduzindo o risco de carências em condições secas extremas.

Esta estratégia de abastecimento de água deverá reduzir o caudal anual do Rio Covas em menos de 1% sob condições secas com T de 10 anos.

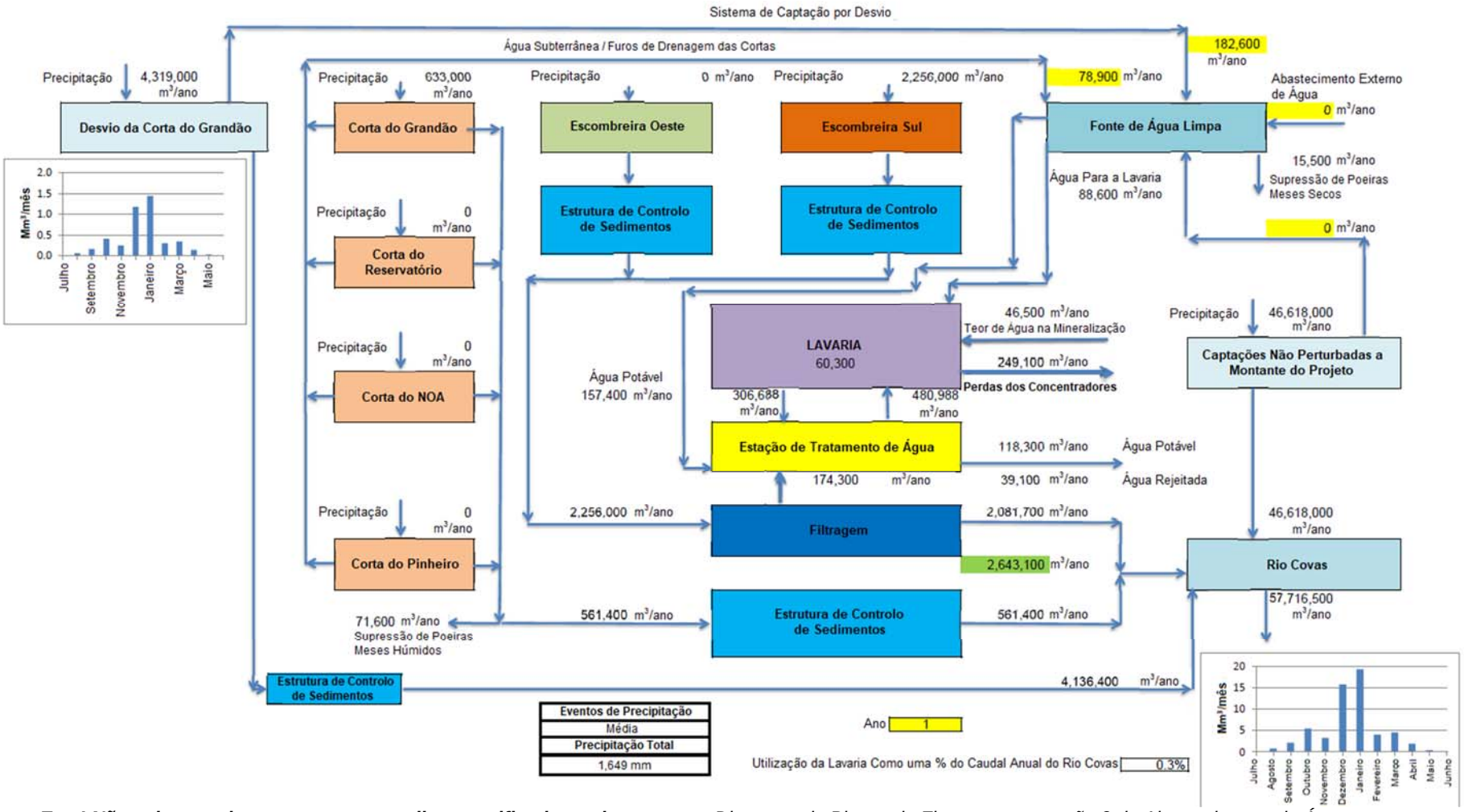

Figura ***Erro! Não existe nenhum texto com o estilo especificado no documento.****: Diagrama de Blocos de Fluxos para a opção 2 de Abastecimento de Água*

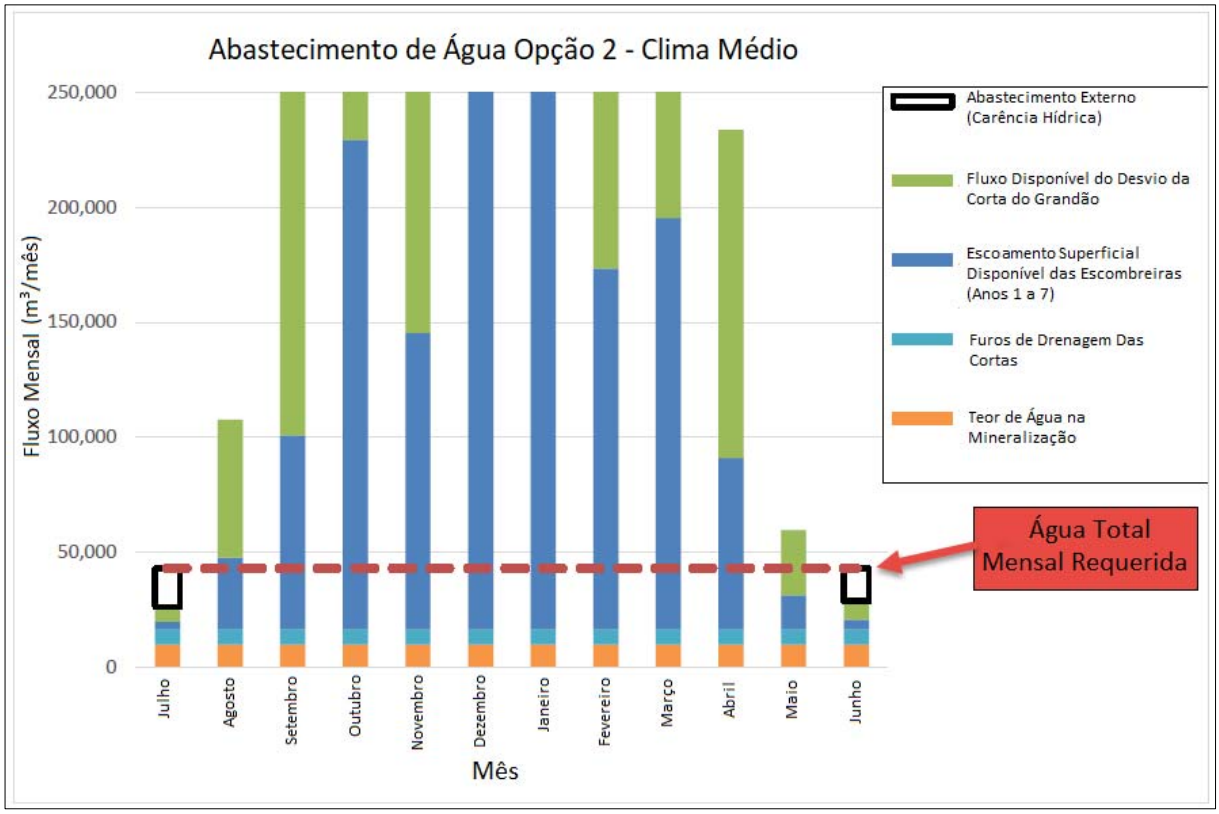

Figura 11: Abastecimento Mensal de Água e Carências para a Opção 2 para Condições Climáticas Médias (Ano 1-7)

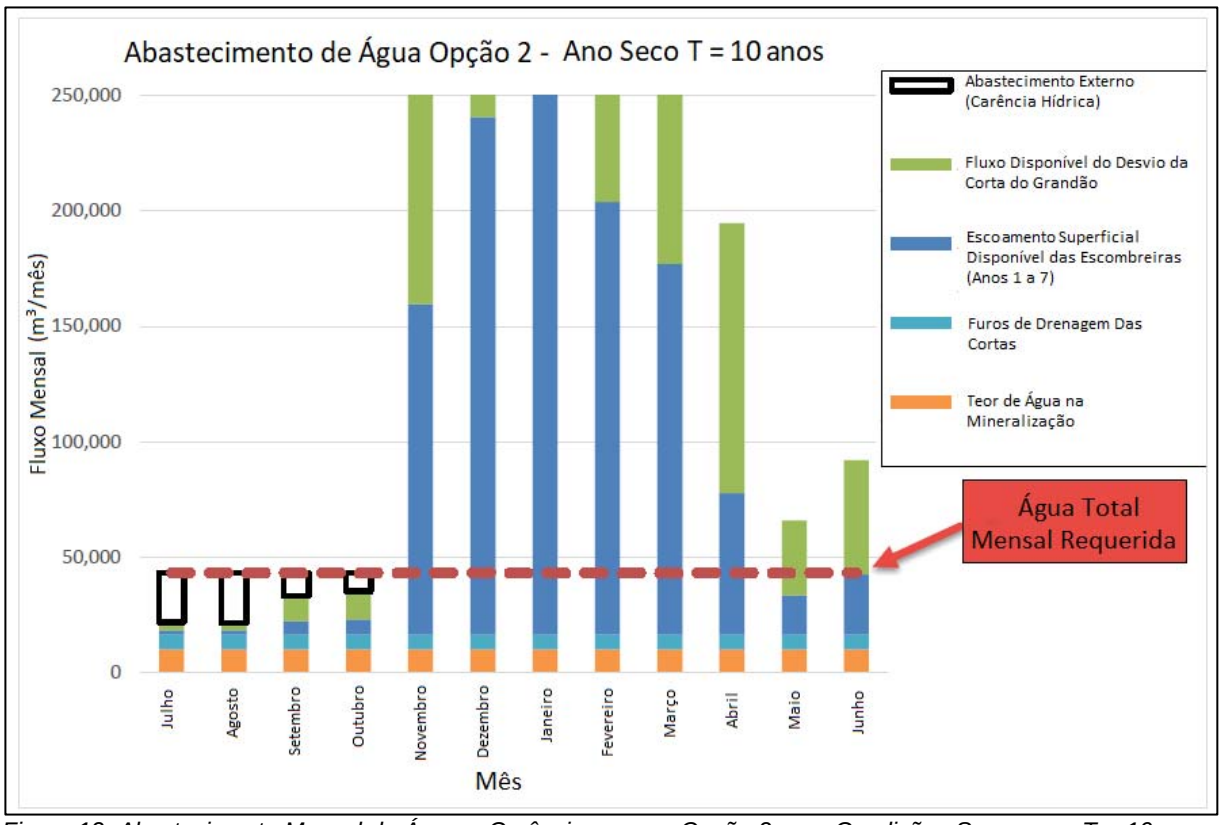

Figura 12: Abastecimento Mensal de Água e Carências para a Opção 2 para Condições Secas com T = 10 anos (Ano 1-7)

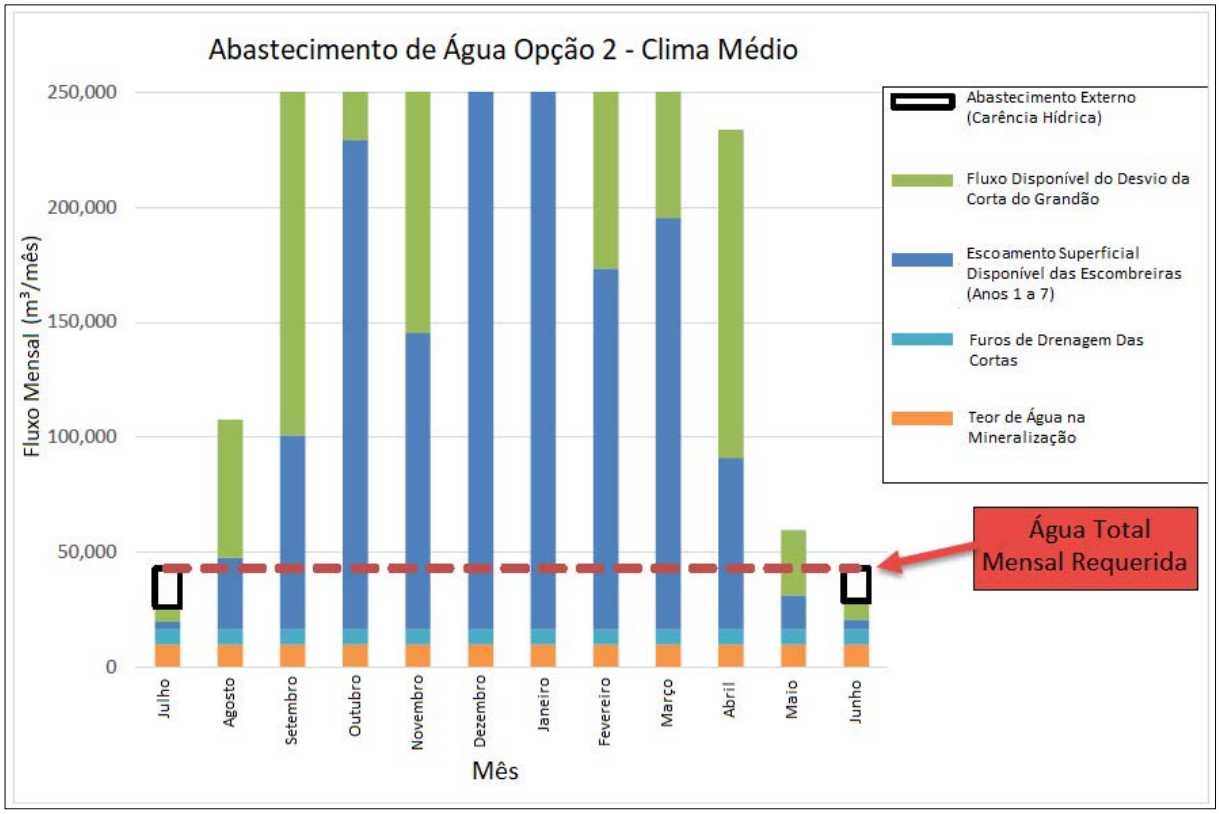

Figura 13: Abastecimento Mensal de Água e Carências para a Opção 2 para Condições Climáticas Médias (Ano 1-7)

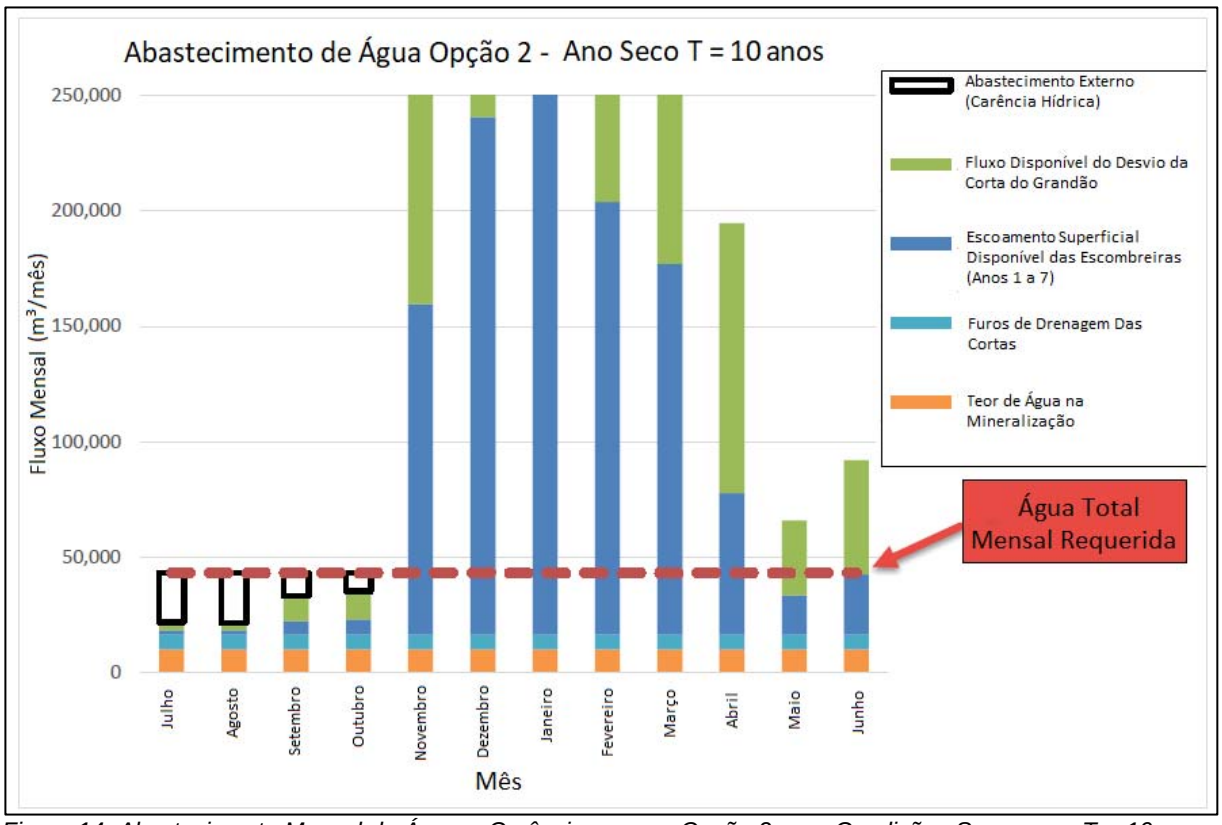

Figura 14: Abastecimento Mensal de Água e Carências para a Opção 2 para Condições Secas com T = 10 anos (Ano 1-7)

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.

Esta opção 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 comissionamento da lavaria. É necessária uma capacidade de armazenamento de água no projeto, mas o volume armazenado necessário é reduzido (em comparação com a Opção 2) devido ao volume adicional de água proveniente do Rio Covas. A Figura 15 apresenta o modelo de blocos com indicação dos fluxos do projeto para a opção 3 de abastecimento.

À semelhança da Opção 1 e Opção 2, foi assumido um volume de até 78.900 m^3/ano (2,8 L/s) resultante dos furos de drenagem das cortas. Uma vez alcançadas as condições de equilíbrio operacional da lavaria, aproximadamente 175.000 m^3/ano (6,2 L/s) resultarão da captação de águas superficiais. A drenagem de cortas e a água das áreas perturbadas serão utilizadas como prioridade, quando disponíveis. Tal poderá requerer uma filtragem antes da utilização.

O caudal total no Rio Covas é estimado em ~50 Mm^3 por ano em condições climáticas médias. Durante um ano seco com T = 10 anos, o caudal é reduzido para ~23 Mm^3 (~50 % do caudal médio). A necessidade anual do projeto é de 0,46 Mm^3/ano (16,3 L/s), dos quais ~15 % podem ser fornecidos a partir da captação de água subterrânea e mais 70 % da captação do escoamento superficial das áreas perturbadas (assumindo capacidade limitada de armazenamento).

A Opção 3 não requer a construção de estruturas de armazenamento adicionais para capturar água nos períodos mais húmidos.

A Tabela 9 e Tabela 10 apresentam um resumo das estimativas de fluxo a montante e a jusante da mina, condições médias e de seca extrema, respetivamente.

Tabela 9: Condições climáticas médias - Estimativa do Caudal de Rio Covas

Mês	Caudal (m^3)		
	Montante	**Jusante**	**Área do Projeto**
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

*Tabela **Erro! Não existe nenhum texto com o estilo especificado no documento.**: Condições Climáticas Secas com T = 10 anos - Estimativa do Caudal de Rio Covas*

Mês	Caudal (m^3)		
	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
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

A Figura 16 à Figura 19 apresentam as fontes de água de reposição e as carências de água mediante várias condições.

Durante condições de seca extrema, o caudal do Rio Covas pode não ser suficiente para fornecer água ao projeto. Prevê-se que uma capacidade de armazenamento de todo o projeto na faixa de abastecimento de 2 a 3 meses (~100.000 a 150.000 m^3) seja suficiente para reduzir o risco de carências sob a variedade de condições climáticas secas avaliadas. Espera-se que as propostas estruturas de gestão de águas superficiais/controlo de sedimentos permitam a captação de água durante os meses mais húmidos para utilização nos meses secos para mitigar este défice.

Esta capacidade de armazenamento reduzirá a dependência na captação contínua de águas superficiais e poderá limitar a extração de água do Rio Covas em épocas em que os caudais do rio são naturalmente baixos.

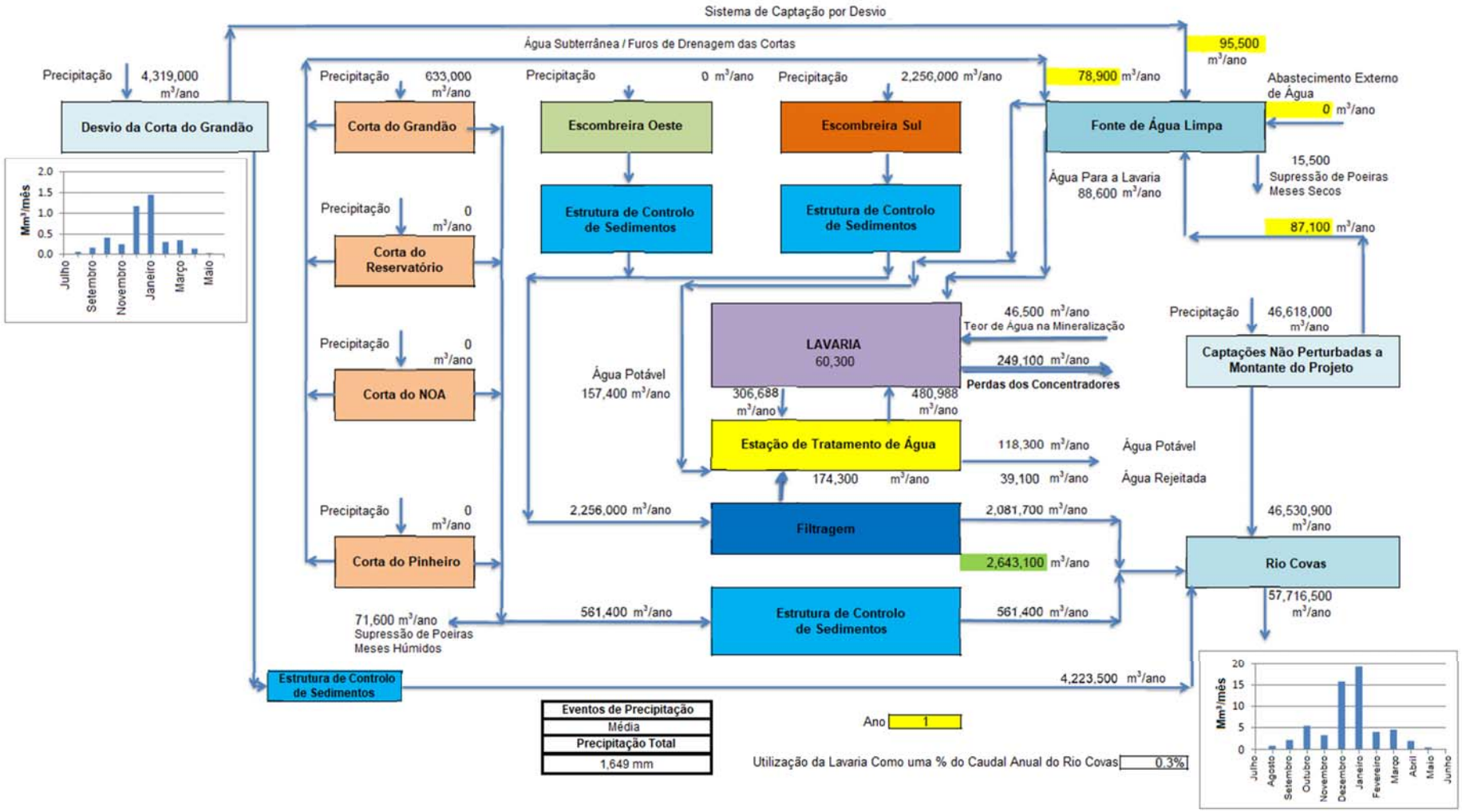

Figura 15: Modelo de Blocos de Fluxos para a opção 3 de Abastecimento de Água

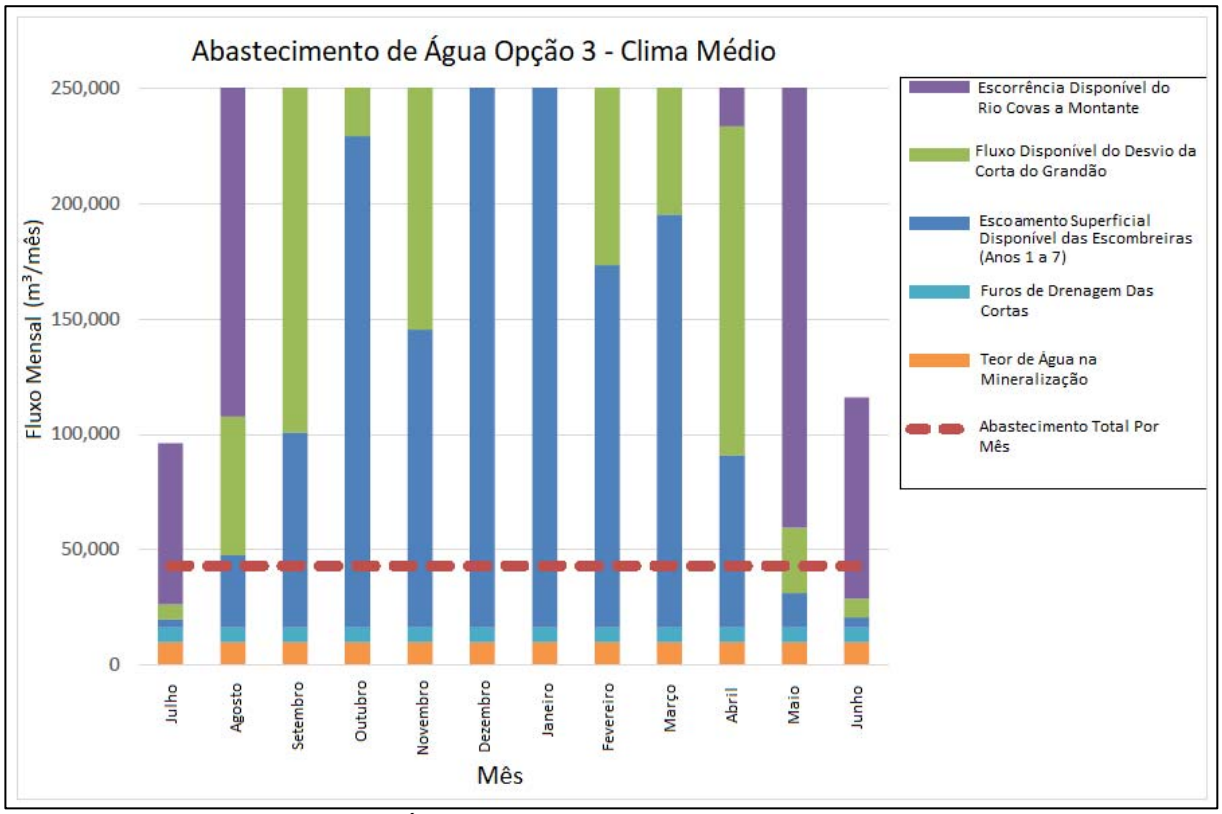

Figura 16: Abastecimento Mensal de Água e Carência para a Opção 3 para Condições Médias (ano 1-7)

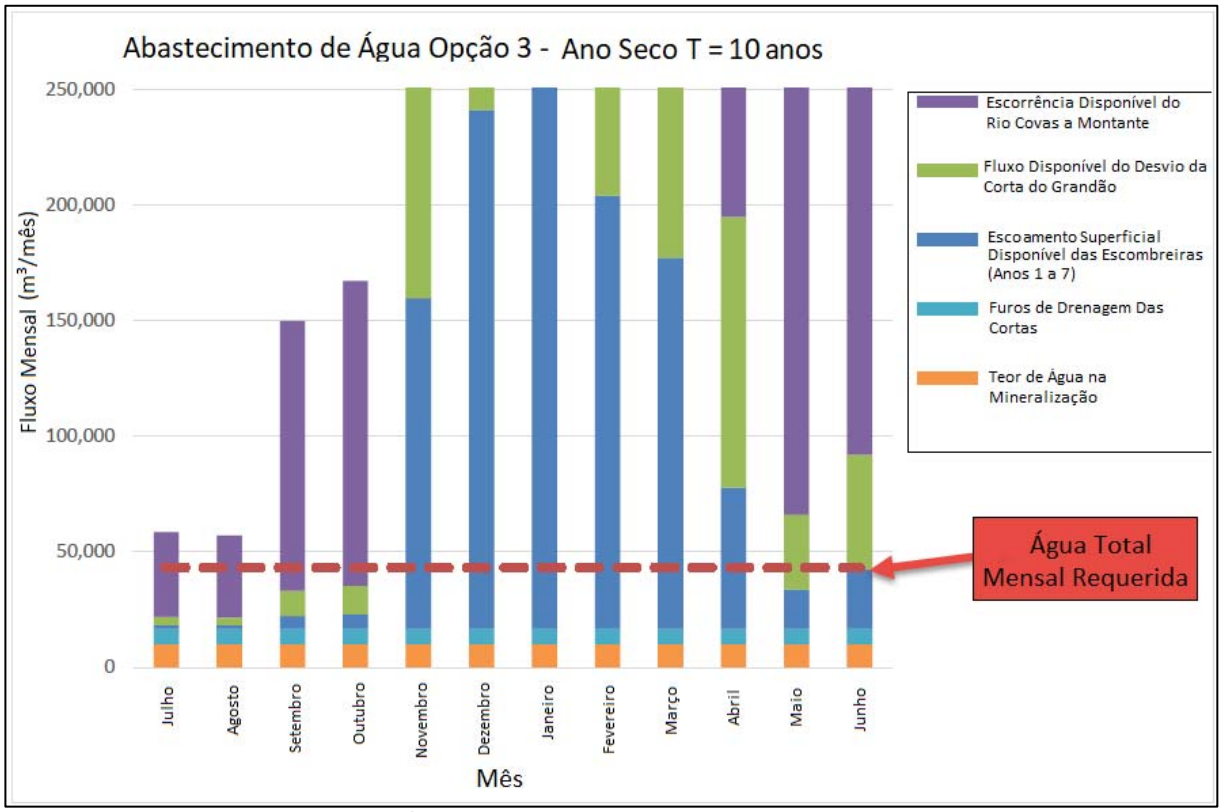

Figura 17: Abastecimento Mensal de Água e Carência para a Opção 3 Condições Secas com T = 10 anos (ano 1-7)

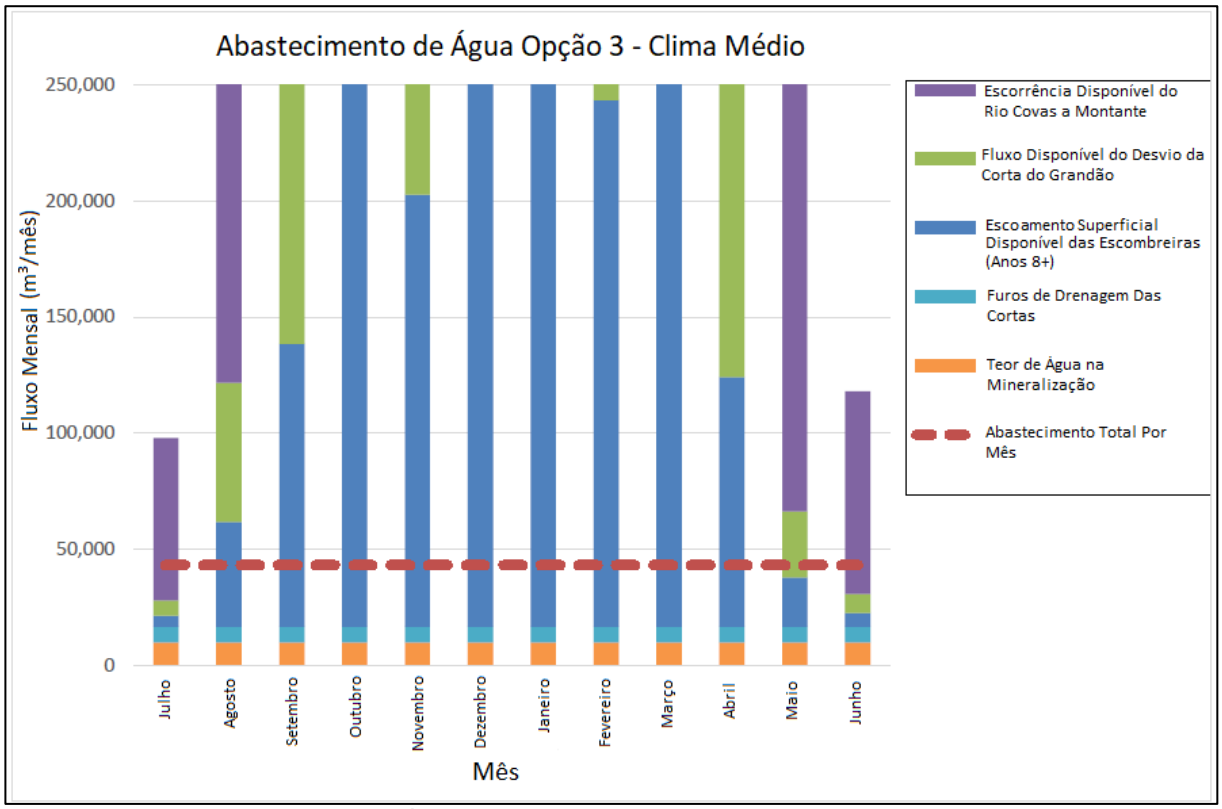

Figura 18: Abastecimento Mensal de Água e Carência para a Opção 3 para Condições Médias (ano 8+)

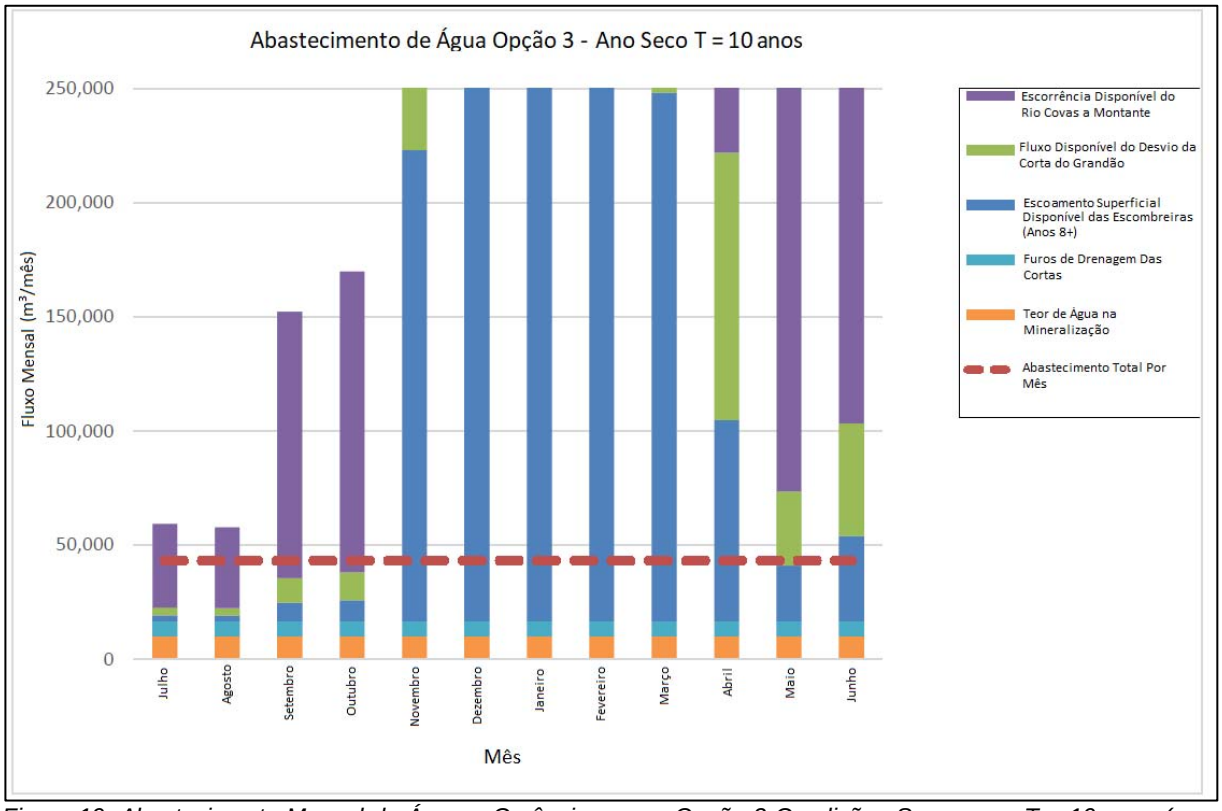

Figura 19: Abastecimento Mensal de Água e Carência para a Opção 3 Condições Secas com T = 10 anos (ano 8+)

Requisitos do tratamento de água

O volume de água que requer filtragem antes da descarga (a ocorrer apenas em evento de pluviosidade extrema) 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 requer filtragem/tratamento antes da descarga, seria necessária uma capacidade do sistema de ~ 2,9 Mm^3/ano (~ 100 L/s).

Sob condições climáticas médias, os caudais mensais de pico das áreas de exploração de até ~ 1.4Mm^3/mês (50L/s) podem necessitar filtragem para atender aos critérios de descarga. No desenho conceptual pode ser necessária uma capacidade de filtragem de até 5,9Mm^3/ano (210L/s), para condições húmidas extremas (T = 100 anos). Aproximadamente 30% dessa descarga precisaria ser bombeada das áreas de exploração noroeste após o Ano 7 (~ 4,5km) e ~ 70% da área da corta do Grandão (~ 0,5km).

A utilização do escoamento superficial da área do projeto (Opção 2 e 3) irá reduzir ligeiramente a necessidade anual de tratamento da água de escoamento superficial das áreas perturbadas 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 Mm^3/mês (50L/s), dependendo das condições climáticas. Os requisitos de bombagem de 280L/s nas áreas de exploração noroeste após o ano 7 (~ 4,5km) e de 630L/s na área da corta do Grandão (~ 0,5km) permanecem inalterados.

Avaliação das opções de abastecimento de água

Foi efetuada uma avaliação das opções utilizando uma abordagem de comparação ponderada. A Tabela 11 apresenta um resumo dos resultados da pontuação.

Tabela 11: 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
Despesa	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

Conclusões das opções de abastecimento de água

As seguintes conclusões podem ser retiradas:

- Para todas as opções consideradas, serão necessários ~60 000 m^3 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 m^3/ano (45 000 m^3/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 impactos 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 m^3 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 m^3, 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 afetas 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 m^3 (se água puder ser obtida a partir do Rio Covas) a ~250 000 m^3 (sem extração no Rio Covas). Este armazenamento será realizado nas bacias das estruturas de controlo de sedimentos.

Oportunidades

Uma vez esclarecidas as opções preferidas de localização das escombreiras, 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).

Recomendações

As seguintes recomendações são feitas:

- Uma opção de abastecimento de água utilizando drenagem das cortas com furos de água suplementada com a captação da água do escoamento superficial das áreas perturbadas (Opção 2) acrescida com a 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.