



SW EFFICIENCY

Relatório de Auditoria Energética

Sistema de Gestão de Consumos intensivos de Energia (SGCIE)



TESCO

COMPONENTES PARA AUTOMÓVEIS, LDA

REFEFÊNCIA	SW_DOC_3726_SCGIE_v2
DATA	02/07/2025
GESTOR DO PROJETO	André Poças E-mail: andre.pocas@smartwatt.pt Telemóvel: +351 969 841 889

SMARTWATT

Reshaping Energy

Com mais de 15 anos de experiência no mercado global da energia e descarbonização, desenvolvemos um conjunto de **soluções de eficiência energética, de produção de energia renovável e de digitalização da gestão da energia** que potencia a performance global e sustentabilidade das empresas.

Com o nosso know-how e vasta experiência na transição energética, criamos e implementamos as **soluções mais eficazes para melhorar a rentabilidade, sustentabilidade e competitividade dos nossos clientes.**

Soluções Smartwatt para a sua empresa



Gestão da Energia

- Consultoria e Gestão de Energia.
- Planos de descarbonização, digitalização e transição energética



Eficiência Energética

- Auditorias energéticas e Certificação energética.
- Implementação de soluções de Eficiência energética



Digitalização da Energia

- Plataforma de Gestão de Energia Saving-is-ON EMS



Energia Renovável

- Produção de energia Renovável:
Solar fotovoltaico
Solar Térmico



O&M Monitorização

- Operação e Manutenção
- Monitorização de desempenho

Um fluxo completo e inteligente de serviços adaptados para a Indústria e Edifícios



EQUIPA SMARTWATT

Equipa da Auditoria Energética

DATA DE TRABALHO DE CAMPO	Fevereiro 2025
AUDITOR COORDENADOR	André Poças – MOE 61509 / SGCIE TR-1480
AUDITOR AUXILIAR	Jorge Oliveira – MOE 62893 / SGCIE TR-1360
AUDITOR AUXILIAR	Joana R. Lopes – MOE 92506 / SGCIE TR-1668
AUDITOR AUXILIAR	Inês Lima
AUDITOR AUXILIAR	Bruno Castro
ANO AUDITORIA ENERGÉTICA	2025
ANO REFERÊNCIA	2024

Identificação da Instalação

NOME DA EMPRESA	Tesco - Componentes para Automóveis, Lda
LOCAL INSTALAÇÃO	Rua da Tesco, 43 Zona Industrial do Sam, Apartado 7048
CÓDIGO POSTAL	4760-706 Vila Nova Famalicão
TELEFONE	252 490 660 (Chamada para a rede fixa nacional)
FAX	252 490 669
EMAIL	geral@tesco.pt
WEBSITE	https://tesco.pt/
REGIÃO NUTS II	Região do Norte
CAE	29320 - Outros componentes e acessórios para veículos automóveis - fabricantes

Contacto operacional

NOME	Carla Camilo
TELEFONE	+351 252 490 660
E-MAIL	carla.camilo@tesco.pt

ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	12
INTRODUÇÃO	15
ENQUADRAMENTO	15
MÉTODOS E MEIOS UTILIZADOS	15
CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	17
DADOS GERAIS DA EMPRESA	17
PROCESSO PRODUTIVO	18
1. Receção e Armazenagem	19
2. Fundição Injetada	19
3. Acabamentos	19
4. Maquinagem	19
5. Inspeção de Qualidade	20
6. Embalagem e Expedição	20
UTILIDADES DA EMPRESA	21
Energia Elétrica	21
Gás Natural	24
Gasóleo/Gasolina	24
UPAC	24
Sistema de Gestão de Energia	25
PRINCIPAIS CONSUMIDORES DO PROCESSO PRODUTIVO	28
Fundição	28
Acabamento	30
Maquinagem	32
SERVIÇOS AUXILIARES	34
Sistema de Ar Comprimido (SAC)	34
Tratamento de Óleo de Corte	38
Condensadores Evaporativos	39
Iluminação	41
Outros: Sistemas de Climatização	42
Outros: Águas Quentes Sanitárias	44
CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA E PRODUÇÃO	46
CONSUMOS E CUSTOS	46
ANO DE REFERÊNCIA (2024)	48
Energia Elétrica	52

Gás natural.....	55
Gasóleo / Diesel.....	56
Combustível para motor (Gasolina)	57
Energia Elétrica (UPAC)	58
PRODUÇÃO	59
INDICADORES ENERGÉTICOS.....	60
CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA (CEE)	60
INTENSIDADE ENERGÉTICA (IE)	64
INTENSIDADE CARBÓNICA	65
ANÁLISE DE RESULTADOS.....	67
ENERGIA ELÉTRICA	67
<i>Geral</i>	67
QGBT 1	68
QGBT 1: Q. Máquina Buhler QMB-5-Q.....	68
QGBT 1: Q. Zona Fundação QZF-1-Q.....	69
QGBT 1: Quadro 1 das Bombas de Água	69
QGBT 1: Compressor GA90-1	70
QGBT 1: Compressor GA110.....	70
QGBT 1: Vacudest	71
QGBT 1: Q. Acabamento QZA-2-Q.....	71
QGBT 1: Q. AVAC QAVAC-3-Q (7)	72
QGBT 1: Q. Escritórios QE-4-Q (6)	72
QGBT 2	73
QGBT 2: Quadro 2 das Bombas de Água	73
QGBT 2: Q.M.2.....	74
QGBT 2: Máquina Gralha (3)	74
QGBT 2: Máquina Gralha (4)	75
QGBT 2: Máquina Gralha (5)	75
QGBT 2: Forno T5 (2)	76
QGBT 2: Q.P.1	76
QGBT 2: Q.F.2	77
Iluminação.....	78
GÁS NATURAL.....	80
GASÓLEO / GASOLINA	84
ENERGIA ELÉTRICA (UPAC)	85
MEDIDAS DE EFICIÊNCIA A EQUACIONAR	86

DESAGREGAÇÃO DOS CONSUMOS	87
MEDIDAS DE UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA	91
MURE_T1_1 – RECUPERADOR DE CALOR: COMPRESSOR	93
MURE_T1_2A – OUTROS: PRODUÇÃO FOTOVOLTAICA – UPAC_A.....	97
MURE_T1_2B – OUTROS: PRODUÇÃO FOTOVOLTAICA – UPAC_B.....	101
MURE_T1_3 – MONITORIZAÇÃO E CONTROLO: SGE	105
MURE_T1_4 – ISOLAMENTO TÉRMICO: FORNOS	112
MURE_T1_5 – AÇÃO DE FORMAÇÃO/SENSIBILIZAÇÃO SOBRE UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA	116
MURE_T2_1 – OTIMIZAÇÃO DE MOTORES: SUBSTITUIÇÃO	119
MURE_T2_2 – SISTEMAS DE COMPRESSÃO: INTEGRAÇÃO COMPRESSOR	123
MBGE_1 – SISTEMAS DE COMPRESSÃO: FUGAS AC	127
CRONOGRAMA PARA O ARCE	131
CONCLUSÕES	132
ANEXOS	134
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	134
AÇÃO DE FORMAÇÃO/SENSIBILIZAÇÃO SOBRE UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA - CONTEÚDOS	
PROGRAMÁTICOS	135
SETOR PRODUTIVO: CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS	136
PLANO DE INSPEÇÃO E VALIDAÇÃO DOS SISTEMAS DE CONTROLO E REGULAÇÃO	146
FORNOS FUSÃO: CÁLCULO DA EFICIÊNCIA	147
FORNOS FUSÃO: BALANÇO DE ENERGIA.....	151

Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição dos consumos em energia primária (em tep)	13
Figura 2 - Distribuição dos custos de energia (em €)	13
Figura 3 - Vista aérea e foto da entrada das instalações auditadas (fonte: Google Maps)	17
Figura 4 - Fluxograma do Processo Produtivo	18
Figura 5 - Transformadores instalados na TESCO, 1250 KVA	23
Figura 6 - Fornos de Fundição e Caldeira: <i>Gás Natural</i>	24
Figura 7 - Inversores Huawei e painéis solares fotovoltaicos: UPAC	24
Figura 8 - Exemplos de fornos a gás natural	28
Figura 9 - Forno de fusão (esquerda) e forno elétrico de mantimento (direita)	29
Figura 10 - Exemplo de temperatura da parede das fornalhas dos fornos de fusão.	30
Figura 11 - Máquinas de Granalhagem	31
Figura 12 - Fornos Tratamento Térmico	31
Figura 13 - Exemplo de temperatura nas portas dos fornos TT (esq. Forno T5(3) e dir. Forno T5(2))	31
Figura 14 - Máquinas CNC	32
Figura 15 - Máquina briquetes (esquerda) e forno a briquetes (direita)	33
Figura 16 - Elementos do Sistema de produção e distribuição de ar comprimido	35
Figura 17 - Esquema simplificado da produção de ar comprimido - Central 1	37
Figura 18 - Esquema simplificado da produção de ar comprimido - Central 2	37
Figura 19 - Tanques de AQ para limpeza de chão e peças	38
Figura 20 - Tanque Acumulação 30.000 litros	38
Figura 21 - Tratamento de Óleo Corte: Vacudest	39
Figura 22 - Torres de Arrefecimento instaladas: EVAPCO	40
Figura 23 - Exemplos do sistema de Bombagem: Torres Arrefecimentos	40
Figura 24 - Esquema simplificado dos Condensadores Evaporativos	41
Figura 25 - Exemplos de sistemas de iluminação - iluminação interior	41
Figura 26 - Exemplos de sistemas de iluminação - iluminação exterior	42
Figura 27 - Exemplos dos sistemas de climatização: VRV & Splits	43
Figura 28 - Exemplos dos sistemas de climatização: Unidades de Tratamento de Ar	43
Figura 29 - Exemplos dos sistemas de climatização: Unidades climatização Quadros	44
Figura 30 - Exemplo dos equipamentos instalados: Águas Quentes Sanitárias	45
Figura 31 - Evidência de isolamento na rede de água quente	45
Figura 32 - Evolução dos consumos energéticos globais (2023 e 2024)	47
Figura 33 - Evolução dos custos energéticos globais (2023 e 2024)	48

Figura 34 - Evolução dos consumos globais de energia para o ano de referência (2024)....	50
Figura 35 - Evolução dos custos energéticos globais no ano de referência (ANO).....	50
Figura 36 - Evolução de Custos - Energia Elétrica	53
Figura 37 - Distribuição tarifária - MT (dados 2024)	53
Figura 38 - Distribuição tarifária - Consumo e custo médio por hora - MT (dados 2024)	53
Figura 39 - Desagregação dos custos de energia elétrica (2024)	54
Figura 40 - Evolução de Custos - Gás natural.....	55
Figura 41 - Evolução de Custos - Gasóleo/Diesel	56
Figura 42 - Evolução de Custos - Gasolina	57
Figura 43 - Evolução mensal da produção: Alumínio Fundido (kg) (2022 a 2024)	59
Figura 44 - Evolução da produção e consumo de energia (2024).....	61
Figura 45 - Evolução do consumo específico e consumo de energia (2024).....	61
Figura 46 - Relação entre a produção e o consumo de energia (2024).....	62
Figura 47 - Relação entre a produção e o consumo específico de energia (2024).....	62
Figura 48 - Diagrama de carga do circuito geral (27 fevereiro a 6 março 2025).....	67
Figura 49 - Diagrama de carga do QGBT 1 (27 fevereiro a 6 março 2025)	68
Figura 50 - Diagrama de carga do quadro QMB-5-QI (27 fevereiro 2025)	68
Figura 51 - Diagrama de carga do quadro QZF-1-Q (27 fevereiro a 6 março 2025)	69
Figura 52 - Diagrama de carga do quadro Bombas Água 1 (27 fevereiro a 6 março 2025) .	69
Figura 53 - Diagrama de carga do compressor GA90 (27 fevereiro a 6 março 2025).....	70
Figura 54 - Diagrama de carga do compressor GA110 (27 fevereiro a 6 março 2025)	70
Figura 55 - Diagrama de carga da VacuDest (27 fevereiro a 6 março 2025)	71
Figura 56 - Diagrama de carga do q. QZA-2-Q (27 fevereiro a 6 março 2025).....	71
Figura 57 - Diagrama de carga do Q.AVAC (27 fevereiro a 6 março 2025)	72
Figura 58 - Diagrama de carga do Q.Escritórios (06 de março de 2025)	72
Figura 59 - Diagrama de carga do QGBT 1 (27 fevereiro a 6 março 2025)	73
Figura 60 - Diagrama de carga do quadro Bombas Água 1 (27 fevereiro a 6 março 2025).	73
Figura 61 - Diagrama de carga do quadro QM2 (27 fevereiro a 6 março 2025)	74
Figura 62 - Diagrama de carga Máquina Granalha 3 (27 fevereiro a 6 março 2025).....	74
Figura 63 - Diagrama de carga Máquina Granalha 4 (27 fevereiro a 6 março 2025)	75
Figura 64 - Diagrama de carga Máquina Granalha 5 (27 fevereiro a 6 março 2025)	75
Figura 65 - Diagrama de carga Forno T5(2) (27 fevereiro a 6 março 2025)	76
Figura 66 - Diagrama de carga do Q.P.1 (06 de março 2025)	76
Figura 67 - Diagrama de carga do Q.F.2 (27 fevereiro a 6 março 2025)	77
Figura 68 - Desagregação do consumo de Gás Natural (t)	81
Figura 69 - Evolução do consumo de gás natural na caldeira	82

Figura 70 - Desagregação do consumo de AQS (t)	83
Figura 71 - Desagregação do consumo de gás natural na caldeira (t)	83
Figura 72 - Desagregação do consumo de combustível automóvel	84
Figura 73 - Desagregação da produção de energia elétrica da UPAC.....	85
Figura 74 - Esquema Ilustrativo das Etapas de Desagregação dos Consumos de Energia ..	88
Figura 75 - Desagregação global do consumo de energia (tep)	90
Figura 76 - Desagregação global dos custos de energia (em €).....	90
Figura 77 - Desagregação do consumo no setor produtivo (tep)	90
Figura 78 - Desagregação do consumo nos serviços auxiliares (tep).....	90
Figura 79 - Perfil de potenciado compressor e recuperador (27 fevereiro a 6 março 2025)	95
Figura 80 - Layout da Implementação dos Painéis - UPAC	98
Figura 81 - Elementos do grupo fotovoltaico	99
Figura 82 - Perfil anual de Autoconsumo e consumo anual	99
Figura 83 - Esquema Simplificado dos resultados da UPAC	100
Figura 84 - Layout da Implementação dos Painéis - UPAC	102
Figura 85 - Elementos do grupo fotovoltaico	103
Figura 86 - Perfil anual de Autoconsumo e consumo anual	103
Figura 87 - Esquema Simplificado dos resultados da UPAC	104
Figura 88 - Fornos sem isolamento	113
Figura 89 - Pontos operacionais de implementação da Diretiva Ecodesign (Fonte WEG)	120
Figura 90 - Perfil de ar-comprimido de um dia de semana típico e respetiva pressão.....	125
Figura 91 - Perfil de consumo do ar comprimido em período de não produção (03/03/2025)	128
Figura 92 - Perfil de consumo do ar comprimido em período de não produção (04/03/2025)	129
Figura 93 - Equipamentos de Medição usados no TESCO (CirE3, Chauvin Arnoux PEL 103 e Pinça HT 7022).....	134
Figura 94 - Equipamentos de Medição usados no TESCO (Eurolyzer, e Fluke 556).....	134

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Consumos e custos de energia, emissões de CO ₂ e e repartição do custo global de energia	12
Tabela 2 - Indicadores energéticos da instalação	13
Tabela 3 - Quadro resumo das medidas identificadas na Auditoria Energética	14
Tabela 4 - Resultado da implementação das MURE	14
Tabela 5 - Dados gerais da empresa.....	17
Tabela 6 - Distribuição dos principais quadros elétricos.....	22
Tabela 7 - Especificação dos pontos de energia elétrica ativos e desativados.	26
Tabela 8 - Características dos Compressores e Secador	34
Tabela 9 - Características dos depósitos de ar-comprimido	34
Tabela 10 - Horas de funcionamento e distribuição da carga - Compressor 1 (GA110VSD)..	36
Tabela 11 - Horas de funcionamento e distribuição da carga - Compressor 2 (GA90VSD) ..	36
Tabela 12 - Horas de funcionamento e distribuição da carga - Compressor 3 (GA200).....	36
Tabela 13 - Horas de funcionamento e distribuição da carga - Compressor 4 (GA200)	36
Tabela 14 - Características da Vacudest	39
Tabela 15 - Características das Torres de Arrefecimento	40
Tabela 16 - Características do sistema Bombagem	40
Tabela 17 - Sistemas de climatização: Espaços de Apoio.....	42
Tabela 18 - Unidades de tratamento de ar.....	43
Tabela 19 - Sistemas de climatização: Quadros Elétricos Produção	44
Tabela 20 - Sistema Solar Térmico: AQS	45
Tabela 21 - Sistema de Apoio: AQS	45
Tabela 22 - Fatores de conversão considerados	46
Tabela 23 - Consumos e custos de energia, emissões de CO ₂ e e repartição do custo global de energia (2023).....	47
Tabela 24 - Consumos e custos de energia, emissões de CO ₂ e e repartição do custo global de energia (2024)	47
Tabela 25 - Consumos energéticos - ano de referência (2024)	49
Tabela 26 - Custos energéticos - ano de referência (2024)	51
Tabela 27 - Emissões de CO ₂ e - ano de referência (2024).....	52
Tabela 28 - Evolução do consumo de energia elétrica (2024)	52
Tabela 29 - Evolução do consumo de gás natural (2024)	55
Tabela 30 - Evolução do consumo de gasóleo/diesel (2024).....	56
Tabela 31 - Evolução do consumo de gasolina (2024).....	57

Tabela 32 - Evolução do consumo da energia elétrica (UPAC) (2024)	58
Tabela 33 - Produção: Alumínio Fundido (kg) (2022 a 2024)	59
Tabela 34 - Tabela Resumo dos indicadores	60
Tabela 35 - Evolução do consumo específico (2024)	63
Tabela 36 - Resumo Consumo Específico e Metas	63
Tabela 37 - Resumo Intensidade Energética e Metas	64
Tabela 38 - Evolução da intensidade carbónica (2024)	65
Tabela 39 - Resumo Intensidade Carbónica e Metas	66
Tabela 40 - Características da iluminação e respetivo consumo	78
Tabela 41 - Consumos de Gás Natural no processo de fundição (2024)	80
Tabela 42 - Consumos de Gás Natural na caldeira (2024)	80
Tabela 43 - Pressupostos e Resultados: Necessidades e Consumo de AQS	82
Tabela 44 - Características da Frota	84
Tabela 45 - Evolução da produção e venda associada a UPAC (2024)	85
Tabela 46 - Desagregação do consumo e custo de energia	89
Tabela 47 - Pressupostos e Resultados: Recuperador de Calor	94
Tabela 48 - Consumo médio diário Tanques de Maquinagem	95
Tabela 49 - Pressupostos e Resultados: Necessidades	96
Tabela 50 - Resumo dos consumos previstos: Excedente vs. Autoconsumo	100
Tabela 51 - Resumo dos consumos previstos: Excedente vs. Autoconsumo	104
Tabela 52 - Especificação dos pontos de energia elétrica a monitorizar	107
Tabela 53 - Especificação dos pontos de gás natural a monitorizar	109
Tabela 54 - Consumo considerado para efeitos de contabilização energética	110
Tabela 55 - Especificação dos custos dos equipamentos, “software” e instalação	111
Tabela 56 - Fornos sem isolamento identificados	113
Tabela 57 - Propriedades do Isolamento Térmico proposto	113
Tabela 58 - Dados de Input considerados	114
Tabela 59 - Economia expetável com a aplicação de isolamentos térmicos	114
Tabela 60 - Economia expetável com a aplicação de isolamentos térmicos (Total)	114
Tabela 61 -Tabela resumo das poupanças de energia elétrica em cada sistema	117
Tabela 62 -Tabela resumo das poupanças de gás natural em cada sistema	118
Tabela 63 - Motores existentes a substituir por equipamentos mais eficientes	121
Tabela 64 - Motores propostos e economias associadas	121
Tabela 65 - Principais características com compressor proposto	124
Tabela 66 - Resultados da simulação na situação atual (Fonte: AtlasCopco)	125
Tabela 67 - Resultados da simulação na situação proposta (Fonte: AtlasCopco)	125

Tabela 68 - Cálculo das poupanças afetas integração do novo compressor GA110VSD.....	126
Tabela 69 - Cálculo das poupanças afetas à redução de fugas de ar comprimido	130
Tabela 70 - Possível Cronograma de Implementação das Medidas de potencial economia energética (MURE)	131
Tabela 71 - Quadro resumo das medidas identificadas na Auditoria Energética.....	132
Tabela 72 - Resultado da implementação das MURE.....	133
Tabela 73 - Identificação das Máquinas de Fundição	136
Tabela 74 - Identificação dos Filtros Eletrostáticos associados às Máquinas de Fundição..	137
Tabela 75 - Caracterização dos Queimadores dos Fornos de Fusão.....	138
Tabela 76 - Caracterização dos Fornos de Fusão e respetivo regime de funcionamento...	139
Tabela 77 - Características dos motores de vácuo.....	140
Tabela 78 - Características das Granalhadoras	141
Tabela 79 - Características dos Fornos Tratamento Térmico.....	141
Tabela 80 - Características das máquinas CNC	141
Tabela 81 - Características da prensa e forno de briquetes	145
Tabela 82 - Dados obtidos da análise das emissões FF1 (máquinas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7)	147
Tabela 83 - Dados obtidos da análise das emissões FF3 (Forno Fusão, Máquinas 9, 10, 11, 13)	148
Tabela 84 - Repartição das perdas de energia térmica por máquina.....	149
Tabela 85 - Eficiência térmica calculada por máquina.....	150
Tabela 86 - Balanço de Energia fornalhas dos fornos de fusão	151

SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente relatório apresenta os resultados da auditoria energética realizada às instalações da Tesco - Componentes para Automóveis, Lda. doravante designada por TESCO, situada em Vila Nova Famalicão, com visitas durante o mês de fevereiro de 2025.

Os objetivos deste estudo foram a verificação do consumo energético, maioritariamente energia elétrica e gás natural, visando o conhecimento dos principais elementos consumidores de energia a partir da desagregação dos consumos no período de análise determinado. A identificação de medidas de redução dos consumos energéticos será o objetivo final da auditoria de forma a melhorar a eficiência energética da instalação. As medidas de melhoria identificadas terão como objetivo primordial a redução dos indicadores energéticos calculados no relatório de auditoria energética (indicadores globais).

A instalação do TESCO é consumidora de energia elétrica, gás natural, gasóleo e gasolina. No ano de referência da auditoria energética (2024) foram consumidos 2.083,5 tep, correspondendo a um custo de 1.072.016 €. O consumo de energia resultou na emissão de 4.656 toneladas de CO₂ equivalente para a atmosfera durante o período considerado. No quadro seguinte apresenta-se um resumo dos consumos e custos energéticos verificados durante o período de referência.

Tabela 1 - Consumos e custos de energia, emissões de CO₂e e repartição do custo global de energia

Período de referência	Fontes de Energia	Consumo			Custo	Emissões
		tep	GJ	MWh	€	tCO ₂ e
2024	Energia Elétrica	1 014,1	16 981	4 717	545 240	2 216,9
	Gás natural	905,5	37 917	10 532	528 959	2 430,0
	Gasóleo/Diesel	1,9	79	22	3 014	5,8
	Combustível para motor (gasolina)	1,3	3 929	1 091	2 293	3,7
	UPAC: Autoconsumo Energia Elétrica	233,3	3 907	1 085	0	0,0
	UPAC: Excedente Energia Elétrica	-72,6	-1 215	-337	-7 489	0,0
		2 083,5	61 596,9	17 110,2	1 072 016,5	4 656,4

No ano de referência, o consumo de energia primária da instalação foi composto por 47% de energia elétrica da rede, 42% de gás natural, 0,1% de gasóleo/diesel e 0,1% de gasolina. Adicionalmente, 10,8% do consumo foi coberto pela energia produzida pela UPAC (autoconsumo). A UPAC gerou ainda um excedente de energia equivalente a 3,4% do consumo total, que foi injetado na rede para venda.

A distribuição do consumo de energia primária e dos custos relacionados com o consumo energético encontram-se nas figuras seguintes.

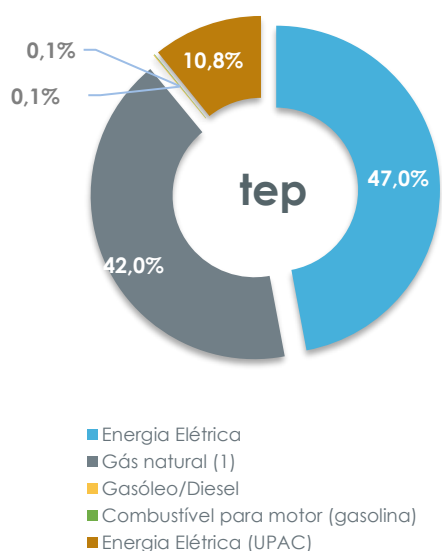


Figura 1 - Distribuição dos consumos em energia primária (em tep)

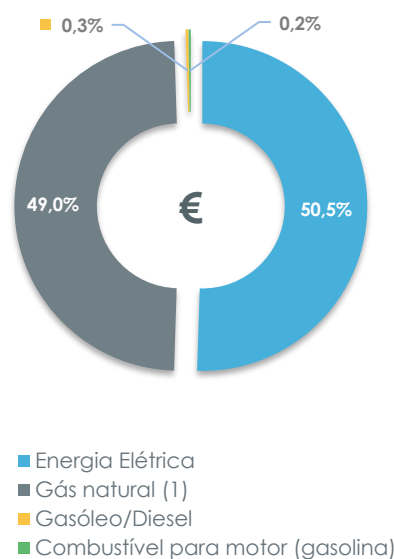


Figura 2 - Distribuição dos custos de energia (em €)

O custo de energia com energia elétrica representou 50,5% do custo total com energia, seguido do gás natural com 49%, do gasóleo com 0,3% e, por fim, da gasolina com 0,2%. A energia proveniente da UPAC não acarreta custos e, devido à injeção de excedente na rede, gerou um proveito equivalente a 0,7% do custo total com energia.

Os indicadores energéticos da instalação para o período de referência da auditoria são apresentados no quadro seguinte. Os dados de produção dizem respeito ao Alumínio Fundido.

Tabela 2 - Indicadores energéticos da instalação

Período de referência	Consumo de Energia (tep) ¹	Custo de Energia (€)	Produção (Alumínio Fundido (kg))	Consumo Específico (kgep/ (Alumínio Fundido (kg)))	Custo Específico (€/kg)	Intensidade Carbónica (tCO ₂ e/tep)
2023	1740,5	1 173 451	4 414 994	0,394	0,266	2,199
2024	1966,8	1 072 016	4 951 729	0,397	0,216	2,235

Um dos objetivos desta auditoria é identificar e quantificar medidas de eficiência energética passíveis de implementação. O quadro seguinte sintetiza as medidas de utilização racional de energia (MURE) identificadas nesta auditoria.

¹ Foram consideradas apenas 50% da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis.

Tabela 3 - Quadro resumo das medidas identificadas na Auditoria Energética

ID	Descrição	Economia anual			Redução Face ao Objetivo	Invest.	P.R.S.	Redução Emissões
		(tep)	(%)	(€)		(€)	(anos)	(t CO _{2eq})
MURE_T1_1	Recuperação Calor: Compressor	14,6	0,7%	8 356	11,7%	14 903	1,8	37,3
MURE_T1_2A	Outros: UPAC	126,4	6,1%	67 978	101,1%	448 000	6,6	276,4
MURE_T1_2B	Outros: UPAC	113,3	5,4%	60 920	90,6%	216 500	3,6	247,7
MURE_T1_3	Monitorização e Controlo: Sistema Gestão Energia	26,7	1,3%	14 706	21,4%	38 165	2,6	62,1
MURE_T1_4	Isolamento Térmico: Fornos	8,7	0,4%	4 682	7,0%	6 600	1,4	19,0
MURE_T1_5	Ação de Formação/Sensibilização sobre Utilização Racional de Energia	10,8	0,5%	5 998	8,6%	19 200	3,2	25,8
MURE_T2_1	Optimização de Motores: Substituição	1,4	0,1%	747	1,1%	14 110	18,9	3,0
MURE_T2_2	Sistemas de Compressão: Integração Compressor	3,2	0,2%	1 718	2,6%	65 815	38,3	7,0
		305,1	14,6%	165 106	244,1%	823 293	5,0	678,4

A implementação das MURE identificadas permitem alcançar as metas ilustradas no quadro seguinte:

Tabela 4 - Resultado da implementação das MURE

	Consumo	Custo	Consumo Específico	Emissões	Intensidade Carbónica
	(tep)	(€)	(kgep/kg)	tCO _{2e}	tCO _{2e} /tep
Antes da implementação das medidas	2 083,5	1 072 016	0,421	4 656	2,235
Após implementação das medidas	1 778,4	906 910	0,359	3 978	2,237

De acordo com o apresentado e caso as medidas sugeridas nesta auditoria forem implementadas na sua totalidade, estima-se uma redução do consumo global de energia (tep) de 14,6%.

INTRODUÇÃO

Enquadramento

Este trabalho consistiu na realização de uma auditoria energética detalhada às instalações da TESCO. O objetivo principal foi caracterizar e quantificar os diversos consumos de energia, visando identificar Medidas de Utilização Racional de Energia (MURE) que promovam a eficiência energética da instalação. Em virtude do seu consumo energético anual ser superior ao limite de 500 tep, esta instalação encontra-se sujeita ao Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), conforme o Decreto-Lei nº 71/2008. A presente Auditoria Energética, cujo período de análise é o ano de 2024, teve o seu início em janeiro de 2025.

Métodos e Meios Utilizados

A metodologia aplicada teve como objetivo, a desagregação dos vários consumos de energia pelos diversos setores e principais equipamentos consumidores, o que implicou um conjunto de etapas, que se referem de seguida:

- Identificação e localização dos quadros elétricos existentes;
- Identificação dos circuitos de elevado conteúdo energético;
- Identificação dos sistemas/secções ou equipamentos alimentados pelos quadros elétricos identificados;
- Identificação dos consumidores de energia mais representativos/relevantes e respetiva estratégia para a sua análise.

No decorrer do trabalho de campo, foram levadas a cabo diversas ações que visam obter o máximo de informação sob o ponto de vista energético da instalação, de modo a compreender o seu funcionamento e permitir propor soluções que aumentem a eficiência energética dos seus principais equipamentos e sistemas consumidores. De seguida apresentam-se algumas das ações efetuadas:

- Registo dos consumos elétricos (Diagramas de Carga quarto-horários) dos diferentes sectores, sistemas e equipamentos grandes consumidores de Energia Elétrica;
- Levantamento das características dos principais equipamentos e sistemas consumidores de energia;
- Registo de grandezas e parâmetros de funcionamento dos principais sistemas, como por exemplo: temperaturas, caudais, teores de gases de combustão, consumo de energia e tempos de funcionamento e de paragem;

- Inspeção visual aos circuitos de elevado conteúdo energético.

O consumo de Energia Elétrica correspondente a cada equipamento ou setor foi determinado através do SGE (Sistema de Gestão de Energia) instalado, com medições diretas complementares no período de Auditoria, com a utilização de aparelhos de medida adequados cujas características são apresentadas em anexo.

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Logo a seguir serão apresentados os detalhes sobre a empresa auditada, nomeadamente localização e principais características assim como a descrição da atividade produtiva realizada.

Dados Gerais da Empresa

A TESCO é uma unidade industrial localizada em Ribeirão, Vila Nova de Famalicão, especializada na produção de componentes para a indústria automóvel por fundição injetada em alumínio.



Figura 3 -Vista aérea e foto da entrada das instalações auditadas (fonte: Google Maps)

Fundada em 1993, a empresa faz parte do Grupo Metts Corporation / Honda Foundry, um grupo japonês com mais de 5 décadas de experiência no ramo de fundição injetada de alumínio.

Tabela 5 - Dados gerais da empresa

Nome:	Tesco - Componentes para Automóveis, Lda
Localização:	Zona Industrial do Sam, Apartado 7048
Principais atividades:	Produção de componentes para automóveis
CAE:	29320 - Outros componentes e acessórios para veículos automóveis - fabricantes
Operador N°	OP00472
PREn	2025 - 2032
N° Trabalhadores:	250
Período de laboração:	3 turnos/dia 5 dias/semana 52 semanas/por ano
Região Nuts II:	Região do Norte
Site:	https://tesco.pt/
Início de laboração:	1993

A TESCO é a única base europeia das 11 fábricas desta multinacional japonesa e conta já com centenas de colaboradores altamente qualificados e pautados por exigentes padrões de qualidade, inovação e criatividade, que produzem diariamente uma ampla gama de componentes para automóveis.

Processo Produtivo

O processo produtivo do TESCO é composto maioritariamente pelos seguintes passos:

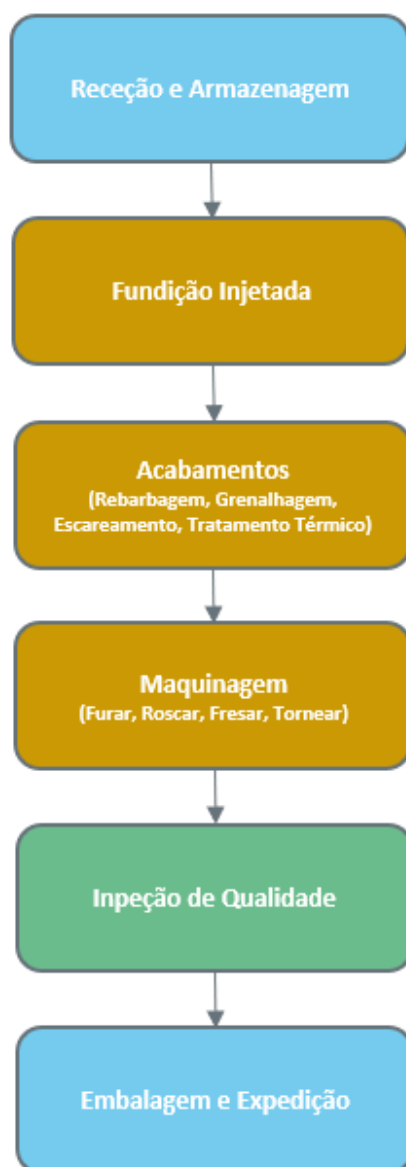


Figura 4 - Fluxograma do Processo Produtivo

1. Receção e Armazenagem

O processo produtivo inicia-se com a receção do alumínio em forma de lingotes, que passa por um rigoroso controlo de inspeção para garantir a sua qualidade e conformidade. Caso não atenda aos requisitos, o alumínio é devolvido ao fornecedor.

2. Fundição Injetada

Nessa etapa, os lingotes de alumínio são inseridos e fundidos em fornos que utilizam gás natural como combustível, incluindo o forno fusor, que alimenta três fornos de manutenção elétricos. Esses fornos elevam a temperatura do alumínio em barra até ao seu ponto de fusão, atingindo aproximadamente entre 670°C e 680°C.

Cada forno está ligado a uma máquina de injeção, onde o alumínio fundido é injetado sob pressão num molde metálico.

3. Acabamentos

Após a fundição e o arrefecimento natural dos componentes injetados, estes seguem para o setor de acabamento. Nesta etapa, passam por diversos processos, incluindo rebarbagem, projeção de granalha e escareamento, entre outros, com o objetivo de aprimorar o aspeto visual e a qualidade da superfície dos componentes.

No setor de acabamento, encontram-se dois fornos de tratamento térmico que desempenham um papel crucial na otimização das propriedades finais dos componentes injetados. Após passarem pelos processos de preparação da superfície, os componentes são submetidos a ciclos de aquecimento e arrefecimento controlados nestes fornos.

Nessa fase, destaca-se a geração de efluentes gasosos provenientes da operação de granalhagem. O ar com poeiras liberado pela máquina de granalha é aspirado e direcionado para um filtro húmido, antes de ser canalizado para descarga através da chaminé.

4. Maquinagem

Após o acabamento, as peças seguem para o setor de maquinagem, onde passam por processos como furação, roscagem, fresagem e torneamento. Essas operações são realizadas por equipamentos CNC (Computer Numerical Control), garantindo alta precisão. Nesta etapa, quando necessário, os acessórios são montados nos componentes.

5. Inspeção de Qualidade

Após a maquinagem, as peças passam por uma inspeção visual para identificar e eliminar componentes que não atendam às especificações exigidas pelo cliente.

Além disso, os componentes que requerem verificação de estanquidade são submetidos a testes específicos, garantindo a conformidade com os requisitos estabelecidos.

6. Embalagem e Expedição

Por fim, as peças produzidas são devidamente identificadas e embaladas de acordo com cada tipo de componente, sendo então preparadas para expedição ao cliente.

Utilidades da Empresa

De uma forma geral, as utilidades servem para fornecer energia do processo, para transferir energia de um ponto a outro ou para transformar a energia em diferentes formas de aplicação. Em anexo é apresentado o Plano de Inspeção e Validação dos Sistemas de Controlo e Regulação de alguns sistemas da TESCO.

Energia Elétrica

A alimentação elétrica das instalações do TESCO e a respetiva medição é efetuada em média tensão (MT), possuindo um Posto de Transformação (PT) equipado com dois transformadores de 1250 kVA, de modo a alimentar os respetivos quadros gerais de baixa tensão, designados por Q.G.B.T.

De acordo com as faturas disponibilizadas, a energia elétrica é comercializada pela EDP, em média tensão, através de uma tarifa tetra-horária, com ciclo semanal com feriados e uma potência contratada é de 1.169 kW, através do código do ponto de entrega (CPE) PT 0002 0001 1250 9007 KW. A distribuição dos principais circuitos elétricos da instalação é a seguinte.

Tabela 6 - Distribuição dos principais quadros elétricos

Transformador 1 1250kVA	Quadro Geral de Baixa Tensão 1	Q. Posto Transformação Q.PT (8)	
		Q. Máquina Buhler QMB-5-Q	Forno Fusor Máquina 500T(7)" Q. Periféricos Máquina Toshiba (7) Q. Periféricos Máquina 600T(6) Q. Periféricos Máquina 500T(5) Forno Manutenção Máquina 660D Máquina 660D Máquina 530T Forno Manutenção Máquina 530T
		Q. Zona Fundição QZF-1-Q	Iluminação 1
			Iluminação 2
			Iluminação 3
			Iluminação 4
			Iluminação Emergência
			Gestão Energia
			Q. Nível do Óleo de Corte
			Alim. Contador
			Ilum do W.C.
			Máquina 350 (3)
			Máquina 350 (2)
			Q. Periféricos Máquina 350 (3)
			Q.E. Bunker
			Q. Periféricos Máquina 250
			Q. Periféricos Máquina 350 (1)
			Q. Periféricos Máquina 350 (2)
			Q. Periféricos Máquina 1400D
			Ponte
			Máquina 1400D
			Máquina 350 (1)
			Máquina 250
		Q. Serviços Auxiliares QSA-6-Q	Iluminação (Vacuest Comp. Óleos) Iluminação (Cais) Gestor Compressores Q. Bombas (Junto ao PT) Tanque da Vacuest - 1 Máquina de Polir Q. Bomba do Furo Compressor GA90-1 Compressor GA110 Vacuest
		Q. Ventilação e Bombagem das Torres	
		Q. Acabamento QZA-2-Q	Iluminação Maquinagem 1 Iluminação Maquinagem 2 Iluminação Maquinagem 3 Iluminação Maquinagem 4 Iluminação Transformador Acabamento/Manutenção Canalis do Acabamento (3x400V) Canalis da Manutenção (3x400V) Canalis do Acabamento (maqs. De lixar/aspurar) Canalis 11
		Q. AVAC QAVAC-3-Q (7)	
		Q. Escritórios QE-4-Q (6)	
		Disjuntor da UPAC 1	

Transformador 2 1250kVA	Quadro Geral de Baixa Tensão 2	Quadro 2 das Bombas de Água	
		Q.S.A.2	Compressor GA200(1) Compressor GA200(2) Forno Indução Briquetes
		Disjuntor Interligação UPAC	
		Bateria Condensadores 1.2	
		Q.M.2	Canais Ligação 2,1 - 2,9 Máquina Briquetes Máquina Grenalha (3) Máquina Grenalha (4) Forno T5 (2) Máquina Grenalha (5)
		Q.P.1	
		Q.F.2	Iluminação Q. Periféricos #840T (13) Q. Periféricos #660T (12) Máquina Buhler 840T(13) Máquina Haas - Amostras Alumínio Máquina #660T(12) Máquina 660(9) Q. Periféricos #660T (9) Forno 12 Máquina Buhler 660T(11) Q. Periféricos #660T (10) Q. Periféricos Máquina 660T (11) Máquina Buhler 660T(10) Q. Periféricos Máquina 660T (10)

A alimentação elétrica da TESCO é efetuada em média tensão (MT), possuindo um Posto de Transformação (PT) equipado com dois transformadores da marca Efavec, ambos com uma potência de 1250 kVA. O primeiro transformador, do tipo V84.150, tem o número de série K000894 e foi fabricado em 2004. O segundo transformador, também do tipo V84.150, possui o número de série K003223.02 e data de 2008.

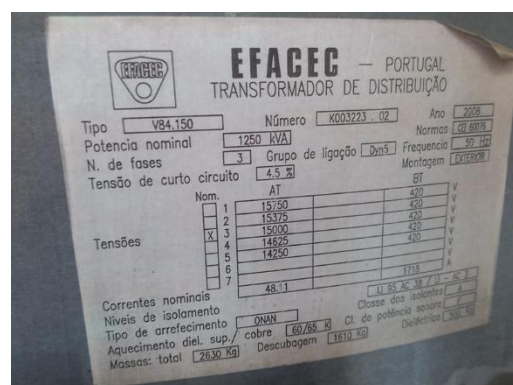


Figura 5 – Transformadores instalados na TESCO, 1250 KVA

Gás Natural

O consumo de Gás Natural na instalação, identificado pelo Código Universal da Instalação (CUI) PT 1601 0000 0024 8334 LR, está essencialmente associado aos fornos de fundição e na caldeira responsável pelo aquecimento das águas sanitárias.



Figura 6 – Fornos de Fundição e Caldeira: Gás Natural

Gasóleo/Gasolina

A frota automóvel de apoio da TESCO que circula no exterior das instalações são veículos ligeiros híbridos consumindo Gasolina e um veículo a Gasóleo. A frota é constituída por 7 veículos, 4 da marca Honda, 1 da marca BMW, 1 da marca VW e, por último, 1 da marca Renault. Destes veículos, três são Híbridos Plug in, 1 é a gasóleo e os restantes são unicamente híbridos.

UPAC

A Tesco dispõe de uma unidade de produção para autoconsumo (UPAC) instalada em 2022, com uma potência nominal de 1.000 kW. Esta UPAC é composta por aproximadamente 1835 módulos JA Solar, modelo JAM72A30-545/MR de 545Wp, e utiliza 20 inversores da marca Huawei, modelo SUN2000-50KTL de 50 kW, para converter a energia solar em eletricidade.



Figura 7 – Inversores Huawei e painéis solares fotovoltaicos: UPAC

Sistema de Gestão de Energia

Um sistema de gestão de energia é capaz de monitorizar todas as formas de energia consumidas na instalação e registar valores de temperaturas, estados dos processos entre outros. Através dos registos de todos os consumos energéticos e das produções é possível obter indicadores de desempenho diários, com a elaboração de relatórios automáticos com os mesmos.

Com um sistema de gestão de energia é possível visualizar os consumos instantâneos e históricos, assim como visualizar custos de cada sector, de acordo com a energia consumida em cada um e de acordo com o tarifário aplicado à instalação, para qualquer período pretendido. O sistema de gestão permite controlar equipamentos, para evitar que estes fiquem ligados quando não são necessários, de acordo com horários pré-determinados, através da leitura de variáveis externas ou através de ordens dadas pelos utilizadores. O sistema de gestão permite obter poupanças mais significativas, quanto maior for o empenho das equipas de manutenção na análise do sistema e no controle dos custos energéticos. Permite verificar as poupanças reais obtidas se implementadas medidas de eficiência energética nas instalações. As instalações da TESCO possui um sistema de monitorização e gestão de energia, cujos pontos de monitorização de elétrica são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 7 – Especificação dos pontos de energia elétrica ativos e desativados.

Transformador 2 1250kVA	Quadro Geral de Baixa Tensão 2	Quadro 2 das Bombas de Água 	
		Q.S.A.2	Compressor GA200(1)  Compressor GA200(2)  Forno Indução Briquetes
		Disjuntor Interligação UPAC	
		Bateria Condensadores 1.2	
		Q.M.2	Canais Ligação 2,1 - 2,9 Máquina Briquetes Máquina Grenalha (3) Máquina Grenalha (4) Forno T5 (2) Máquina Grenalha (5)
		Q.P.1	
		Q.F.2 	Iluminação Q. Periféricos #840T (13) Q. Periféricos #660T (12) Máquina Buhler 840T(13)  Máquina Haas - Amostras Alumínio Máquina #660T(12)  Máquina 660(9) Q. Periféricos #660T (9) Forno 12  Máquina Buhler 660T(11)  Q. Periféricos #660T (10)  Q. Periféricos Máquina 660T (11)  Máquina Buhler 660T(10)  Q. Periféricos Máquina 660T (10) 

Transformador 1 1250kVA	Quadro Geral de Baixa Tensão 1	Q. Posto Transformação Q.PT (8)	
		Q. Máquina Buhler QMB-5-Q	Forno Fuser Máquina 500T(7)"
			Q. Periféricos Máquina Toshiba (8)
			Q. Periféricos Máquina Máquina 600T(6)
			Q. Periféricos Máquina Máquina 500T(5)
			Forno Manutenção Máquina 600D
			Máquina 600D
			Máquina 530D
			Forno Manutenção Máquina 530D
		Q. Zona Fundição QZF-1-Q	Iluminação 1
			Iluminação 2
			Iluminação 3
			Iluminação 4
			Iluminação Emergência
			Gestão Energia
			Q. Nível do Óleo de Corte
			Alim. Contador
			Ilum do W.C.
			Máquina 350 (3)
			Máquina 350 (2)
			Q. Periféricos Máquina 350 (3)
			Q.E. Bunker
			Q. Periféricos Máquina 250
			Q. Periféricos Máquina 350 (1)
			Q. Periféricos Máquina 350 (2)
			Q. Periféricos Máquina 1400D
			Ponte
			Máquina 1400D
			Máquina 350 (1)
			Máquina 250
		Q. Serviços Auxiliares QSA-6-Q	Iluminação (Vacuest Comp. Óleos)
			Iluminação (Cais)
			Gestor Compressores
			Q. Bombas (Junto ao PT)
			Tanque da Vacuest - 1
			Máquina de Polir
			Q. Bomba do Furo
			Compressor GA90-1
			Compressor GA110
			Vacuest
		Q. Ventilação e Bombagem das Torres	
		Q. Acabamento QZA-2-Q	Iluminação Maquinagem 1
			Iluminação Maquinagem 2
			Iluminação Maquinagem 3
			Iluminação Maquinagem 4
			Iluminação
			Transformador Acabamento/Manutenção
			Canalis do Acabamento (3x400V)
			Canalis da Manutenção (3x400V)
			Canalis do Acabamento (maqs. De lixar/aspirar)
			Canalis 11
		Q. AVAC QAVAC-3-Q (7)	
		Q. Escritórios QE-4-Q (6)	

O sistema atualmente monitoriza 7 contadores parciais de energia elétrica (assinalados a verde), dois contadores de ar comprimido e 6 contadores parciais de gás natural, alocados à monitorização dos fornos 1,2,9,10,11 e 13. Para além destes contadores, foram desativados em 2021, 11 contadores parciais de energia elétrica, assinalados a vermelho. Será apresentado uma MURE que visa o upgrade sistema de monitorização atualmente instalado, fazendo a desagregação efetiva dos consumos da instalação, situação que atualmente não está contemplada.

Principais Consumidores do Processo Produtivo

Os principais consumidores de uma instalação estão por norma associados ao processo produtivo e alguns serviços auxiliares. No caso do TESCO destaca-se o consumo do processo produtivo, onde integram as diversas máquinas de fundição, de acabamento e de maquinagem. O setor produtivo, além da energia elétrica, é responsável pelo consumo de gás natural. As características técnicas dos equipamentos instalados são apresentadas em anexo, no caso dos fornos de fusão também são apresentadas a horas de funcionamento, consumo de gás natural, produção e consumo específico.

Fundição

A fundição envolve a fusão do alumínio sólido, a sua injeção no molde em estado líquido, o arrefecimento e a remoção da peça final. A fusão ocorre em fornos de fundição, predominantemente alimentados por gás natural. As máquinas com esses fornos possuem capacidade para fundir alumínio sólido e manter o banho de alumínio aquecido por meio de queimadores dedicados.



Figura 8 – Exemplos de fornos a gás natural

Por outro lado, os fornos elétricos são projetados apenas para manter a temperatura, exigindo o abastecimento com alumínio já no estado líquido. Para suprir essa necessidade, um forno fusor a gás natural, semelhante aos demais fornos a gás, é utilizado para derreter o alumínio que será posteriormente empregado nas máquinas com forno elétrico.



Figura 9 – Forno de fusão (esquerda) e forno elétrico de mantimento (direita)

A fundição apresenta consumos de forma contínua, 24 horas por dia, embora tipicamente não exista produção durante os fins de semana e feriados, mas a temperatura do alumínio líquido nos fornos deve ser mantida nesse período. O controle da queima é realizado por set-points de temperatura, monitorando variáveis como a temperatura do banho, da tampa, das paredes e dos gases de exaustão do forno.

Para a injeção do alumínio nos moldes, são utilizados equipamentos auxiliares, como ar comprimido e água arrefecida, gerados centralmente, além de vácuo e bombas hidráulicas (óleo), que funcionam por geração elétrica local. A alimentação dos fornos é feita com lingotes de liga de alumínio e rejeitos resultantes das etapas de enchimento de moldes e acabamento das peças.

Os fornos são termicamente isolados tendo sido recolhidas as temperaturas das paredes das fornalhas. As temperaturas observadas variam entre os 50 e 90°C.



Figura 10 – Exemplo de temperatura da parede das fornalhas dos fornos de fusão.

Acabamento

No setor de acabamento, após a fundição e o arrefecimento natural, os componentes passam por operações de rebarbagem, escareamento e projeção de granalha, visando aprimorar seu aspeto visual.





Figura 11 – Máquinas de Granalhagem

Nesta secção existem também dois fornos de tratamento térmico - Forno T5 (2) e Forno T5 (3) - para um endurecimento secundário.



Figura 12 – Fornos Tratamento Térmico

Verificou-se a necessidade de aplicação de isolamento térmico destes fornos, tendo-se registado valores de temperatura superiores a 100°C, nomeadamente nas portas dos fornos.



Figura 13 – Exemplo de temperatura nas portas dos fornos TT (esq. Forno T5(3) e dir. Forno T5(2)).

Maquinagem

Após o acabamento, as peças são encaminhadas para o setor de maquinagem, onde passam por operações como furação, roscagem, fresagem e torneamento. Para isso, são utilizados equipamentos robotizados e dispositivos de fixação especiais, contando com aproximadamente 106 máquinas de comando numérico computadorizado (CNC). Nessa etapa, também são montados acessórios nos componentes, caso necessário.

Neste setor, o consumo é exclusivo de energia elétrica, sendo utilizada principalmente para o acionamento de motores e iluminação. Além disso, há um uso significativo de ar comprimido nas máquinas CNC e em pistolas de ar, empregadas na limpeza final das peças.



Figura 14 – Máquinas CNC

Do processo de maquinagem resultam várias limalhas, sendo que estas são reencaminhadas para uma prensa que transforma estas limalhas soltas em briquetes cilíndricos, reduzindo significativamente o volume do resíduo. Estes briquetes eram encaminhados para um forno específico, forno de briquetes, promovendo economia e sustentabilidade no processo produtivo, no entanto este equipamento já não se encontra em funcionamento.

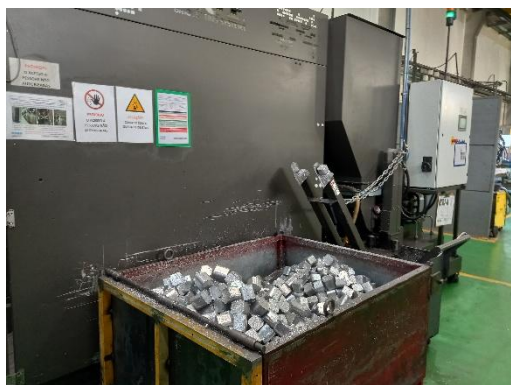


Figura 15 – Máquina briquetes (esquerda) e forno a briquetes (direita)

Serviços Auxiliares

Os serviços auxiliares são sistemas fundamentais para o processo produtivo, nos quais se incluem os sistemas de produção e distribuição de ar-comprimado, central de arrefecimento, tratamento de óleo de corte, sistema de climatização e a iluminação. A seguir será realizada uma breve descrição dos sistemas auxiliares instalados na instalação.

Sistema de Ar Comprimido (SAC)

A instalação possui duas centrais de produção de ar comprimido, que abastecem toda a fábrica. O ar comprimido é utilizado em diversos equipamentos e aplicações, incluindo:

- Instrumentação e acionamentos diversos;
- Limpeza de moldes;
- Entre outras.

A produção é garantida por quatro compressores de parafuso rotativo com injeção de óleo, com secador de ar-comprimido incorporado, sendo que dois deles possuem controle de velocidade variável. Durante a operação normal, a produção de ar comprimido é mantida por 2 compressores de velocidade variável havendo 2 compressores de carga-vazio que funcionam com backup, em caso de avaria/manutenção dos equipamentos principais. Existe ainda um compressor de Alta pressão que se encontra na zona de expedição e é utilizado pontualmente.

Tabela 8 - Características dos Compressores e Secador

Equipamento	Marca	Modelo	Potência (kW)	Modulação	Capacidade FAD (l/s)	Nº Série	Ano	Estado	horas/ano
Compressor #1	Atlas Copco	GA110VSD + FF	110	VSD	334,5	API937817	2024	Ativo	5 856
Compressor #2	Atlas Copco	GA 90VSD FF	90	VSD	259	All 494705	2002	Ativo	3 904
Compressor #3	Atlas Copco	GA 200 FF	212	Carga-Vazio	38	APF 179682	2013	Backup	Backup
Compressor #4	Atlas Copco	GA 200 FF	218	Carga-Vazio	38	APF 209413	2016	Backup	Backup
Compressor Alta Pressão	Atlas Copco	s/informação	2x2,20	Alta Pressão	-	AIW061062	1995	Ativo	-

A instalação dispõe de três depósitos de ar comprimido perfazendo, na sua totalidade, 6.300 litros. As purgas são efetuadas através de purgadores automáticos temporizados.

Tabela 9 - Características dos depósitos de ar-comprimado

Equipamento	Localização	Marca	Tipo	Volume (l)	Pressão Max (bar)	Ano	Nº Fabrico
Depósito #1	Sala Compressores 1	Citergaz	0546/03/ITG	4 000	10,0	2008	570110025
Depósito #2	Sala Compressores 2	Citergaz	009F702/ITG	2 000	10,0	2005	520C10078
Depósito #3	-	Atlas Copco	s/informação	300	30,0	1995	20181073/Q



Figura 16 – Elementos do Sistema de produção e distribuição de ar comprimido

Foram recolhidas as horas de funcionamento totais e de carga dos compressores em funcionamento na instalação, bem como os seus regimes de carga, no caso dos equipamentos com variação de velocidade. A horas apresentadas nas colunas com especificação de uma data, representam as horas de funcionamento do compressor desde o início da sua operação. A coluna “Diferença”, representa, no período considerado, a diferença entre as horas de funcionamento do compressor nos respetivos modos.

O compressor 2 encontrava-se avariado no dia 31/01/2025 e aguardar reparação, não sendo por isso possível recolher as horas iniciais deste equipamento.

Tabela 10 – Horas de funcionamento e distribuição da carga – Compressor 1 (GA110VSD)

	Compressor 1		
	30/01/2025	27/02/2025	Diferença
Nº horas Totais	2 973	3 309	336
Nº horas Carga	2 955	3 284	329
Regime de carga	VSD 1 – 20% RPM		5%
	VSD 20 – 40% RPM		7%
	VSD 40 – 60% RPM		15%
	VSD 60 – 80% RPM		48%
	VSD 80 – 100% RPM		25%

De salientar que o compressor GA110VSD esteve em funcionamento no modo vazio cerca de 0,76% desde que iniciou a sua operação nas instalações. Entre o 31/01 a 27/02 essa percentagem subiu para 2,1%, devido à entrada em funcionamento do compressor 3 de maior capacidade. Este facto apenas aconteceu porque o compressor GA90VSD se encontrava avariado durante parte desse período. Numa situação normal o compressor 1 não funcionará no modo vazio, caso aconteça será residual.

Tabela 11 – Horas de funcionamento e distribuição da carga – Compressor 2 (GA90VSD)

	Compressor 2		
	30/01/2025	27/02/2025	Diferença
Nº horas Totais	(avaria)	86 371	-
Nº horas Carga	-	-	-
Regime de carga	VSD 1 – 20% RPM		22%
	VSD 20 – 40% RPM		10%
	VSD 40 – 60% RPM		24%
	VSD 60 – 80% RPM		27%
	VSD 80 – 100% RPM		17%

Tabela 12 – Horas de funcionamento e distribuição da carga – Compressor 3 (GA200)

	Compressor 3		
	30/01/2025	27/02/2025	Diferença
Nº horas Totais	37 858	38 105	247
Nº horas Carga	29 038	29 180	142

Tabela 13 – Horas de funcionamento e distribuição da carga – Compressor 4 (GA200)

	Compressor 4		
	30/01/2025	27/02/2025	Diferença
Nº horas Totais	21 981	21 981	0
Nº horas Carga	15 465	15 465	0

As centrais de ar comprimido, responsáveis pela geração do ar comprimido utilizado maioritariamente nas máquinas CNC e pistolas de ar, é equipada com um controlador Optimizer 4.0 da Atlas Copco e opera a uma pressão de funcionamento de 6,2 bar. Este sistema de controlo avançado otimiza o funcionamento dos compressores, potencialmente ajustando a produção à demanda para manter a pressão de 6,2 bar de forma eficiente. Os compressores 1 e 2 (GA110VSD e GA90VSD), são suficientes para as necessidades atuais da instalação. No entanto, por avaria ou manutenção, os compressores GA200 necessitam de entrar em funcionamento.

O esquema simplificado das duas centrais de produção de ar comprimido que abastecem a rede única de ar-comprimido apresenta-se na figura seguinte.

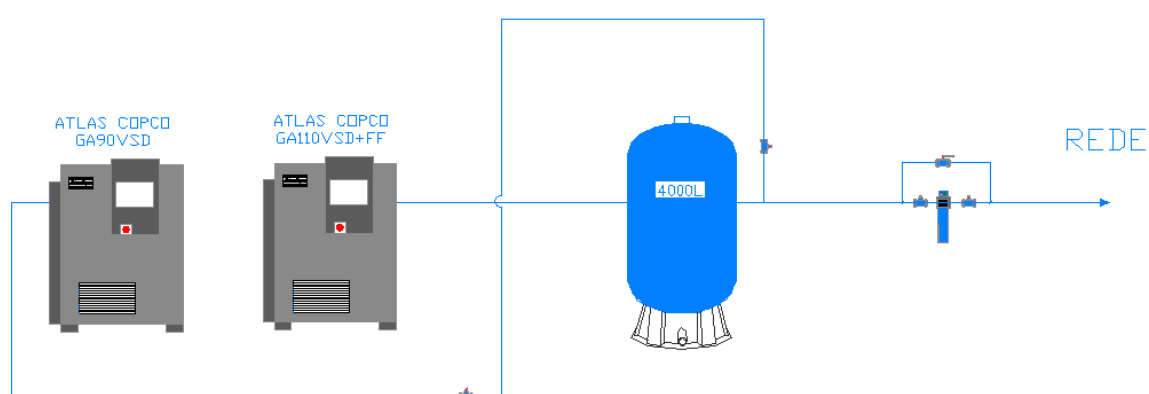


Figura 17 – Esquema simplificado da produção de ar comprimido – Central 1

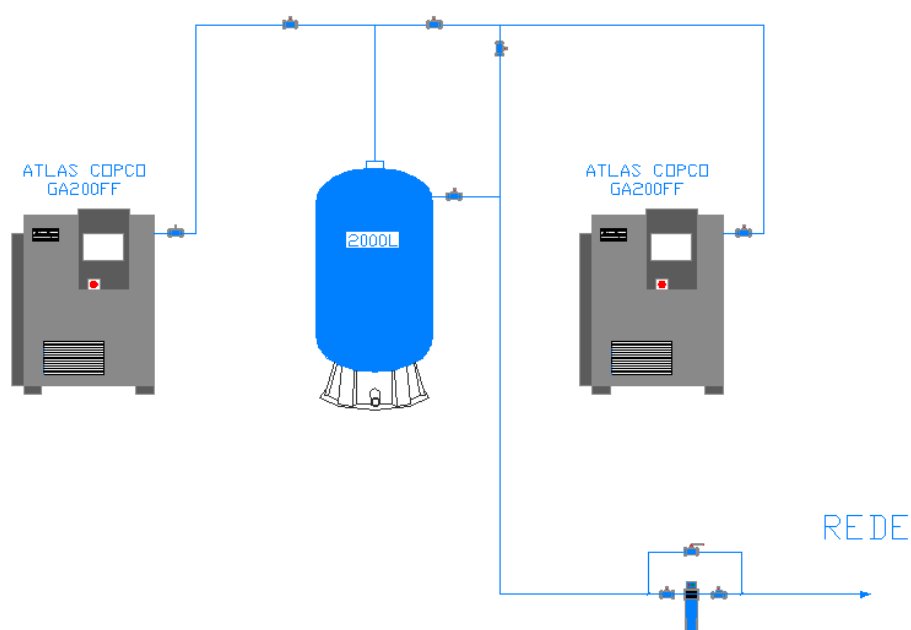


Figura 18 – Esquema simplificado da produção de ar comprimido – Central 2

Tratamento de Óleo de Corte

No processo de maquinagem, os operadores necessitam de ter acesso a água quente. Esta água aquecida é retirada de dois tanques, o tanque de limpeza de chão e o tanque de limpeza de peças, os quais são aquecidos com resistência elétrica e se encontram a temperaturas altas, entre 48°C e 50°C, respetivamente. Estes tanques encontram-se termicamente isolados (medida adicional contemplada no ARCE anterior)

De notar que ambos os tanques mencionados dispõem de contadores, sabendo-se o gasto da instalação no aquecimento elétrico desta água.



Figura 19 – Tanques de AQ para limpeza de chão e peças.

A água retirada, quando classificada como inutilizável, é reencaminhada para um tanque de resíduos, na zona de maquinagem. Esta água é uma emulsão de água e óleo de corte proveniente das máquinas CNC. Do tanque de resíduos, a emulsão é reencaminhada para um tanque “buffer” de 10.000 litros enterrado por baixo da instalação.

Posteriormente, com o auxílio de bombas submersíveis, a emulsão é redirecionada para um tanque de acumulação com 30.000 litros de capacidade.



Figura 20 – Tanque Acumulação 30.000 litros

O tratamento do óleo inicia-se nesta etapa. Ou seja, os efluentes acumulados no tanque são injetados numa máquina da marca H2O, modelo VACUDEST, que trata 20.000 litros por dia.

Tabela 14 - Características da Vacudest

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Série	Ano	Potência Nominal (kW)
Vacudest	H2O	Vacudest L	500390	2017	75

A máquina VACUDEST é um sistema de destilação a vácuo, cujo funcionamento se baseia na evaporação da água contaminada. A água é aquecida sob pressão reduzida, permitindo que evapore a temperaturas mais baixas, economizando energia, e o óleo permanece como resíduo concentrado. O vapor de água é arrefecido e convertido novamente em líquido e encaminhado para o saneamento, sendo que o óleo concentrado é colocado num depósito para posterior reencaminhamento.

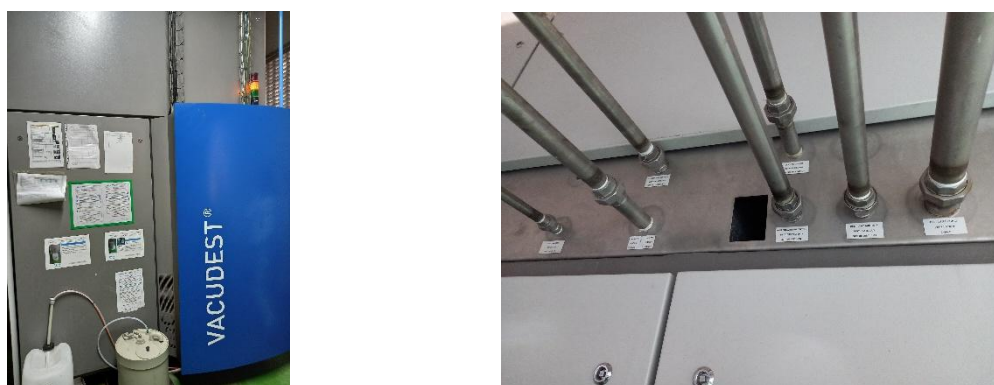


Figura 21 – Tratamento de Óleo Corte: Vacudest

Condensadores Evaporativos

Na Tesco, existem duas torres de evaporação do tipo aberto (Evapco), localizadas no exterior da unidade industrial, responsáveis pelo arrefecimento da água do circuito fechado de refrigeração. Ambas operam simultaneamente, cada uma atendendo a circuitos distintos das máquinas de fundição. O sistema de bombagem associado a estas torres de arrefecimento é controlado por Variadores de Velocidade (VSD - Variable Speed Drives).

A água aquecida proveniente das máquinas é encaminhada para um tanque submerso, de onde é captada e direcionada para a torre de arrefecimento. Após o processo de dissipação térmica, a água arrefecida é armazenada num tanque de água fria e, posteriormente, redistribuída às máquinas por meio de um sistema de bombagem.

As características das torres de arrefecimento e dos restantes elementos pertencentes ao circuito apresentam-se nas seguintes tabelas.

Tabela 15 – Características das Torres de Arrefecimento

Equipamento	Marca	Modelo	Nº Serie	Potência Ventilador (kW)	Ano
Torre # 2	evapco	AT-18-79	16-790501	11	2016
Torre # 1	evapco	1CT-4-712 LSF	8-345170	2x2,2	2008

Tabela 16 – Características do sistema Bombagem

Bombas	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Pot. Nominal (kW)	Q. (m³/h)	Alt. Manom. (m.c.a)	Cos fi	Vel. Rotação (rpm)	Observações
Bomba Recirculação Torre #2	Grundfos	NB65-125	87322229	5,5	107	14,7	0,87	2920	IE3 - 89,2% -
Bomba Recirculação Torre #2	Grundfos	NB65-125	87322229	5,5	107	14,7	0,87	2920	IE3 - 89,2% -
Bomba Dist. Ág. Fria Torre #2	Grundfos	NB50-200	87420030	18,5	88,6	52,6	0,89	2940	IE3 - 92,4% -
Bomba Dist. Ág. Fria Torre #2	Grundfos	NB50-200	87420030	18,5	88,6	52,6	0,89	2940	IE3 - 92,4% -
Bomba Recirculação Torre #1	Grundfos	NB65-125	87322229	5,5	107	14,7	0,87	2920	IE3 - 89,2% -
Bomba Recirculação Torre #1	Grundfos	NB65-125	87322229	5,5	107	14,7	0,87	2920	IE3 - 89,2% -
Bomba Dist. Ág. Fria Torre #1	Grundfos	NB50-200	340313530	18,5	89	52,6	0,89	2940	IE3 - 89,2% -
Bomba Dist. Ág. Fria Torre #1	Grundfos	NB50-200	87420030	18,5	89	52,6	0,89	2940	IE3 - 92,4% -
Bomba Dist. Ág. Fria Torre #1	Grundfos	NB50-200	340313530	18,5	89	52,6	0,89	2940	IE3 - 89,2% -



Figura 22 – Torres de Arrefecimento instaladas: EVAPCO

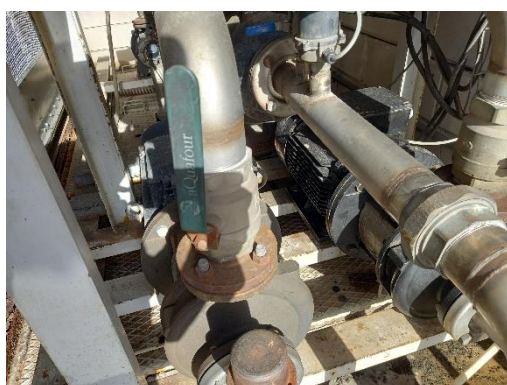


Figura 23 – Exemplos do sistema de Bombagem: Torres Arrefecimentos

O esquema simplificado dos condensadores evaporativos apresenta-se na figura seguinte.

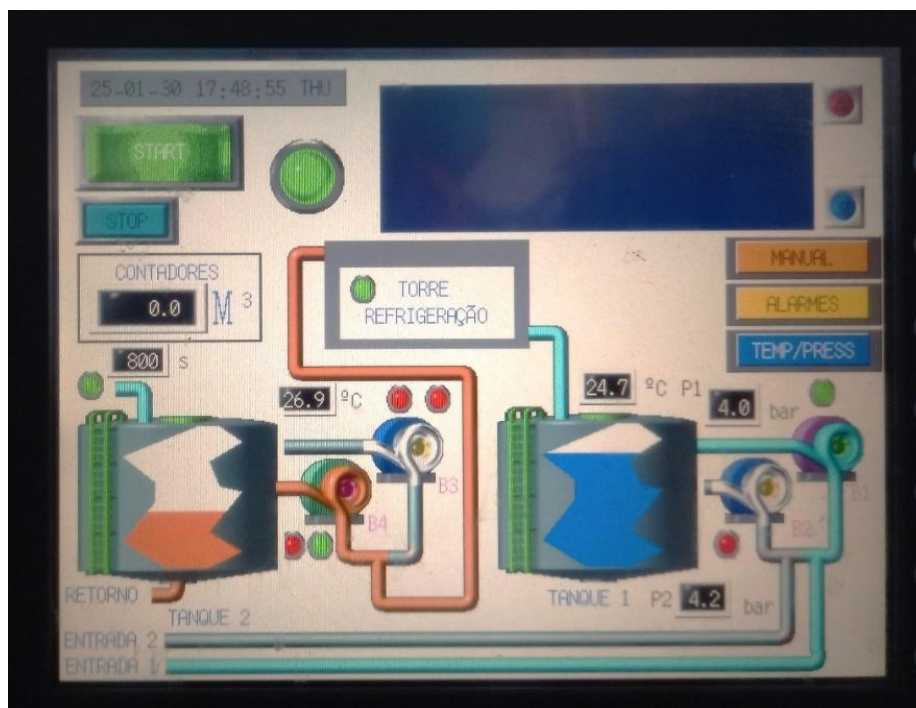


Figura 24 – Esquema simplificado dos Condensadores Evaporativos

Iluminação

A iluminação interior da TESCO é composta maioritariamente por lâmpadas LED, existindo em sítios de melhor utilização, lâmpadas LED tubulares.

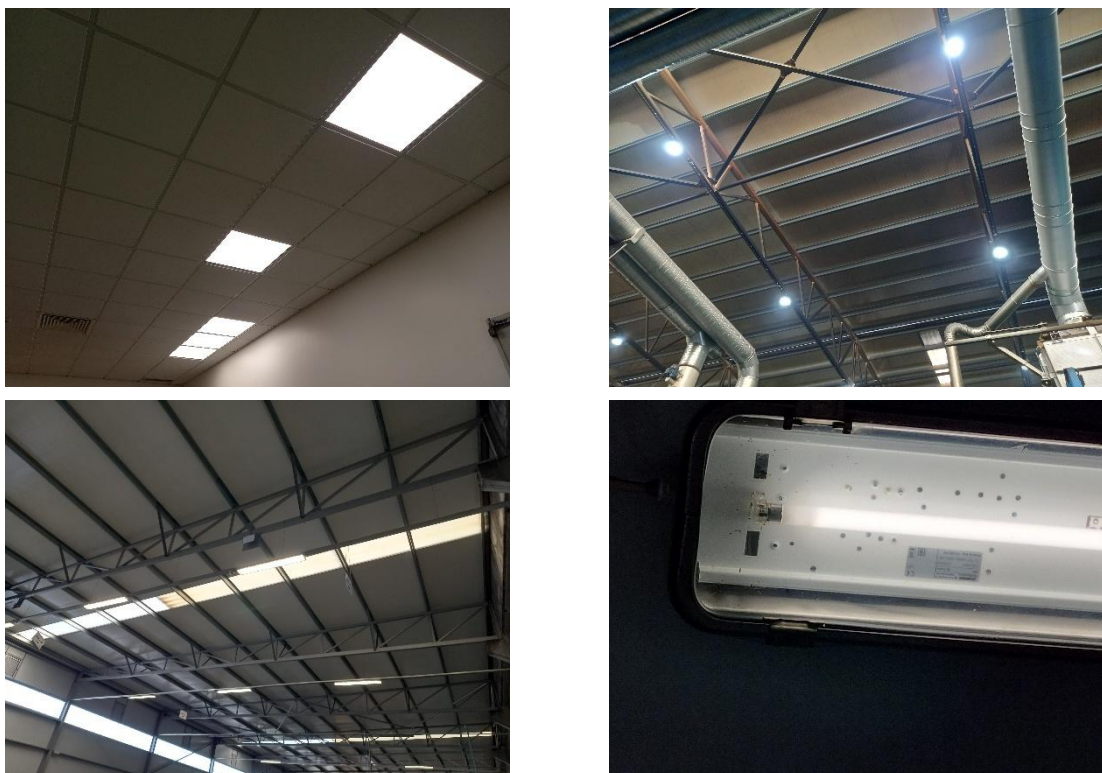


Figura 25 – Exemplos de sistemas de iluminação – iluminação interior

Quanto à iluminação exterior esta apresenta sobretudo luminárias LED e luminárias com lâmpadas de vapor de sódio, sendo que estas últimas não se encontram em funcionamento. O controlo da iluminação exterior é realizado automaticamente através de relógio crepuscular.

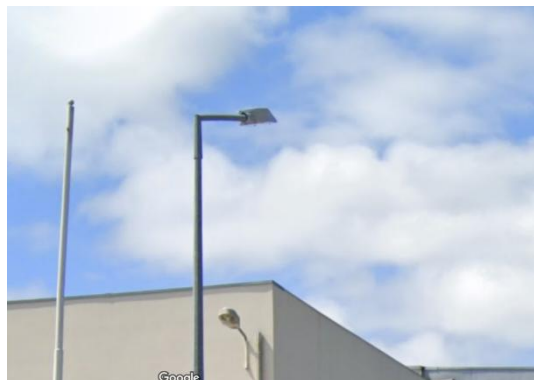


Figura 26 - Exemplos de sistemas de iluminação – iluminação exterior

Outros: Sistemas de Climatização

Nos espaços de apoio à produção, climatização é realizada por um conjunto de sistemas, composto por seis unidades exteriores do tipo VRV (Daikin) inverter, que operam com volume de fluido frigorígeno variável (R410A). Existem ainda algumas unidades de climatização de menor dimensão do tipo Split, que operam com volume de fluido frigorígeno R410A e R32.

Tabela 17 – Sistemas de climatização: Espaços de Apoio

Equipamento	Marca	Modelo	Local	Tipo de Gás	Quant. Gás (kg)	nº série	Ano	Potência Arref. / Aq. (kW)	Eficiência EER/COP
AC#01	Daikin	RZQ200C7Y1B	Administração	R410A	s/chapa	2805271	2008	20,0 / 23,0	3,21 / 3,41
AC#02	Daikin	RZQ250C7Y1B	Administração	R410A	9,30	1805933	2008	24,1 / 26,4	2,81 / 3,21
AC#03	Daikin	RZQ250C7Y1B	Administração	R410A	9,30	2807356	2008	24,1 / 26,4	2,81 / 3,21
AC#04	Daikin	RZQ125C7V1B	Administração	R410A	3,70	1808558	2008	12,5 / 14,0	3,38 / 3,92
AC#05	Daikin	RXYQ8P7W1B	Administração	R410A	7,70	2809604	2008	22,4 / 25,0	4,03 / 4,27
AC#06	Daikin	RZQ250C7Y1B	Administração	R410A	9,30	2807355	2008	24,1 / 26,4	2,81 / 3,21
AC#07	Daikin	RX35GV1B	Administração	R410A	1,00	E011677	2008	3,2 / 3,4	3,37 / 3,74
AC#08	Daikin	s/chapa	Administração	R410A	s/chapa	E011704	2008	s/chapa	s/chapa
AC#09	Daikin	RZQ140C7V1B	Administração	R410A	3,70	2802366	2008	14,0 / 16,0	3,02 / 3,61
AC#10	Daikin	s/chapa	Administração	R410A	s/chapa	E005404	2008	s/chapa	s/chapa
AC#11	Daikin	s/chapa	Administração	R410A	s/chapa	J010566	2008	s/chapa	s/chapa
AC#12	Daikin	RX20GV1B	Portaria	R410A	s/chapa	F005404	2005	2,0 / 3,0	3,62 / 3,90
AC#13	Daikin	s/chapa	2ª Copa	R32	s/chapa	ARXM71R-1	s/chapa	s/chapa	s/chapa
AC#14	Daikin	s/chapa	2ª Copa	R32	s/chapa	ARXM71R-2	s/chapa	s/chapa	s/chapa



Figura 27 – Exemplos dos sistemas de climatização: VRV & Splits

Além do sistema de climatização previamente descrito, a cobertura da instalação alberga duas Unidades de Tratamento de Ar (UTA) com admissão de ar novo. Estas UTAs são responsáveis pelo fornecimento de energia térmica a espaços específicos de apoio à atividade industrial.

Tabela 18 – Unidades de tratamento de ar

Equipamento	Marca	Modelo	Local	Caudal (m³/h)	Pressão (MPa)	Consumo (kW)	Ano
UTA #01	Fast	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa
UTA #02	Fast	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa



Figura 28 – Exemplos dos sistemas de climatização: Unidades de Tratamento de Ar

Adicionalmente, os quadros elétricos das máquinas de fundição também estão equipados com unidades de climatização. As características técnicas detalhadas destes equipamentos são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 19 – Sistemas de climatização: Quadros Elétricos Produção

Equipamento	Marca	Modelo	Local	Tipo de Gás	Quant. Gás (kg)	n° série	Ano	Pot. Arref. (kW)	Efic. EER
Q. Não Identificado	Rittal Top Therm	s/chapa	Quadros Elétricos	R-134A	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa
Q.530T(5)	Rittal Top Therm	s/chapa	Quadros Elétricos	R-134A	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa
Q. Forno Fusor	Rittal Top Therm	SK3383540	Quadros Elétricos	R-134A	0,650	s/informação	2016	1,00	2,55
Q. 1440T (8)	Rittal Top Therm	SK3384100	Quadros Elétricos	R-134A	0,5	s/informação	s/informação	1,50	s/informação
Q. 660T (12)	Rittal Top Therm	SK3384500	Quadros Elétricos	R-134A	0,750	s/informação	2017	0,88	2,24
Q. 660T (9)	Rittal Top Therm	SK3384100	Quadros Elétricos	R-134A	0,5	s/informação	s/informação	1,50	s/informação
Q. 660T (9)	Rittal Top Therm	SK3383540	Quadros Elétricos	R-134A	0,650	s/informação	2016	1,00	2,55
Q. 660T (9)	Rittal Top Therm	SK3384500	Quadros Elétricos	R-134A	0,750	s/informação	2017	0,88	2,24
Q. 660T (10)	Rittal Top Therm	SK3384500	Quadros Elétricos	R-134A	0,750	s/informação	2017	0,88	2,24
Q. 660T (11)	Rittal Top Therm	SK3384500	Quadros Elétricos	R-134A	0,750	s/informação	2017	0,88	2,24
Q. 840T (13)	Rittal Top Therm	SK3383540	Quadros Elétricos	R-134A	0,650	s/informação	2016	1,00	2,55



Figura 29 – Exemplos dos sistemas de climatização: Unidades climatização Quadros

Outros: Águas Quentes Sanitárias

Para a preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS), o edifício conta com um sistema solar térmico de circulação forçada, complementado por uma caldeira a gás natural de condensação. O sistema é composto por quatro coletores solares planos.

Quanto à acumulação, existem dois depósitos verticais equipados com permutador interno do tipo serpentina, com capacidade de 1.000 litros. Esses depósitos estão instalados em uma área técnica na cobertura do edifício.

Tabela 20 – Sistema Solar Térmico: AQS

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Quantidade	Observações
Painéis Solares Térmicos	s/chapa	s/chapa	s/chapa	s/chapa	4,0	Circulação Forçada

Tabela 21 – Sistema de Apoio: AQS

Equipamento	Fabricante	Modelo	Pot. (kW)	Rend. (%) ²	T Util. (°C)	Nº Serie	Cap. (l)	Observações
Caldeira	Baxi	WGB 110i	110	99,4	68,3	23052116	-	Mural Condensação Gás Natural
Depósito Acumulação #1	Mecalia	DP 1316/A	-	-	90,0	13844	1000	-
Depósito Acumulação #2	Mecalia	DP 1316/A	-	-	90,0	13845	1000	-



Figura 30 – Exemplo dos equipamentos instalados: Águas Quentes Sanitárias

A rede de distribuição de água quente encontra-se de um modo geral bem isolada, nas figuras seguintes são apresentadas evidências do correto isolamento da rede.



Figura 31 – Evidência de isolamento na rede de água quente.

² Rendimento a 100% da carga e temperatura de ida 70°C e retorno 50°C, temperatura média = 60°C.

CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA E PRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a evolução dos consumos energéticos no ano de 2024, e respetivos custos, determinando a possível tendência de consumo da instalação em análise e a evolução dos custos por unidade de energia considerada. Apresenta-se igualmente as produções, permitindo analisar o consumo energético em função da produção efetuada, e calcular os principais indicadores energéticos. Os fatores de conversão utilizados são os do Despacho nº 17313/2008 para energia elétrica, gás natural, gasóleo/diesel, gasolina e energia elétrica (UPAC).

Tabela 22 - Fatores de conversão considerados

Decreto Lei 71/2008	Poderes Caloríficos Inferiores					Fatores de Emissão de Combustíveis		
	Densidade (kg/m³)	[MJ/kg]	[tep/kWh]	[tep/t]	[kWh/kg]	kg CO _{2eq} /GJ	kg CO _{2e} /kWh	kg CO _{2e} /tep
Energia Elétrica	-	3,6	0,000215	-	-	-	0,47	0,0
Gás natural	0,8404	45,1	-	1,077	-	64,1	-	2 683,7
Gasóleo/Diesel	835,0	42,3	-	1,010	-	74,0	-	3 098,2
Combustível para motor (gasolina)	750,0	44,0	-	1,051	-	69,2	-	2897,3
Energia Elétrica (UPAC)	-	3,6	0,000215	-	-	-	0,0	0,0

Consumos e Custos

As fontes de energia consumidas pela instalação, que foram alvo de análise no âmbito da presente auditoria são a energia elétrica, gás natural, gasóleo/diesel, gasolina e energia elétrica (UPAC).

Nas tabelas seguintes estão representadas as quantidades consumidas para os anos 2023 e para o período de referência (ano de 2024), para as diferentes fontes energéticas, com conversões para Energia Primária (tep) e Energia Final (GJ), bem como o custo e emissões equivalentes de CO_{2e} associadas.

Tabela 23 - Consumos e custos de energia, emissões de CO2e e repartição do custo global de energia (2023)

Ano	Fontes de Energia	Consumo			Custo	Emissões
		[tep]	[GJ]	[MWh]	[€]	[tCO2e]
2023	Energia Elétrica	910,9	15 252	4236,6	395 219	1991,2
	Gás natural	772,0	32 327	8 980	785 021	2071,8
	Gasóleo/Diesel	1,8	74	20	2 858	5,4
	Combustível para motor (gasolina)	1,2	50	14,0	2 153	3,4
	UPAC: Autoconsumo Energia Elétrica	222,8	3 731	1036,3	0	0,0
	UPAC: Excedente Energia Elétrica	-56,7	-950	-263,8	-8 291	0,0
		1 851,9	50 484	14 023	1 176 959	4 071,8

Tabela 24 - Consumos e custos de energia, emissões de CO2e e repartição do custo global de energia (2024)

Ano	Fontes de Energia	Consumo			Custo	Emissões
		[tep]	[GJ]	[MWh]	[€]	[tCO2e]
2024	Energia Elétrica	1014,1	16 981	4716,8	545 240	2216,9
	Gás natural	905,5	37 917	10 532	528 959	2430,0
	Gasóleo/Diesel	1,9	79	22	3 014	5,8
	Combustível para motor (gasolina)	1,2	53,4	14,8	2 293	3,6
	UPAC: Autoconsumo Energia Elétrica	233,3	3 907	1085,3	0	0,0
	UPAC: Excedente Energia Elétrica	-72,6	-1 215	-337,5	-7 489	0,0
		2 083,5	57 722	16 034	1 072 016	4 656,3

A TESCO apresentou consumo muito semelhante em 2023 e 2024, com um consumo médio de cerca de 309 tep em 2023 e 347 tep em 2024.



Figura 32 - Evolução dos consumos energéticos globais (2023 e 2024)

Relativamente aos custos de energia, verifica-se que de fevereiro a julho de 2024 os custos baixaram em comparação aos meses análogos de 2023.

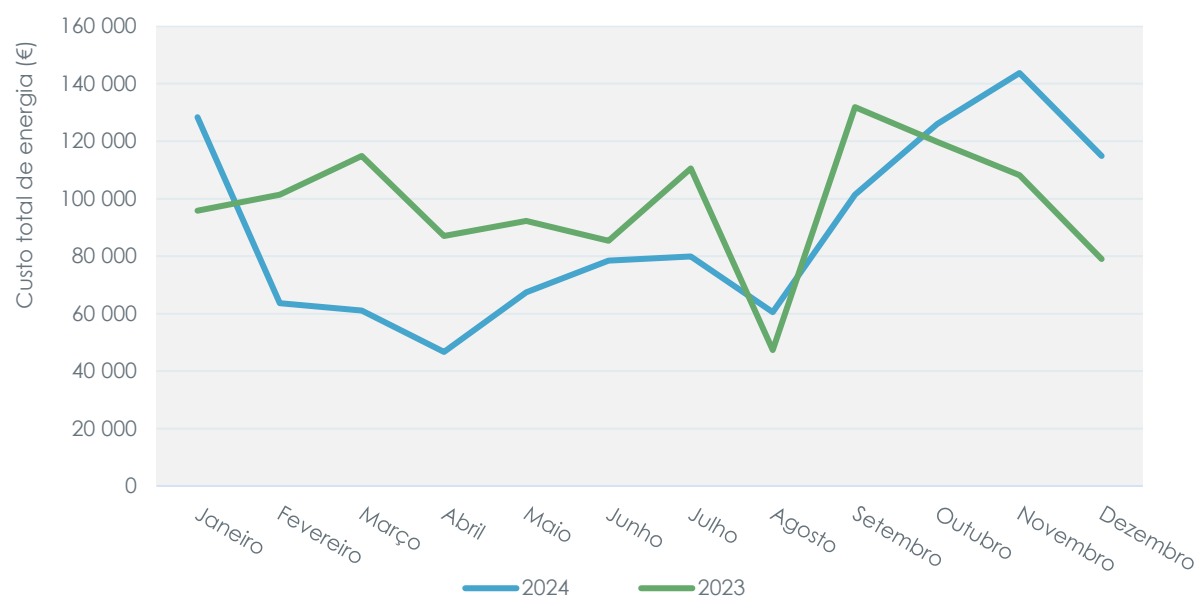


Figura 33 - Evolução dos custos energéticos globais (2023 e 2024)

Ano de referência (2024)

A evolução do consumo de energia para cada vetor energético, bem como a evolução das emissões carbónicas, é apresentada na tabela seguinte.

Tabela 25 - Consumos energéticos - ano de referência (2024)

	Energia Elétrica			Gás natural			Gasóleo/Diesel ³			Combustível para motor (gasolina) ⁴			UPAC: Autoconsumo Energia Elétrica			UPAC: Excedente Energia Elétrica			Total	
	kWh	tep	tCO _{2e}	t	tep	tCO _{2e}	t	tep	tCO _{2e}	t	tep	tCO _{2e}	kWh	tep	tCO _{2e}	kWh	tep	tCO _{2e}	tep	tCO _{2e}
Jan	476 194	102,38	223,81	70,93	76,39	205,00	0,16	0,17	0,51	0,06	0,06	0,17	40 687	8,75	0,00	-4 598	-0,99	0,00	186,75	429,50
Fev	443 402	95,33	208,40	70,61	76,05	204,10	0,16	0,16	0,51	0,06	0,06	0,18	55 620	11,96	0,00	-4 780	-1,03	0,00	182,54	413,19
Mar	456 083	98,06	214,36	75,88	81,72	219,32	0,16	0,17	0,51	0,16	0,17	0,48	75 110	16,15	0,00	-14 740	-3,17	0,00	193,09	434,67
Abr	363 284	78,11	170,74	61,58	66,32	177,99	0,14	0,14	0,45	0,14	0,14	0,40	112 225	24,13	0,00	-28 715	-6,17	0,00	162,67	349,59
Mai	380 593	81,83	178,88	74,00	79,70	213,88	0,16	0,16	0,51	0,09	0,09	0,26	121 600	26,14	0,00	-25 490	-5,48	0,00	182,44	393,53
Jun	336 897	72,43	158,34	61,97	66,74	179,12	0,14	0,14	0,43	0,10	0,10	0,29	109 917	23,63	0,00	-37 330	-8,03	0,00	155,02	338,19
Jul	333 089	71,61	156,55	64,74	69,73	187,12	0,15	0,15	0,45	0,06	0,06	0,19	146 239	31,44	0,00	-52 771	-11,35	0,00	161,65	344,31
Ago	200 071	43,02	94,03	48,73	52,48	140,84	0,12	0,12	0,38	0,05	0,05	0,15	108 914	23,42	0,00	-99 064	-21,30	0,00	97,79	235,40
Set	393 575	84,62	184,98	76,23	82,10	220,34	0,16	0,16	0,51	0,09	0,09	0,25	128 000	27,52	0,00	-32 000	-6,88	0,00	187,61	406,08
Out	497 109	106,88	233,64	89,29	96,16	258,07	0,14	0,15	0,45	0,14	0,14	0,40	77 000	16,56	0,00	-10 000	-2,15	0,00	217,73	492,56
Nov	479 278	103,04	225,26	82,27	88,61	237,80	0,17	0,17	0,52	0,09	0,09	0,27	61 000	13,12	0,00	-7 000	-1,51	0,00	203,53	463,85
Dez	357 258	76,81	167,91	64,48	69,45	186,38	0,19	0,20	0,61	0,18	0,18	0,52	49 000	10,54	0,00	-21 000	-4,52	0,00	152,65	355,42
Total	4 716 833	1014,12	2216,91	840,72	905,46	2429,97	1,87	1,89	5,84	1,21	1,23	3,57	1 085 312	233,34	0,00	-337 488	-72,56	0,00	2083,47	4656,30
Média	393 069	84,51	184,74	70,06	75,45	202,50	0,16	0,16	0,49	0,10	0,10	0,30	90 443	19,45	0,00	-28 124	-6,05	0,00	173,62	388,02
Máximo	497 109	106,88	233,64	89,3	96,16	258,07	0,19	0,20	0,61	0,18	0,18	0,52	146 239	31,44	0,00	-4 598	-0,99	0,00	217,73	492,56
Mínimo	200 071	43,02	94,03	48,7	52,48	140,84	0,12	0,12	0,38	0,05	0,05	0,15	40 687	8,75	0,00	-99 064	-21,30	0,00	97,79	235,40

³ Existem 6 faturas nas quais os valores apurados foram estimados, uma vez que a sua digitalização não é clara. O operador já não possui as faturas originais para o esclarecimento de valores.

⁴ Existem 6 faturas nas quais os valores apurados foram estimados, uma vez que a sua digitalização não é clara. O operador já não possui as faturas originais para o esclarecimento de valores.

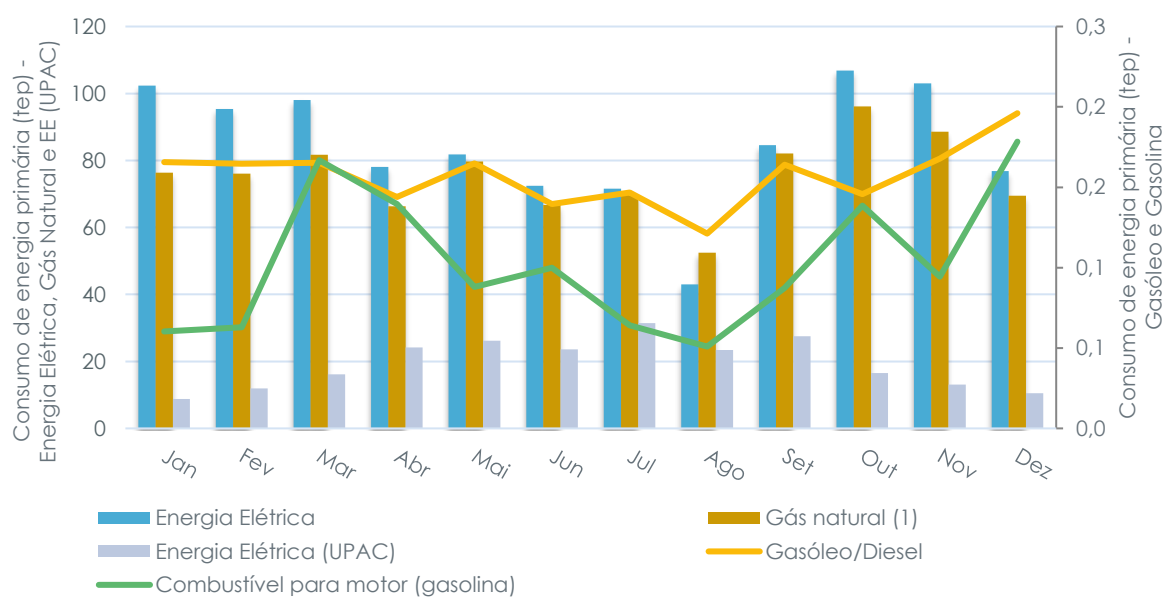


Figura 34 - Evolução dos consumos globais de energia para o ano de referência (2024)

O gráfico anterior demonstra que os consumos de gasóleo e gasolina da frota automóvel são desprezíveis e substancialmente menores em comparação com os demais vetores energéticos da instalação. Relativamente aos custos associados dos diversos vetores energéticos apresenta-se de seguida a evolução dos custos em 2024.

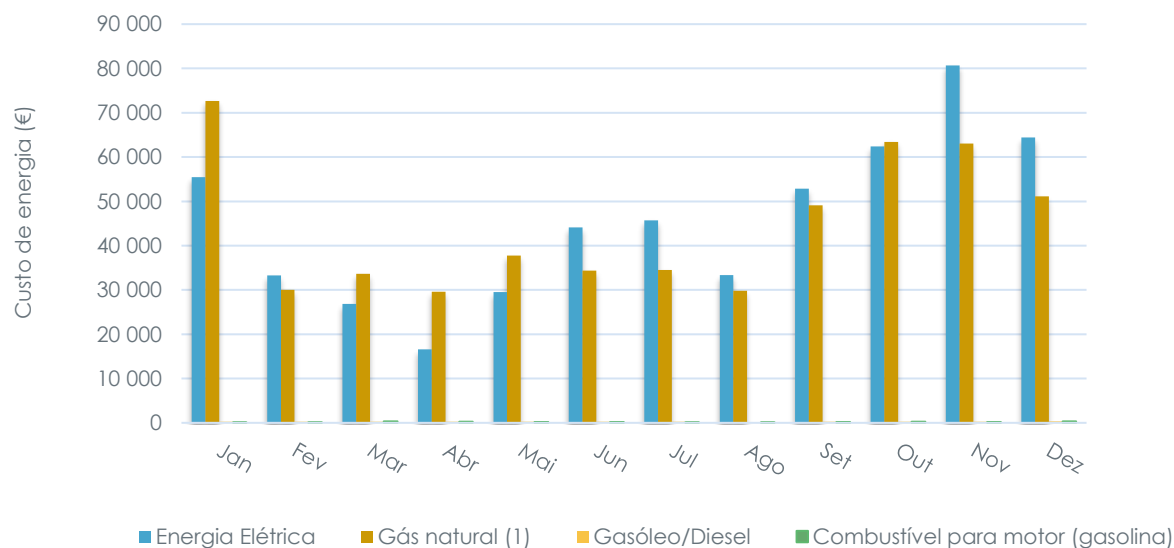


Figura 35 - Evolução dos custos energéticos globais no ano de referência (ANO)

A evolução dos custos no ano de referência esteve em linha com a evolução dos consumos. Relativamente aos custos associados dos diversos vetores energéticos apresenta-se de seguida a evolução de cada vetor energético.

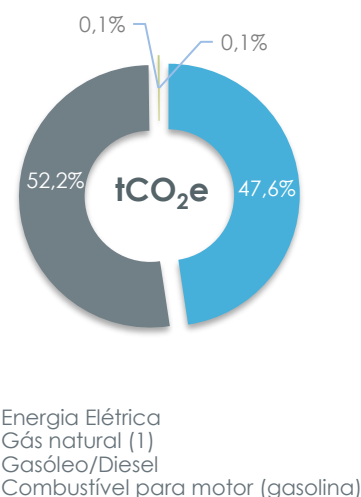
Tabela 26 – Custos energéticos - ano de referência (2024)

Custo Final (€)											
	Energia Elétrica	Energia Elétrica (€/kWh)	Gás natural	Gás natural (€/t)	Gasóleo/Diesel	Gasóleo/Diesel (€/t)	Combustível para motor (gasolina)	Combustível para motor (gasolina) (€/t)	UPAC: Excedente Energia Elétrica	Energia Elétrica (UPAC) - Injeção (€/kWh)	Total
Jan	55 496	0,117	72 643	1024	266	1622	110	1848	-155	0,034	128 360
Fev	33 302	0,075	30 025	425	275	1684	114	1837	-93	0,019	63 622
Mar	26 855	0,059	33 629	443	269	1646	311	1891	-1	0,000	61 064
Abr	16 586	0,046	29 580	480	238	1671	279	2032	-19	0,001	46 664
Mai	29 497	0,078	37 788	511	260	1595	170	1964	-309	0,012	67 407
Jun	44 146	0,131	34 339	554	220	1590	186	1889	-452	0,012	78 439
Jul	45 711	0,137	34 480	533	234	1611	122	1927	-639	0,012	79 908
Ago	33 344	0,167	29 782	611	190	1580	93	1864	-2849	0,029	60 559
Set	52 855	0,134	49 082	644	250	1540	151	1754	-920	0,029	101 418
Out	62 382	0,125	63 400	710	228	1583	256	1877	-288	0,029	125 979
Nov	80 682	0,168	63 060	766	268	1614	169	1822	-441	0,063	143 738
Dez	64 384	0,180	51 152	793	314	1620	331	1883	-1324	0,063	114 858
Total	545 240	-	528 959	-	3 014	-	2 293	-	-7 489	-	1 072 016
Média	45 437	0,116	44 080	629	251	1 614	191	1 890	-624	0,022	17 867
Máximo	80 682	0,180	72 643	1 024	314	1 684	331	2 032	-1	0,063	143 738
Mínimo	16 586	0,046	29 580	425	190	1 540	93	1 754	-2 849	0,000	46 664

Relativamente às emissões de toneladas de CO₂e equivalente dos vetores energéticos apresenta-se de seguida a evolução das mesmas no período de referência e respetivo peso de cada vetor nos consumos globais da instalação. Representou-se apenas os vetores responsáveis por emissões de CO₂e.

Tabela 27 – Emissões de CO₂e - ano de referência (2024)

	Energia Elétrica	Gás natural	Gasóleo / Diesel	Gasolina	Total
	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e
janeiro	223,81	205,00	0,51	0,17	429,50
fevereiro	208,40	204,10	0,51	0,18	413,19
março	214,36	219,32	0,51	0,48	434,67
abril	170,74	177,99	0,45	0,40	349,59
maio	178,88	213,88	0,51	0,26	393,53
junho	158,34	179,12	0,43	0,29	338,19
julho	156,55	187,12	0,45	0,19	344,31
agosto	94,03	140,84	0,38	0,15	235,40
setembro	184,98	220,34	0,51	0,25	406,08
outubro	233,64	258,07	0,45	0,40	492,56
novembro	225,26	237,80	0,52	0,27	463,85
dezembro	167,91	186,38	0,61	0,52	355,42
Total	2 216,91	2 429,97	5,84	3,57	4 656,30
Média	184,74	202,50	0,49	0,30	388,02

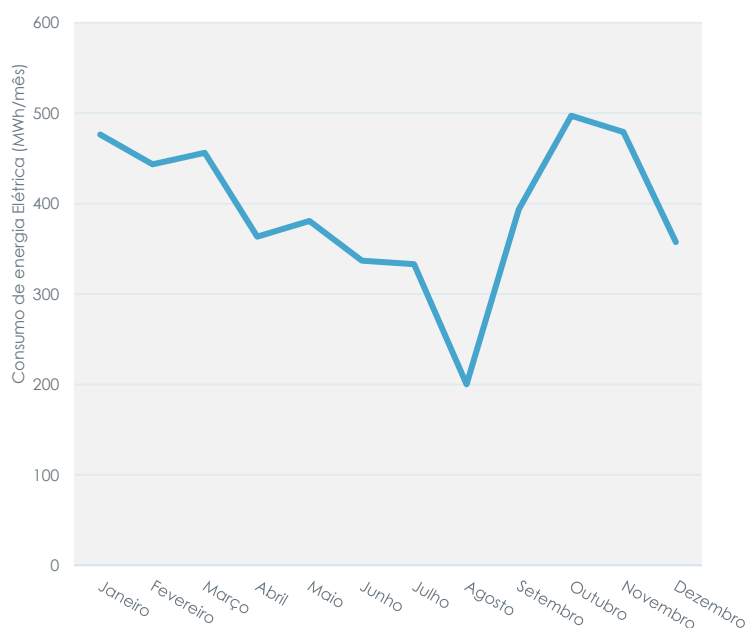


Energia Elétrica

A instalação é consumidora de energia elétrica para o funcionamento de equipamentos de produção, sistemas auxiliares, iluminação e AVAC.

Tabela 28 - Evolução do consumo de energia elétrica (2024)

	Consumo Energia Elétrica	
	kWh	tep
Jan	476 194	102,38
Fev	443 402	95,33
Mar	456 083	98,06
Abr	363 284	78,11
Mai	380 593	81,83
Jun	336 897	72,43
Jul	333 089	71,61
Ago	200 071	43,02
Set	393 575	84,62
Out	497 109	106,88
Nov	479 278	103,04
Dez	357 258	76,81
Total	4 716 833	1014,12
Média	393 069	84,51



Os valores de consumo não coincidem com os valores de custo, ou seja, os meses em que foram registados o maior consumo nem sempre coincidem com os meses em que os custos foram superiores, esta situação deve-se à tarifa indexada de eletricidade tarifário que varia de acordo com os preços do mercado grossista de eletricidade gerido pelo OMIE, operador de mercado elétrico designado.

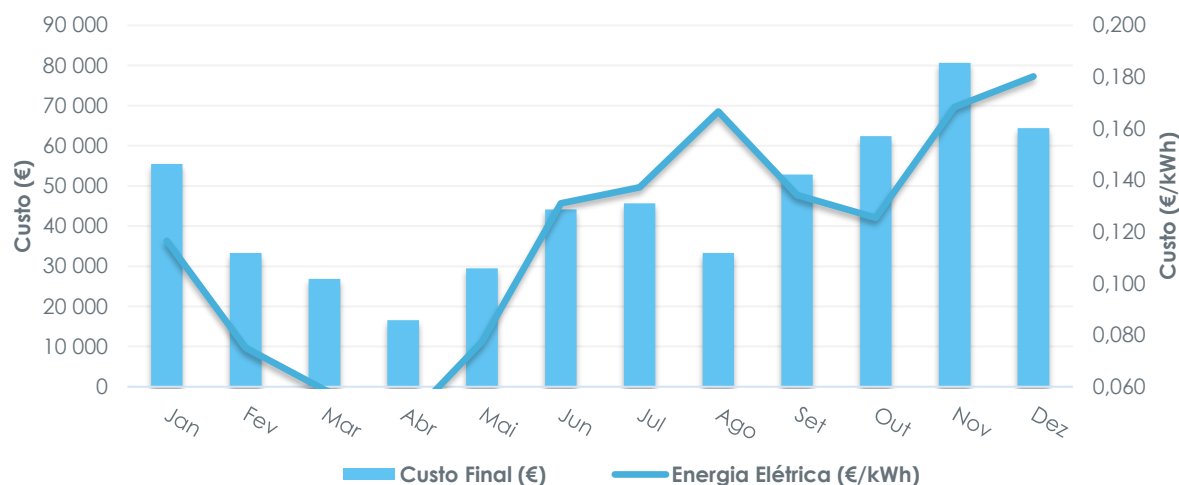


Figura 36 - Evolução de Custos - Energia Elétrica

Os dados recolhidos das faturas de eletricidade permitem verificar nas figuras seguintes de que forma o consumo de energia se distribui ao longo do dia, mediante o número de horas disponíveis em cada termo tarifário no Ciclo Semanal.

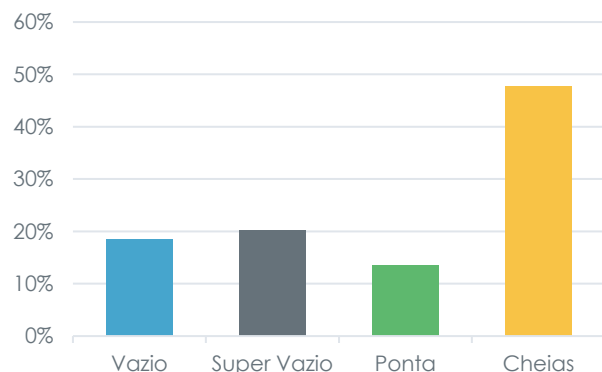


Figura 37 - Distribuição tarifária - MT (dados 2024)

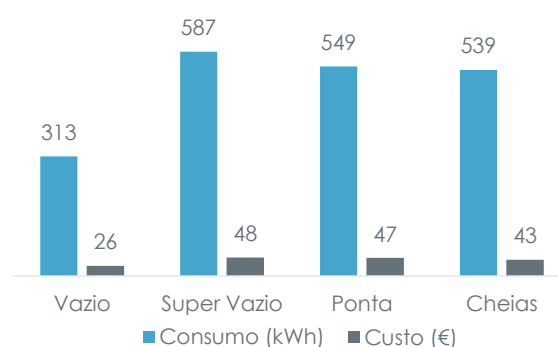


Figura 38 - Distribuição tarifária - Consumo e custo médio por hora - MT (dados 2024)

Analisando as figuras anteriores conclui-se o consumo de energia incide principalmente no período de cheias. No entanto este não é o período que apresenta maior número de horas a serem taxadas no ciclo que o TESCO possui. Assim, é necessário analisar o consumo médio por hora realizado em cada período, ou seja, o consumo realizado pelo número exato de horas de cada período de faturação. O resultado aponta para um consumo superior nos períodos de Super Vazio e Ponta, seguido do período de Cheias e por último, Vazio. Isto traduz-

se num custo médio horário superior no período de Ponta (devido principalmente ao custo com a parcela potência de horas de ponta).

Ainda relativamente ao consumo de energia elétrica, torna-se importante analisar o encargo financeiro. Através da análise da figura seguinte, verifica-se que os encargos financeiros com a energia elétrica estão maioritariamente afetos ao consumo no período de Cheia. De referir ainda, que os encargos com a potência de horas de ponta e da energia ativa em Vazio são representativos. De uma forma resumida apresentam-se os consumos e custos associados ao vetor energia elétrica para o período em análise.

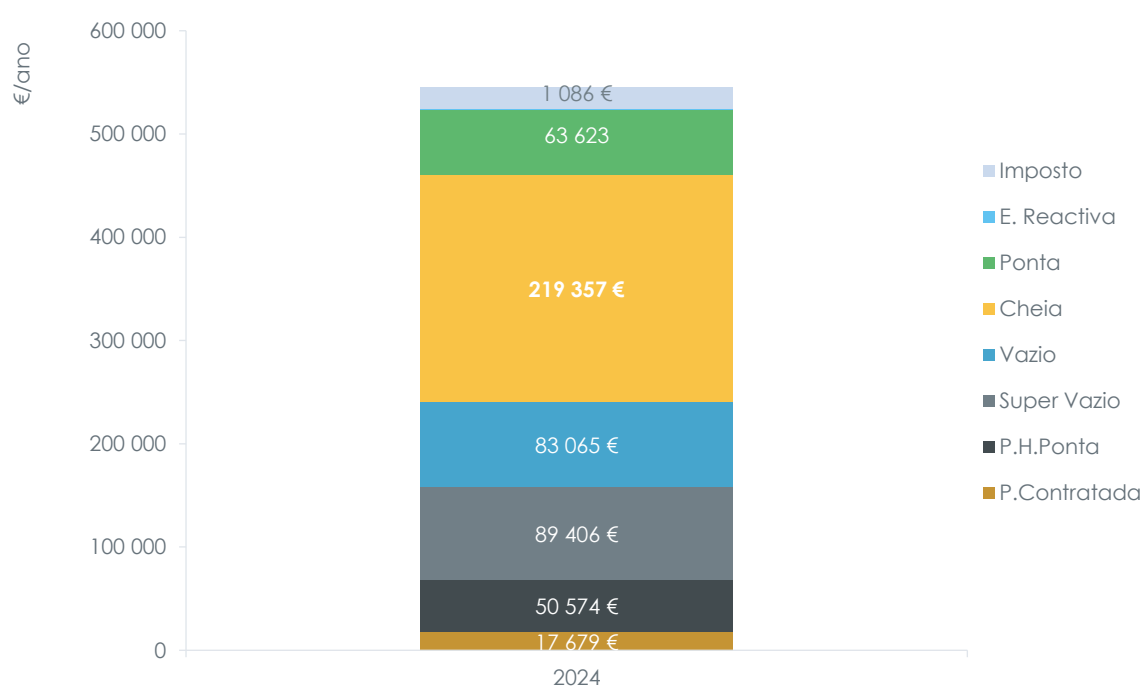
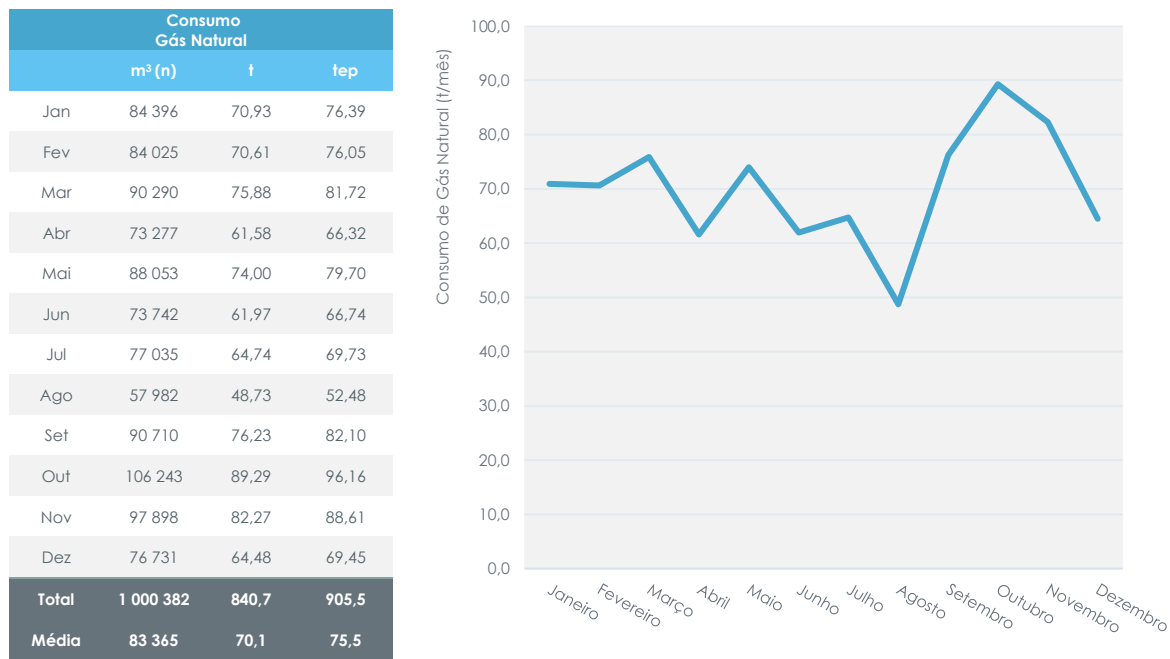


Figura 39 - Desagregação dos custos de energia elétrica (2024)

Gás natural

O consumo de gás natural varia conforme a utilização dos fornos de fundição sendo diretamente proporcional à quantidade de produção, verificando-se que o seu consumo aumentou face ao ano anterior de 2023.

Tabela 29 - Evolução do consumo de gás natural (2024)



O custo médio obtido para o ano de referência foi de aproximadamente 629,17 €/tonelada de combustível.

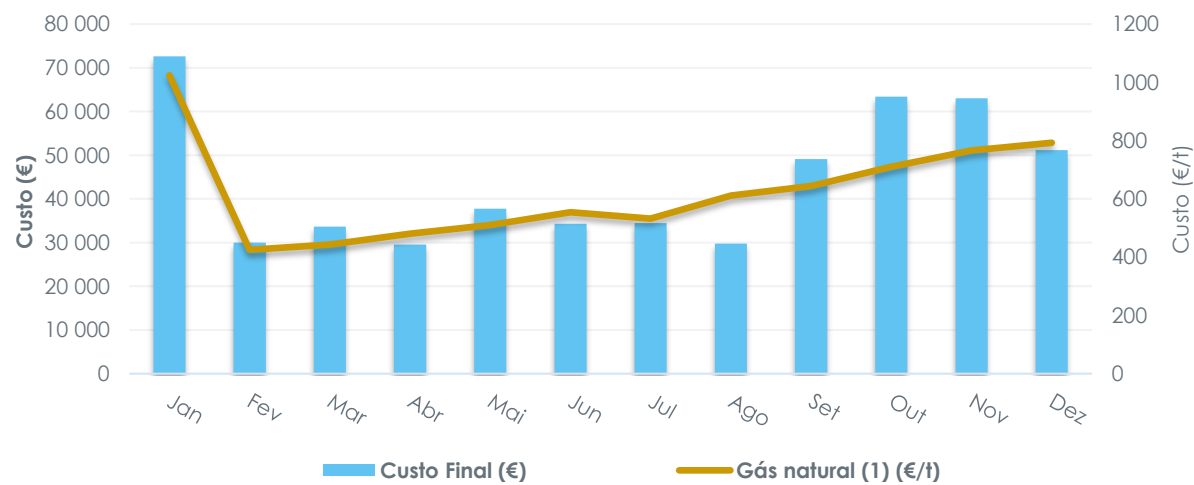
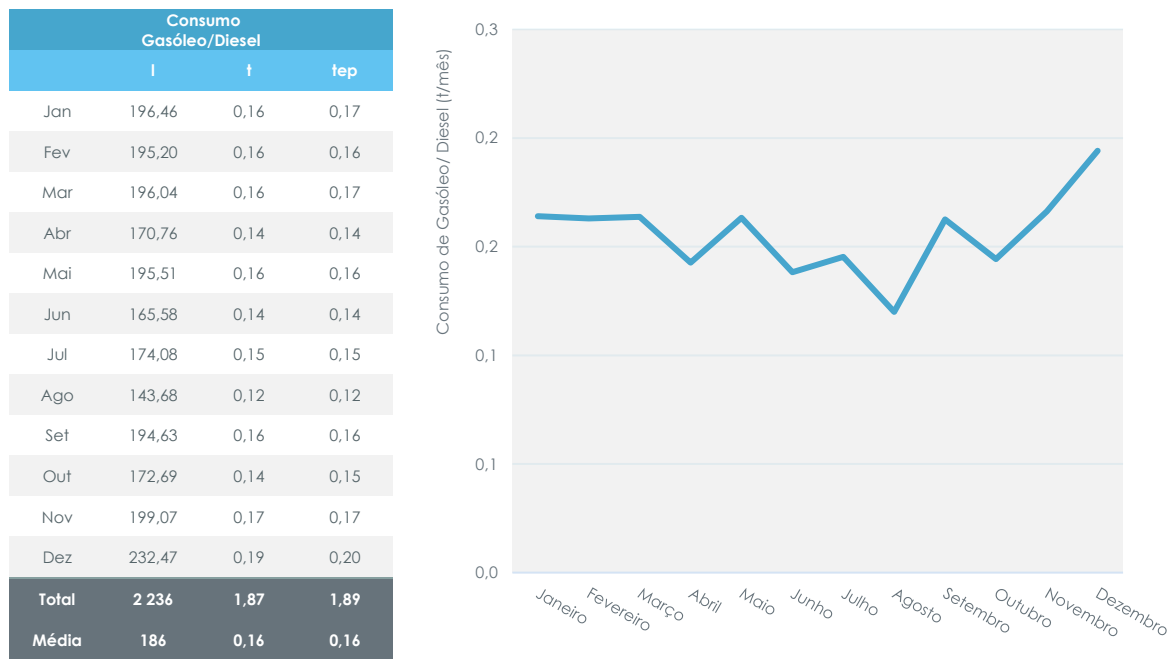


Figura 40 - Evolução de Custos – Gás natural

Gasóleo / Diesel

A evolução do consumo de gasóleo/diesel para o período de referência (2024) encontra-se representado no gráfico seguinte. É possível observar uma ligeira subida de consumo no mês de dezembro, mantendo-se bastante estável nos restantes meses.

Tabela 30 - Evolução do consumo de gasóleo/diesel (2024)



O custo médio obtido para o ano de referência foi de aproximadamente 1.613,99 €/tonelada de combustível.

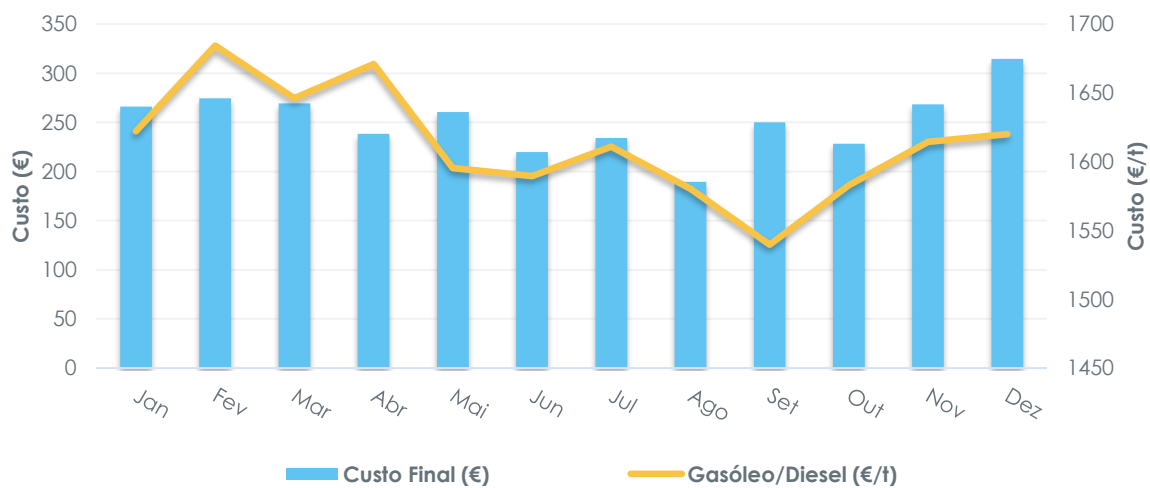
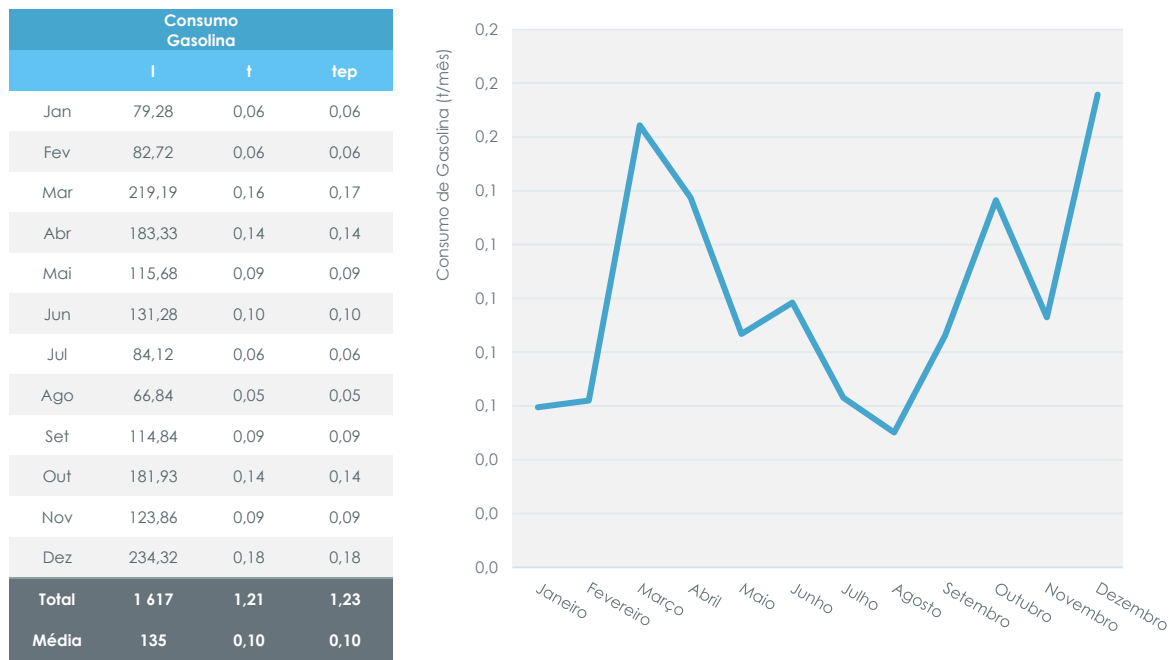


Figura 41 - Evolução de Custos – Gasóleo/Diesel

Combustível para motor (Gasolina)

A evolução do consumo de gasolina para o período de referência (2024) encontra-se representado no gráfico seguinte. O consumo é bastante residual e irregular, tendo em conta o consumo global da TESCO.

Tabela 31 - Evolução do consumo de gasolina (2024)



O custo médio obtido para o ano de referência foi de aproximadamente 1.890,42 €/tonelada de combustível.

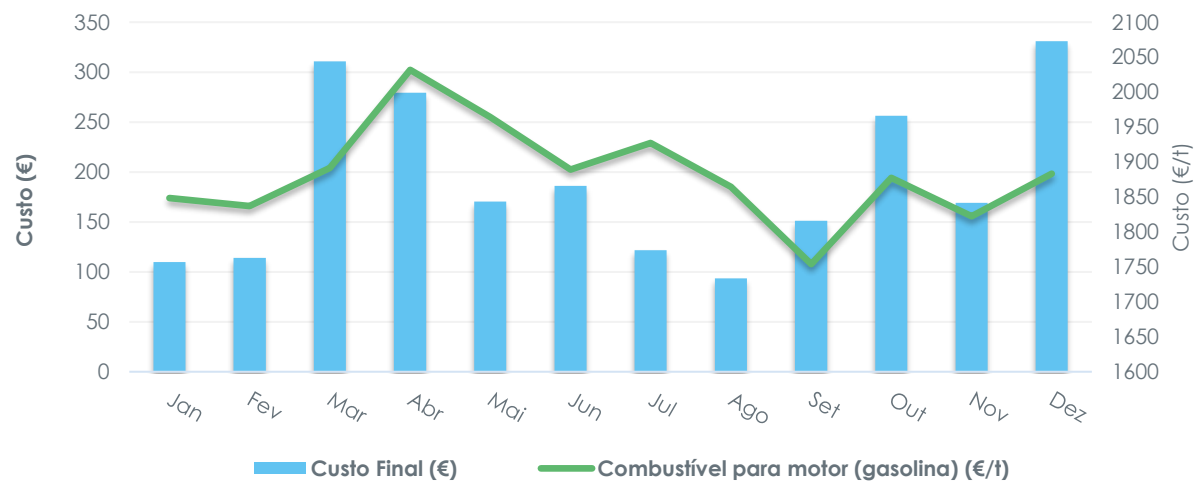


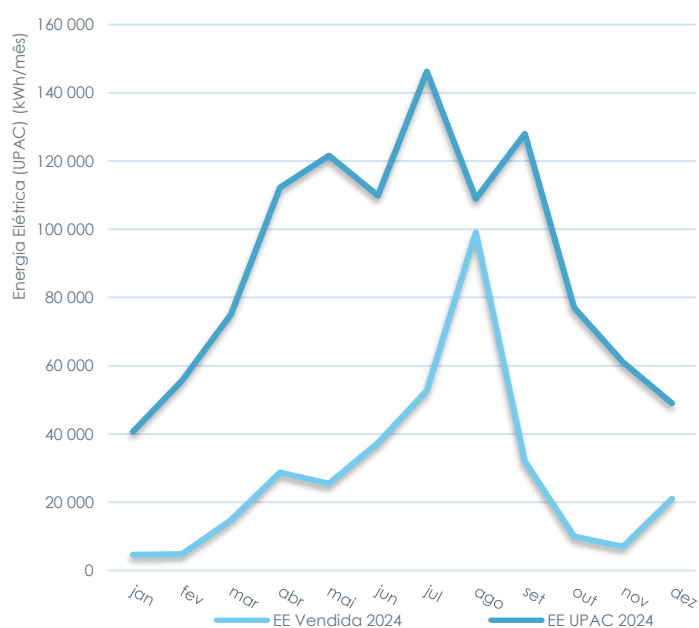
Figura 42 - Evolução de Custos – Gasolina

Energia Elétrica (UPAC)

Na figura abaixo encontra-se a evolução da parte da energia produzida nas UPAC em regime de autoconsumo. Em adição à energia consumida pela instalação, considerou-se também a energia injetada na rede. Isto acontece quando a energia produzida pela UPAC excede as necessidades de energia requerida pela instalação.

Tabela 32 - Evolução do consumo da energia elétrica (UPAC) (2024)

	Consumo Unidades de Produção de Autoconsumo (UPAC)			
	Autoconsumo		Injeção	
	kWh	tep	kWh	tep
Jan	40 687	8,7	4 598	1,0
Fev	55 620	12,0	4 780	1,0
Mar	75 110	16,1	14 740	3,2
Abr	112 225	24,1	28 715	6,2
Mai	121 600	26,1	25 490	5,5
Jun	109 917	23,6	37 330	8,0
Jul	146 239	31,4	52 771	11,3
Ago	108 914	23,4	99 064	21,3
Set	128 000	27,5	32 000	6,9
Out	77 000	16,6	10 000	2,2
Nov	61 000	13,1	7 000	1,5
Dez	49 000	10,5	21 000	4,5
Total	1 085 312	233,3	337 488	72,6
Média	90 443	19,4	28 124	6,0



Durante o ano de referência, a UPAC produziu 1.422.800 kWh de energia elétrica, dos quais 1.085.312 kWh (76.3% da energia produzida) foram consumidos pela instalação e 337.488 kWh (23.7% da energia produzida) foram injetados na rede.

A energia elétrica proveniente das UPAC representou 14.7% da energia elétrica consumida pela TESCO.

Produção

Para a contabilização da produção da TESCO foram utilizados os dados fornecidos pelo cliente, quilogramas de alumínio fundido, numa base mensal entre 2022 e 2024.

Tabela 33 – Produção: Alumínio Fundido (kg) (2022 a 2024)

	2022	2023	2024
janeiro	275 491	306 691	450 298
fevereiro	396 259	294 918	451 926
março	443 616	416 816	504 633
abril	409 239	374 424	379 001
maio	435 227	435 626	436 676
junho	294 966	379 463	364 293
julho	334 018	411 561	368 835
agosto	126 151	142 329	222 765
setembro	382 950	487 090	440 307
outubro	358 621	455 061	531 000
novembro	366 832	439 465	469 716
dezembro	175 854	271 549	332 281
Total	3 999 223	4 414 994	4 951 729
Variação	-	9%	11%

No ano de referência é possível observar que houve um aumento de 11% na produção anual comparativamente com o ano anterior.

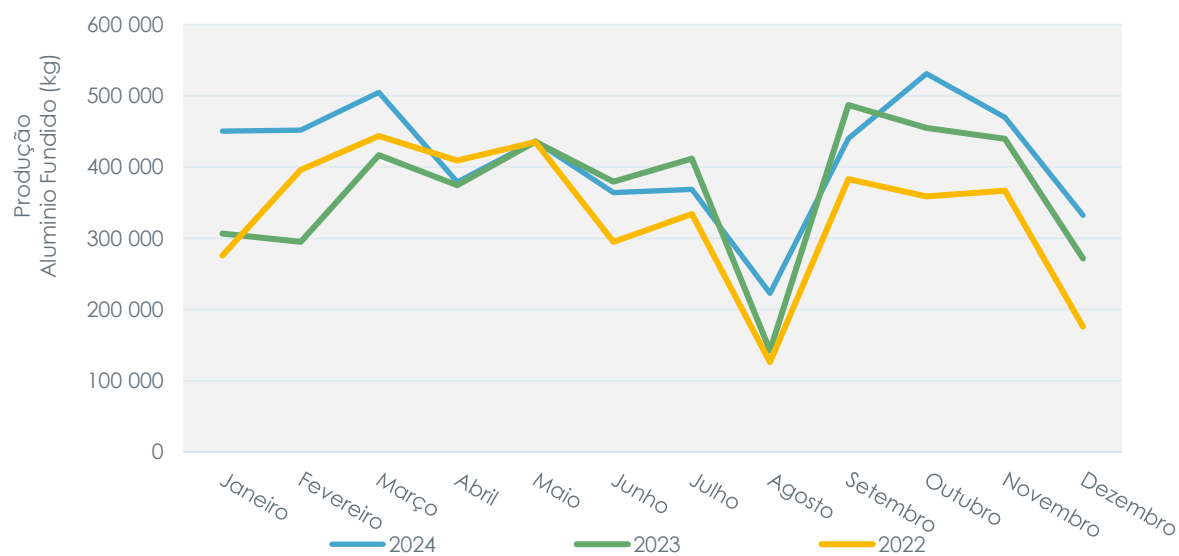


Figura 43 - Evolução mensal da produção: Alumínio Fundido (kg) (2022 a 2024)

INDICADORES ENERGÉTICOS

Os indicadores energéticos são utilizados para analisar a evolução do consumo de energia face à produção para o período de referência, permitindo aferir consumos anómalos e a eficiência energética da instalação. Serão também utilizados no acompanhamento da evolução das MURE (Medidas de Utilização Racional de Energia).

Os principais indicadores energéticos serão a Intensidade Energética (IE), indicador definido como a razão entre o consumo total de energia e o valor acrescentado bruto (VAB) da TESCO e o Consumo Específico de Energia (CEE), indicador definido como a razão entre o consumo de energia e o valor de produção. Será também apresentada a Intensidade Carbónica (IC) da instalação, valor que indica a emissão de CO₂e em função da energia primária consumida.

Tabela 34 - Tabela Resumo dos indicadores

	Consumo energia	Consumo energia ⁵ Indicador	VAB	Emissões CO ₂ e	Produção	Intensidade Energética	Consumo específico de energia	Intensidade Carbónica
Ano	tep	tep	€	tCO ₂ e	kg	kgep/€	kgep/kg	tCO ₂ e/tep
2024	2 083,47	1 966,80	6 499 723,20	4 656,30	4 951 729,33	0,303	0,397	2,235

Consumo específico de energia (CEE)

O consumo específico de energia é o indicador que pode ser definido como a razão entre o consumo de energia e a produção, num determinado período. Assim para a mesma produção, o consumo específico será tanto menor quanto menor for o consumo de energia.

$$\text{Consumo Especifico de Energia (CEE)} = \frac{\text{consumo total de energia (kgep)}}{\text{produção total (kg)}}$$

Nas figuras seguintes é possível verificar a evolução da produção [kg] e do consumo específico juntamente com o consumo energético, para o ano de referência. O consumo de energia segue de forma geral a produção, a relação é linear.

⁵ Para o cálculo dos indicadores de intensidade Energética e Consumo Especifico de Energia, considerou-se apenas 50% dos consumos dos vetores renováveis e/ou endógenos

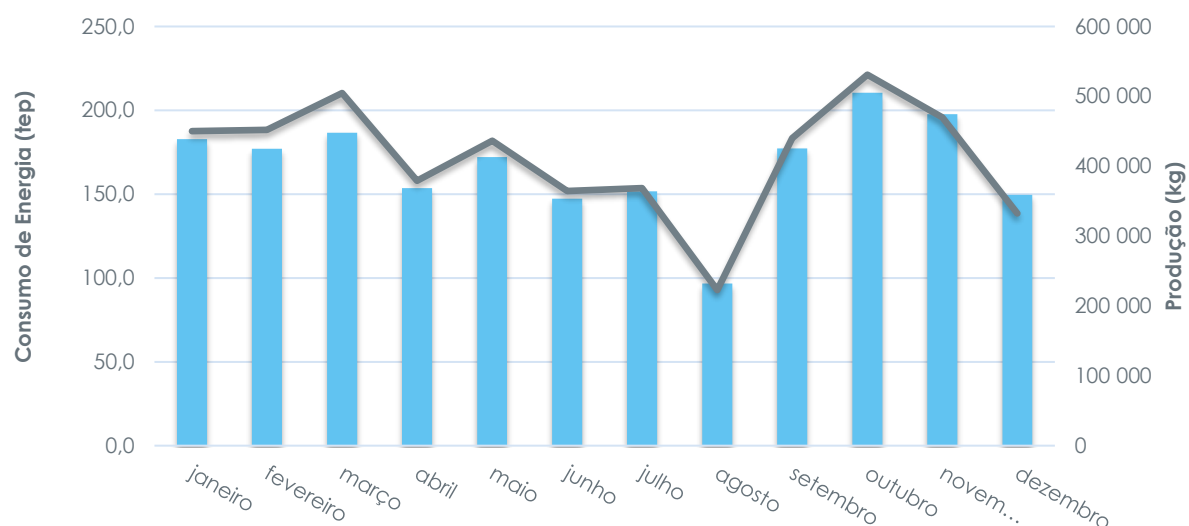


Figura 44 - Evolução da produção e consumo de energia (2024)

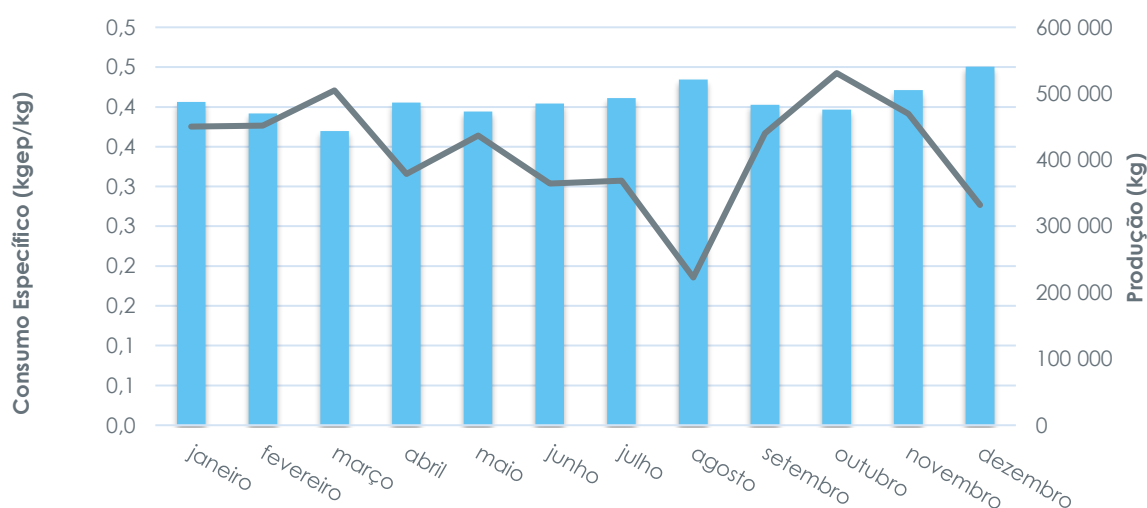


Figura 45 - Evolução do consumo específico e consumo de energia (2024)

Na figura seguinte está representada a relação entre a produção e consumo, cuja relação é linear e, segundo este modelo de consumo, apresenta um consumo mínimo de 24,36 tep/mês. Obteve-se uma correlação bastante alta para o ano de 2024, cujo R^2 foi de 0,95, tendo em conta que grande parte do consumo da instalação são consumo diretamente ligada à produção.

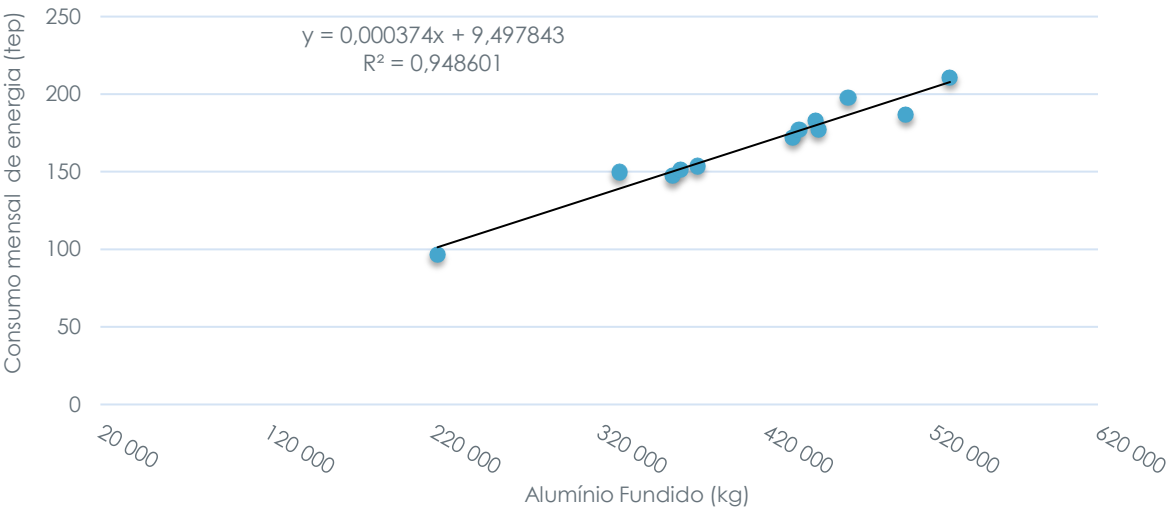


Figura 46 - Relação entre a produção e o consumo de energia (2024)

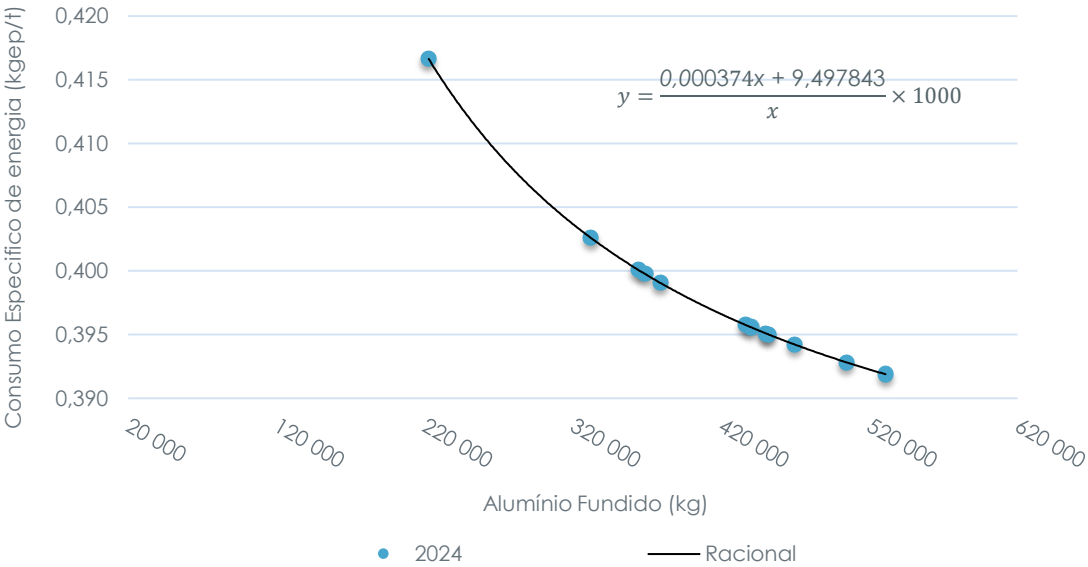


Figura 47 - Relação entre a produção e o consumo específico de energia (2024)

Mensalmente o CEE varia da seguinte forma:

Tabela 35 - Evolução do consumo específico (2024)

	Consumo de energia	Produção	Consumo específico de energia
	tep	Alumínio Fundido (kg)	kgep/kg
janeiro	182,4	450 298	0,405
fevereiro	176,6	451 926	0,391
março	185,0	504 633	0,367
abril	150,6	379 001	0,397
maio	169,4	436 676	0,388
junho	143,2	364 293	0,393
julho	145,9	368 835	0,396
agosto	86,1	222 765	0,386
setembro	173,9	440 307	0,395
outubro	209,5	531 000	0,394
novembro	197,0	469 716	0,419
dezembro	147,4	332 281	0,444
Total	1 966,8	4 951 729	0,3972
Média	163,9	412 644	-

Na tabela seguinte apresenta-se o consumo de energia, a produção, indicador de eficiência energética – consumo específico e as metas a atingir no fim do plano de racionalização.

Tabela 36 - Resumo Consumo Específico e Metas

Consumo Específico	Ano de referência:	2024	Redução M = 6% / 8 anos	
Energia ²	Produção	Consumo Específico	Redução do Consumo Específico	Valor do Consumo Específico ao fim da redução M
tep/ano	Alumínio Fundido (kg)	kgep/kg	kgep/kg	kgep/kg
1 966,80	4 951 729,33	0,3972	0,0238	0,3734

Para uma produção de 4.951.729,33 kg de alumínio fundido, e para um consumo total de energia de 1966,80 tep⁶, obtém-se um CEE = 0,3972 kgep/kg.

⁶ Para o cálculo dos indicadores de intensidade Energética e Consumo Específico de Energia, considerou-se apenas 50% dos consumos dos vetores renováveis e/ou endógenos

Intensidade Energética (IE)

A intensidade energética representa a quantidade de energia, expressa em toneladas equivalentes de petróleo, necessária para produzir uma unidade de riqueza, num determinado processo. Trata-se de um indicador que reflete a conjugação de vários fatores, entre os quais se destacam a eficiência energética, sendo este o principal indicador de desempenho energético. De forma simplificada, pode dizer-se que a intensidade energética reflete a contribuição da componente energética no valor acrescentado bruto.

Do ponto de vista da eficiência energética, interessa sobretudo que sejam gerados produtos cuja incrementação de energia seja o mais racional possível e, aliada a esta, o mais valorizada possível. Para o mesmo valor de consumo de energia primária, quanto maior for o valor acrescentado, menor será o indicador, pois a energia consumida foi racionalizada, eliminando-se desperdícios ou consumos residuais e sendo consumida de uma forma mais eficiente.

$$\text{Intensidade Energética (IE)} = \frac{\text{consumo total de energia (kgep)}}{\text{Valor Acrescentado Bruto (€)}}$$

Na tabela seguinte apresenta-se o consumo de energia, valor acrescentado bruto a preços correntes, o indicador de eficiência energética - intensidade energética e as respetivas metas.

Tabela 37 - Resumo Intensidade Energética e Metas

Consumo	Ano de referência:	2024	Redução M = 6% / 8 anos	
Energia ⁷	VAB	Intensidade Energética	Redução da Intensidade Energética	Valor da Intensidade Energética no fim da redução M
tep/ano	€/ano	kgep/€	kgep/€	kgep/€
1 966,80	6 499 723,20	0,303	0,0182	0,2844

O VAB (Valor Acrescentado Bruto) foi calculado tendo por base o Despacho nº6472/2016 de 27 de junho, da Direção Geral de Energia e Geologia, através da fórmula:

$$VAB = (SNC71) + (SNC72) + (SNC74) + (SNC781) - (SNC61) - (SNC62) - (SNC688)$$

⁷ Para o cálculo dos indicadores de intensidade Energética e Consumo Específico de Energia, considerou-se apenas 50% dos consumos dos vetores renováveis e/ou endógenos

Em que:

SNC* 71 – Vendas	17.150.606,69
SNC 72 – Prestação de serviços	
SNC 74 – Trabalhos para a própria entidade	-
SNC 781 – Rendimentos suplementares	-
SNC 61 – Custos das mercadorias vendidas e das matérias consumidas	5.483.709,16
SNC 62 – Fornecimentos e serviços externos	4.396.873,30
SNC 688 – Outros custos	770.301,03

*(SNC – Sistema de Normalização Contabilística)

Intensidade Carbónica

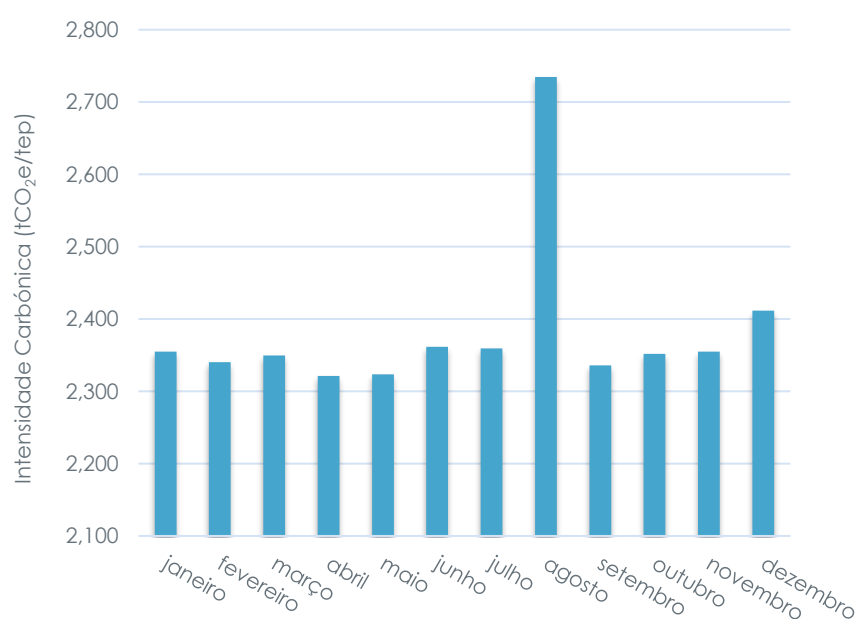
A intensidade carbónica é definida como a razão entre a quantidade de emissões resultantes de um determinado processo produtivo, e a energia que foi consumida para essa mesma produção. De seguida apresenta-se a evolução dos consumos de energia primária, emissões de CO_{2e} e respetiva intensidade carbónica mensal e anual.

$$\text{Intensidade Carbónica (IC)} = \frac{\text{emissões GEE (tCO}_2\text{e)}}{\text{consumo total de energia (tep)}}$$

A intensidade carbónica possui uma variabilidade que depende apenas dos consumos de energia visto que a conversão de CO_{2e} é dada através da multiplicação de uma constante, para cada vetor energético.

Tabela 38 - Evolução da intensidade carbónica (2024)

	Emissões de CO _{2e}	Intensidade Carbónica
	t CO _{2e}	tCO _{2e} / tep
jan	429,5	2,355
fev	413,2	2,340
mar	434,6	2,349
abr	349,6	2,321
mai	393,5	2,323
jun	338,2	2,362
jul	344,3	2,360
ago	235,4	2,735
set	406,1	2,336
out	492,6	2,352
nov	463,9	2,355
dez	355,4	2,411
Total	4 656,2	2,367
Média	388,0	-



O valor do ano de referência terá de pelo menos ser mantido no decorrer do Plano de Racionalização.

Tabela 39 – Resumo Intensidade Carbónica e Metas

Intensidade Carbónica	Ano de referência:	2024	Redução M = 0% / 8 anos
Emissões CO ₂ e	Energia	Intensidade Carbónica	Intensidade carbónica que deverá ser atingida ao fim de 8 anos (valor máximo) (tCO ₂ e/tep)
tCO ₂ e/ano	tep/ano	tCO ₂ e/tep	tCO ₂ e/tep
4 656,30	2 083,47	2,235	2,235

ANÁLISE DE RESULTADOS

Energia Elétrica

Para efetuar a desagregação dos consumos de energia elétrica, foram utilizados os dados obtidos através do SGE existente referentes ao ano de referência. Adicionalmente, foram instalados analisadores de energia elétrica, e realizadas medições pontuais, com o objetivo de desagregação dos consumos de circuitos não monitorizados pelo Sistema de Gestão.

Com a exceção de alguns circuitos monitorizados num intervalo mais curto, a maior parte dos circuitos foram monitorizados entre o dia 27 de fevereiro e 6 de março de 2025. Neste período existem 3 dias não úteis, 1 de março (sábado), 2 de março (domingo) e 4 de março (Carnaval), pelo que se espera uma redução de consumo nestes dias.

Os valores médios de potência absorvida apresentados na tabela que acompanha cada diagrama de carga são referentes apenas aos períodos de produção.

Geral

O circuito apresentado resulta do somatório da monitorização dos circuitos QGBT1 e QGBT2, de 27 de fevereiro a 6 de março. A potência média em produção registada foi de sensivelmente 581kW, com potências máximas de quase 1.000kW.

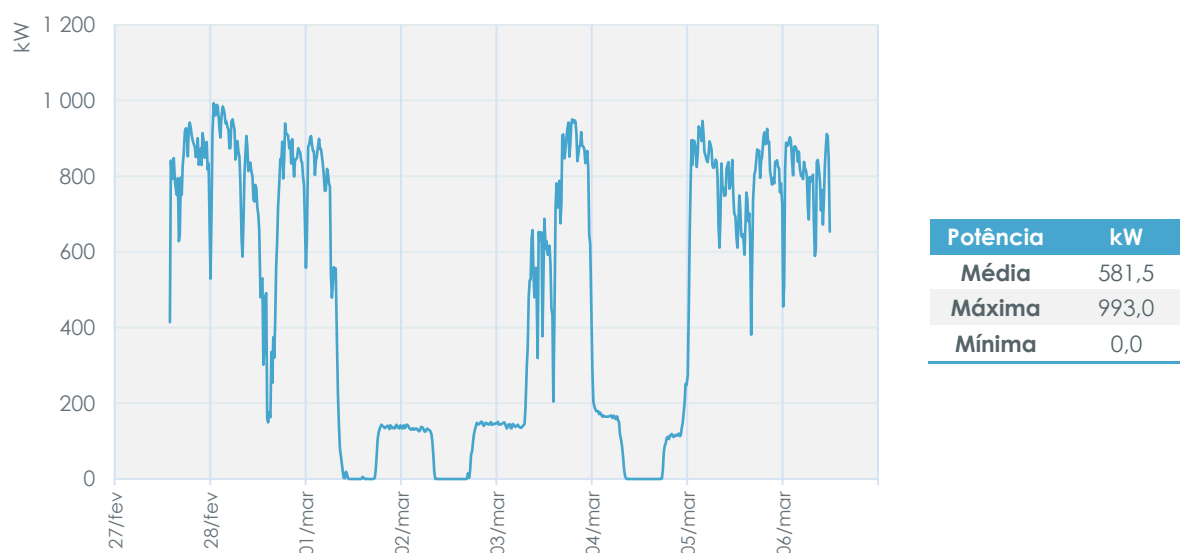


Figura 48 – Diagrama de carga do circuito geral (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1

É possível observar que durante o período das 9h às 18h nos dias úteis, a potência absorvida atinge valores médios de 342kW em períodos de produção. Este quadro alimenta vários quadros parciais, nomeadamente os responsáveis pelo processo produtivo de fundição, entre outros.

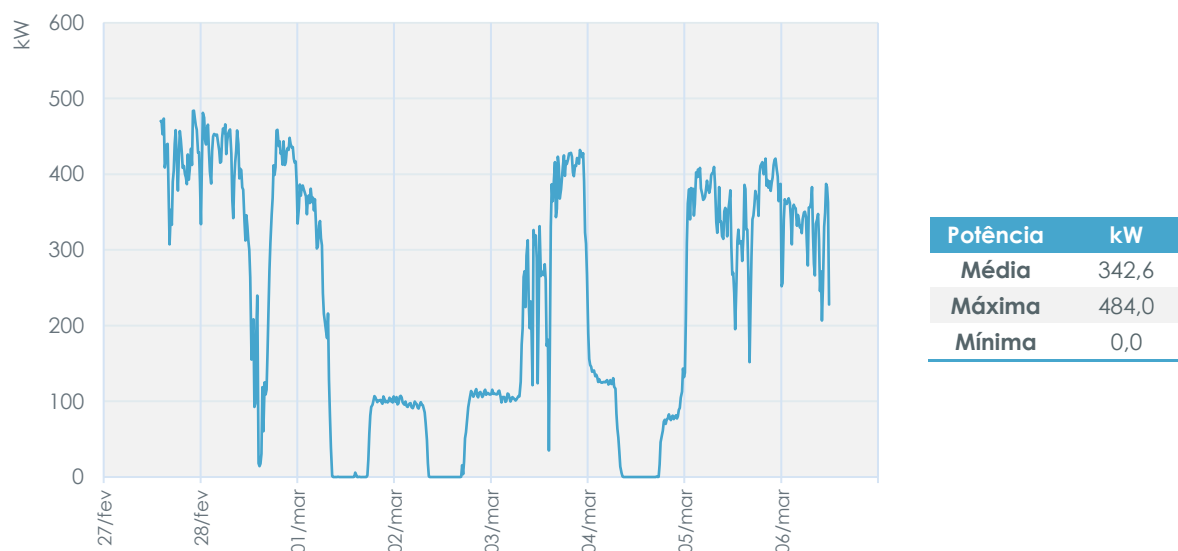


Figura 49 – Diagrama de carga do QGBT 1 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Q. Máquina Buhler QMB-5-Q

O QGBT 1 alimenta o quadro QMB-5-Q, que por sua vez alimenta várias máquinas de fundição. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 75,4 kW.

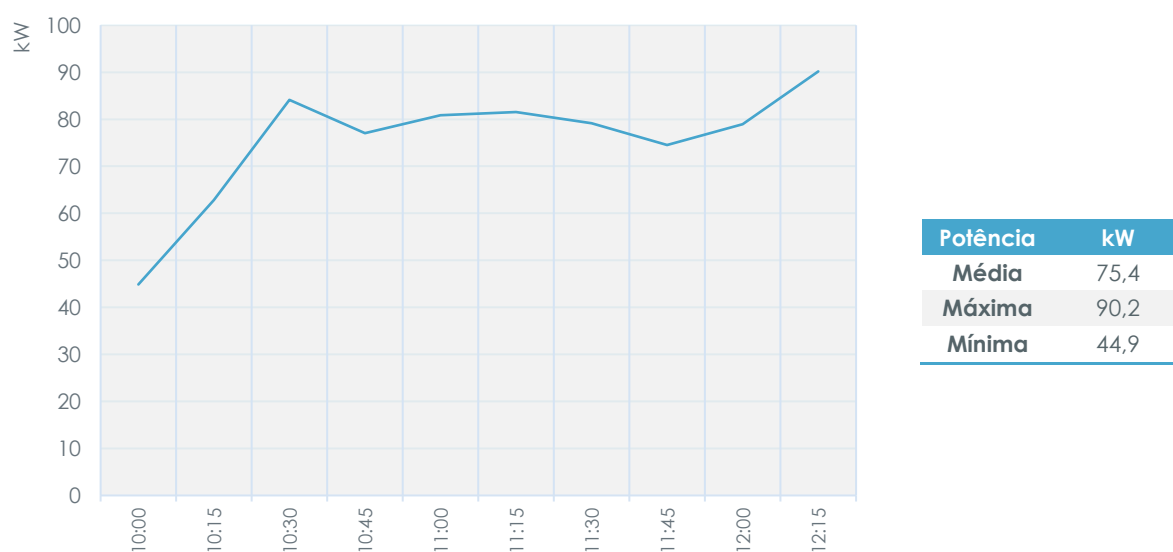


Figura 50 – Diagrama de carga do quadro QMB-5-QI (27 fevereiro 2025)

QGBT 1: Q. Zona Fundição QZF-1-Q

O QGBT 1 alimenta o quadro da zona de fundição QZF-1-Q. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio nos períodos de produção de 9,2 kW, sendo que ao fim de semana a potência foi inferior a 4kW.

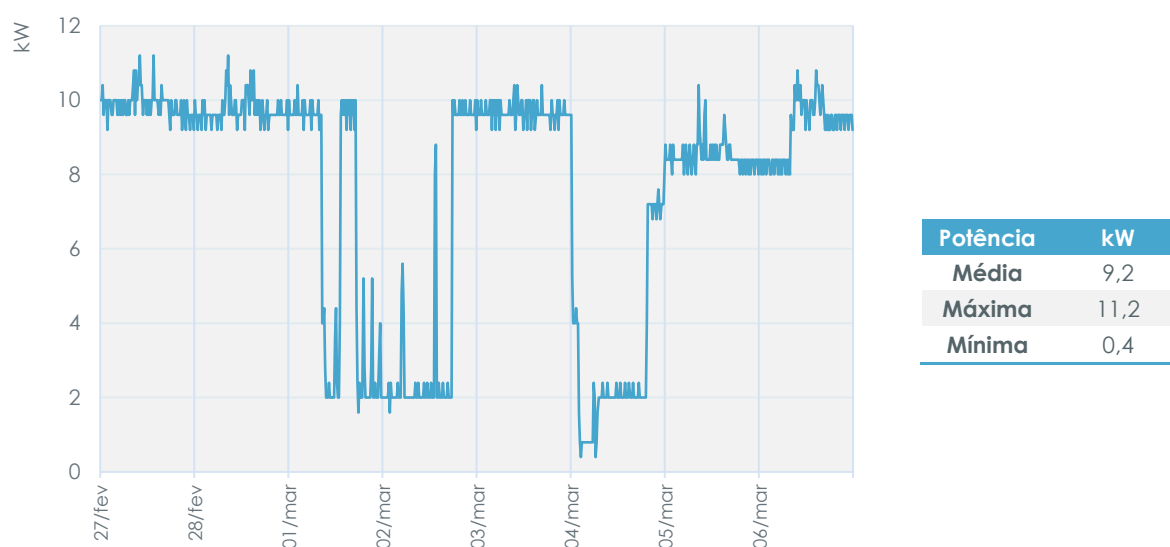


Figura 51 – Diagrama de carga do quadro QZF-1-Q (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Quadro 1 das Bombas de Água

O QGBT 1 alimenta o quadro de bombas água 1. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 12 kW, sendo que ao fim de semana estas não funcionaram.

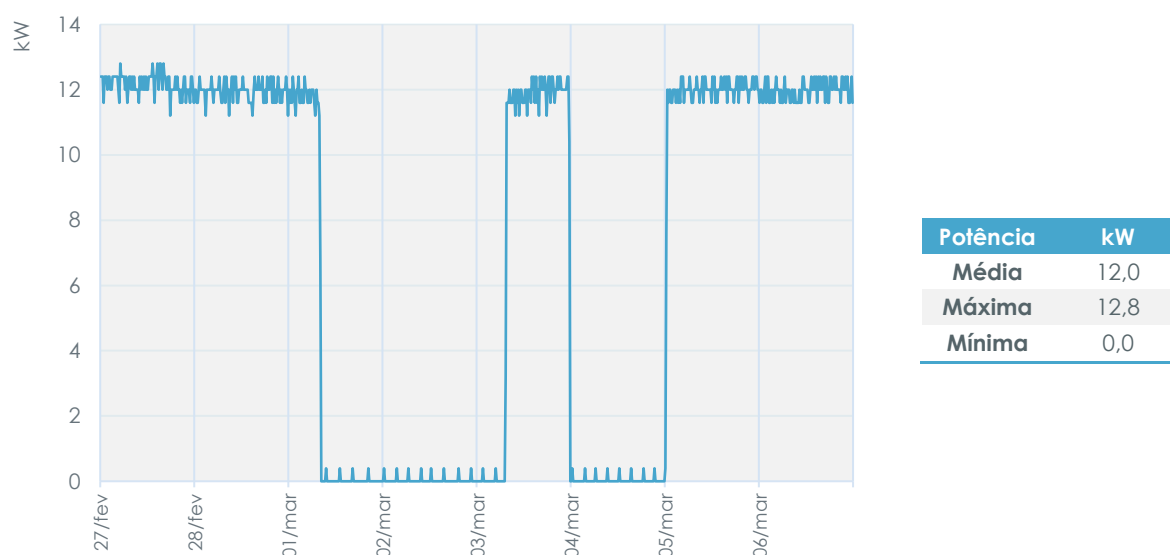


Figura 52 – Diagrama de carga do quadro Bombas Água 1 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Compressor GA90-1

O QGBT 1 alimenta o quadro dos serviços auxiliares QSA-6-Q, que por sua vez alimenta o compressor GA90. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 72kW, sendo que ao fim de semana e no feriado o compressor não entrou funcionamento.

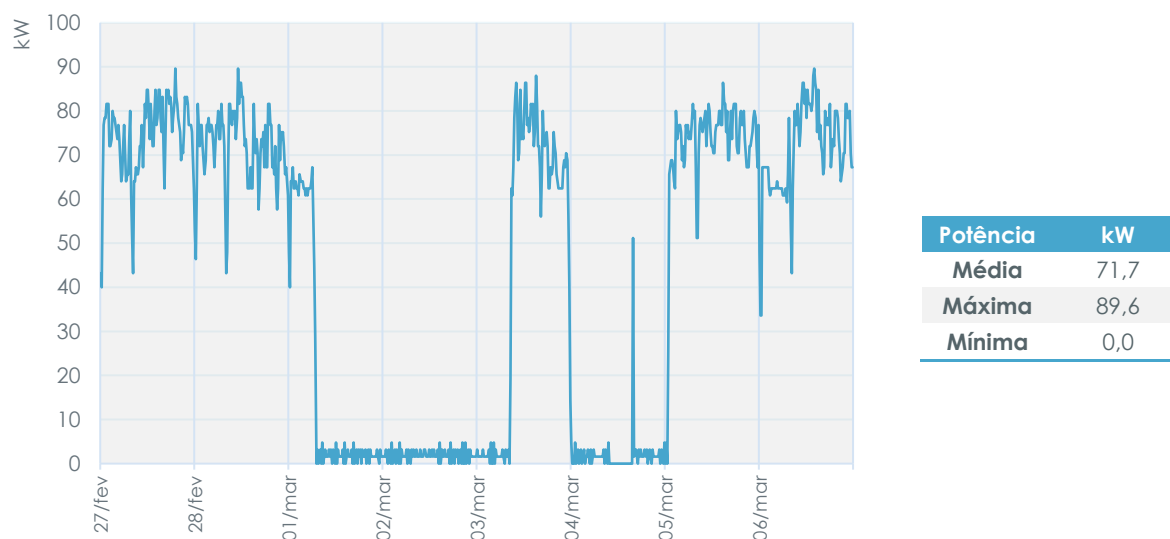


Figura 53 – Diagrama de carga do compressor GA90 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Compressor GA110

O QGBT 1 alimenta o quadro dos serviços auxiliares QSA-6-Q, que por sua vez alimenta o compressor GA110. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 86kW e de 52kW durante o fim de semana. Situação anômala, derivado da análise às fugas de ar comprimido, por norma o equipamento é desligado durante os períodos de paragem.

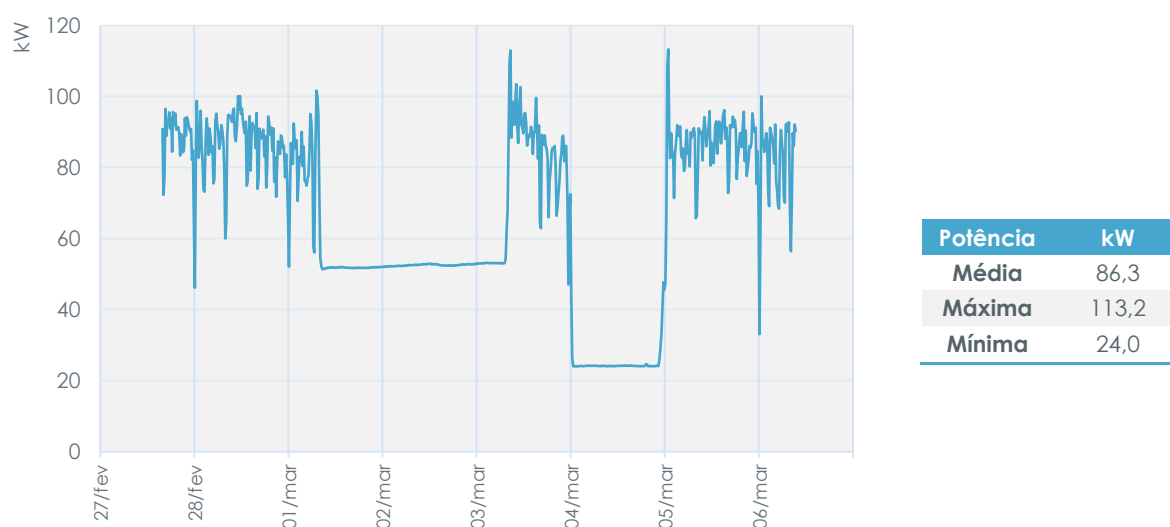


Figura 54 – Diagrama de carga do compressor GA110 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Vacudest

O QGBT 1 alimenta a máquina responsável pelo tratamento do óleo de corte. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 52kW quando ligada, sendo que ao fim de semana a potência foi nula.

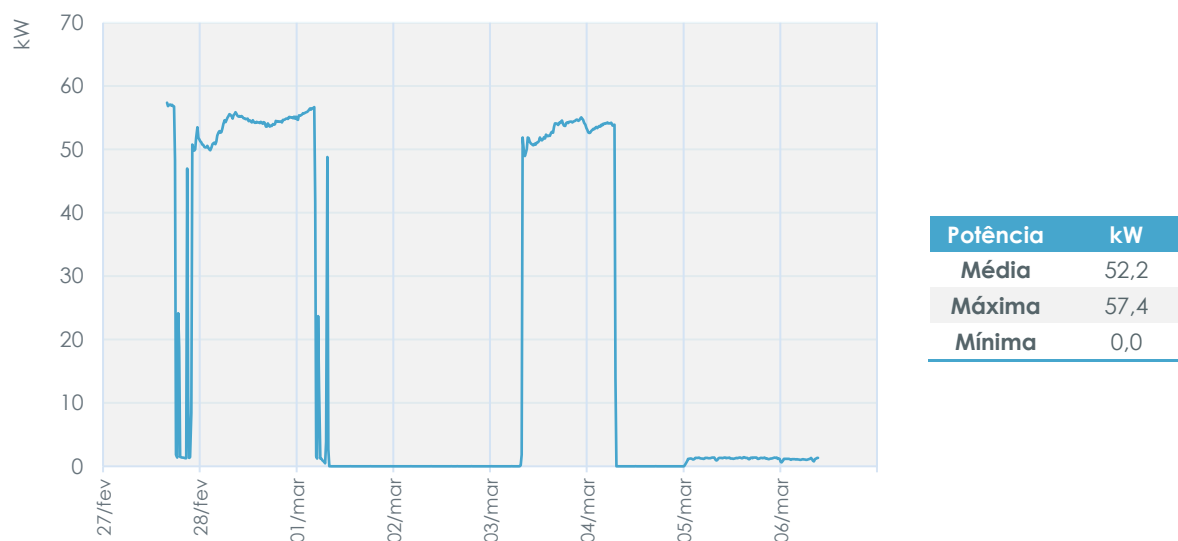


Figura 55 – Diagrama de carga da Vacudest (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Q. Acabamento QZA-2-Q

O QGBT 1 alimenta o quadro parcial de acabamento. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 89kW nos períodos de produção, sendo que ao fim de semana a potência registada é residual.

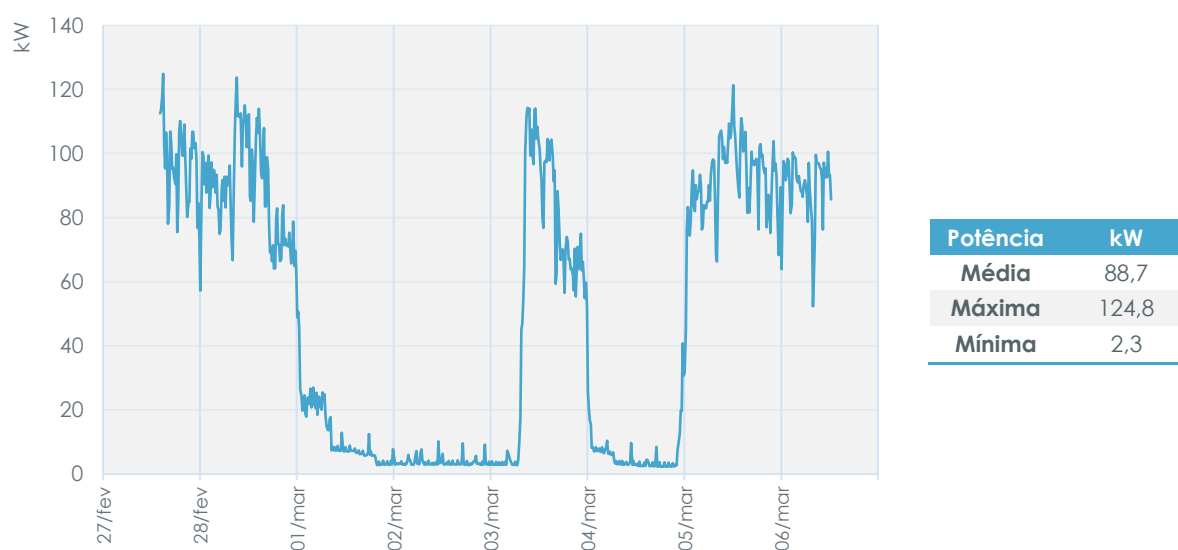


Figura 56 – Diagrama de carga do q. QZA-2-Q (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Q. AVAC QAVAC-3-Q (7)

O QGBT 1 alimenta o quadro parcial de AVAC da zona dos escritórios e serviços de apoio. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 8,40 kW, sendo que ao fim de semana e/ou período noturno a potência foi inferior a 3kW. De salientar que, apesar de não existir produção nos dias 1, 2 e 4 de março, os sistemas de climatização apresentaram um perfil de consumo semelhante aos dias úteis.

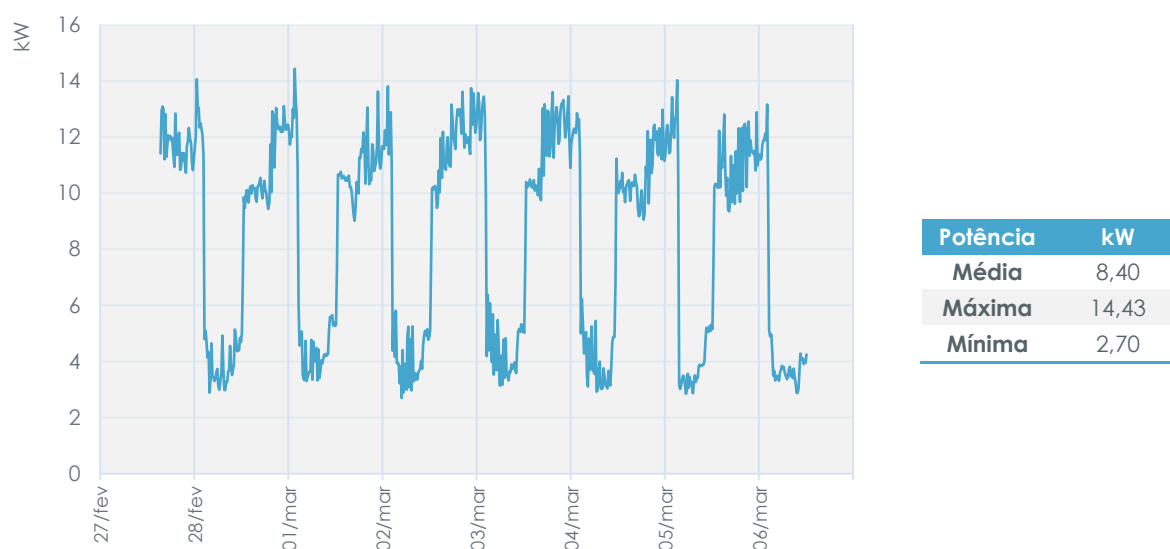


Figura 57 – Diagrama de carga do Q.AVAC (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 1: Q. Escritórios QE-4-Q (6)

O QGBT 1 alimenta o quadro parcial dos escritórios. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 22,2 kW.

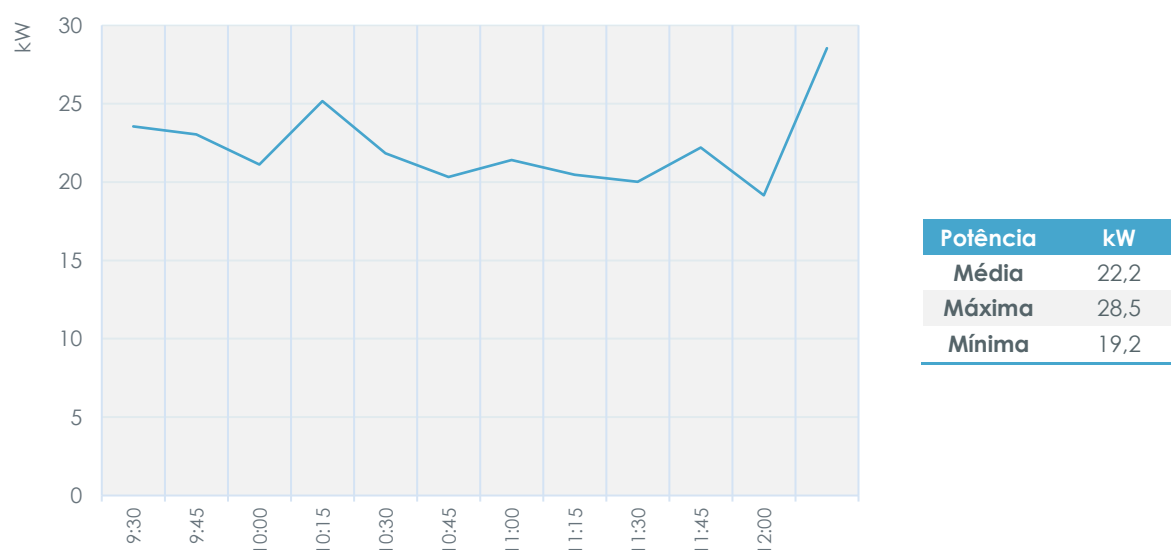


Figura 58 – Diagrama de carga do Q.Escritórios (06 de março de 2025)

QGBT 2

É possível observar que durante o período das 9h às 18h nos dias úteis, a potência absorvida atinge valores médios de 414kW. Este quadro alimenta vários quadros parciais, nomeadamente os responsáveis pelo processo produtivo de acabamento e maquinagem, entre outros.

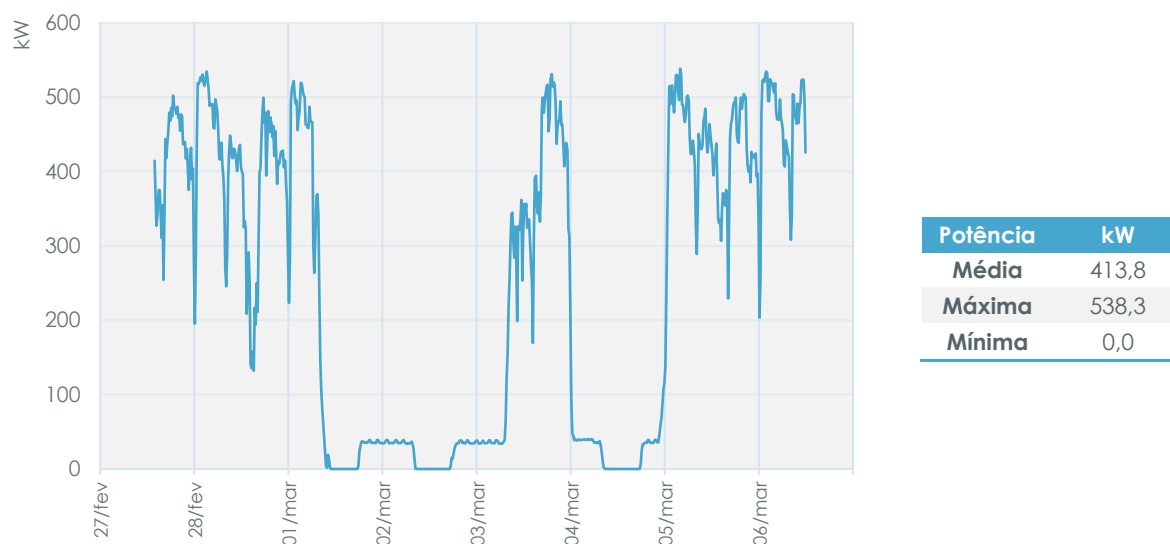


Figura 59 – Diagrama de carga do QGBT 1 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 2: Quadro 2 das Bombas de Água

O QGBT 2 alimenta o quadro de bombas água 2. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 13,5kW quando em funcionamento, sendo que ao fim de semana estas não funcionaram.

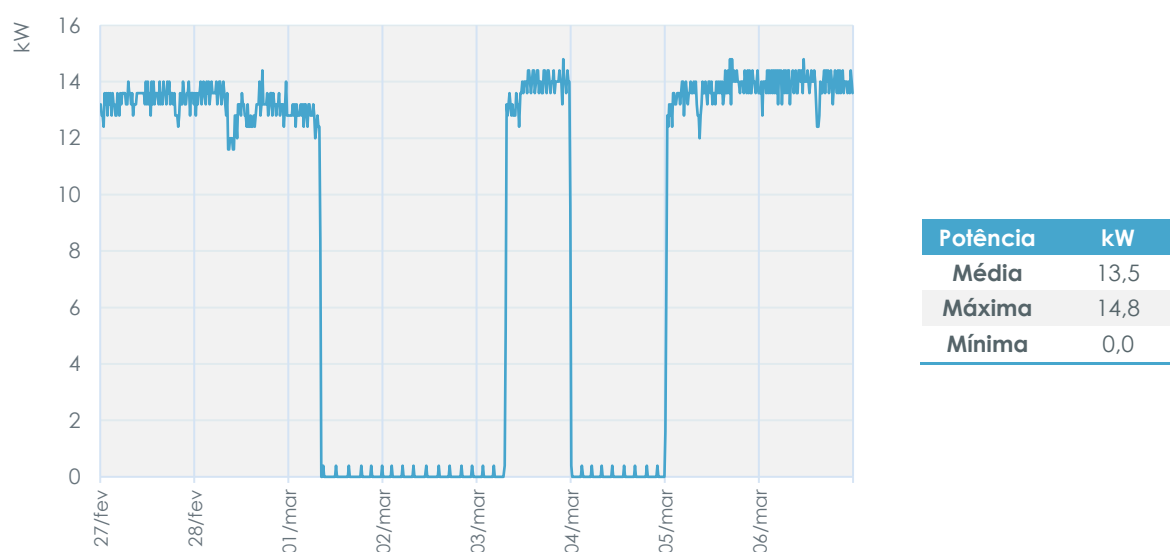


Figura 60 – Diagrama de carga do quadro Bombas Água 1 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 2: Q.M.2

O QGBT 2 alimenta o quadro de maquinagem Q.M.2. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 222kW durante a produção, sendo que ao fim de semana a potência foi praticamente nula, registando, no entanto, um consumo residual de 2,6kW.

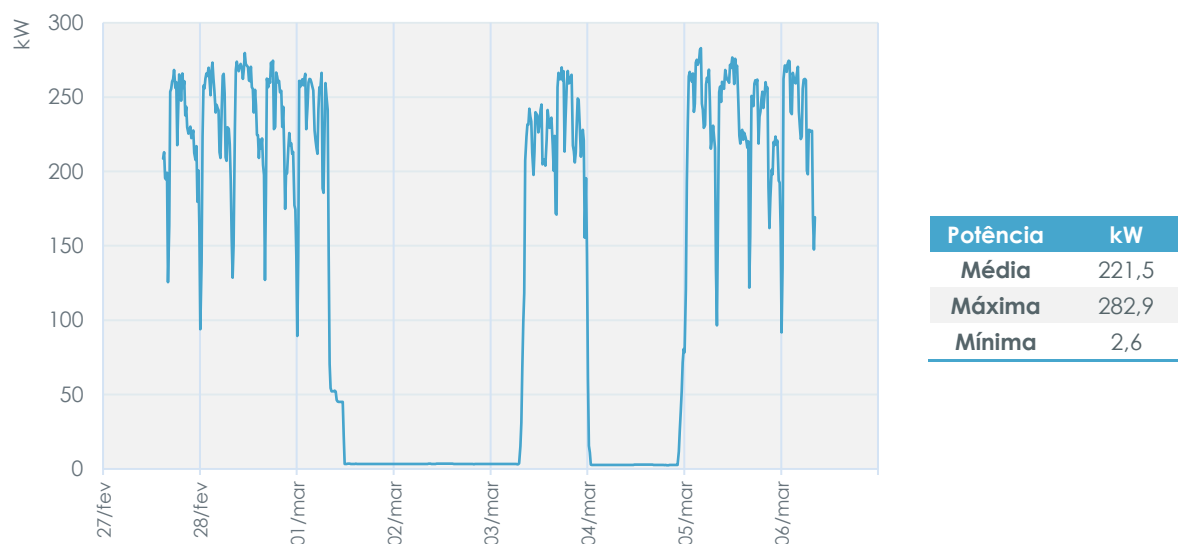


Figura 61 – Diagrama de carga do quadro QM2 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 2: Máquina Granalha (3)

O QGBT 2 alimenta o quadro de maquinagem Q.M.2, que por sua vez alimenta a máquina de Granalhagem 3. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 3,5kW, sendo que ao fim de semana esta não esteve em funcionamento.

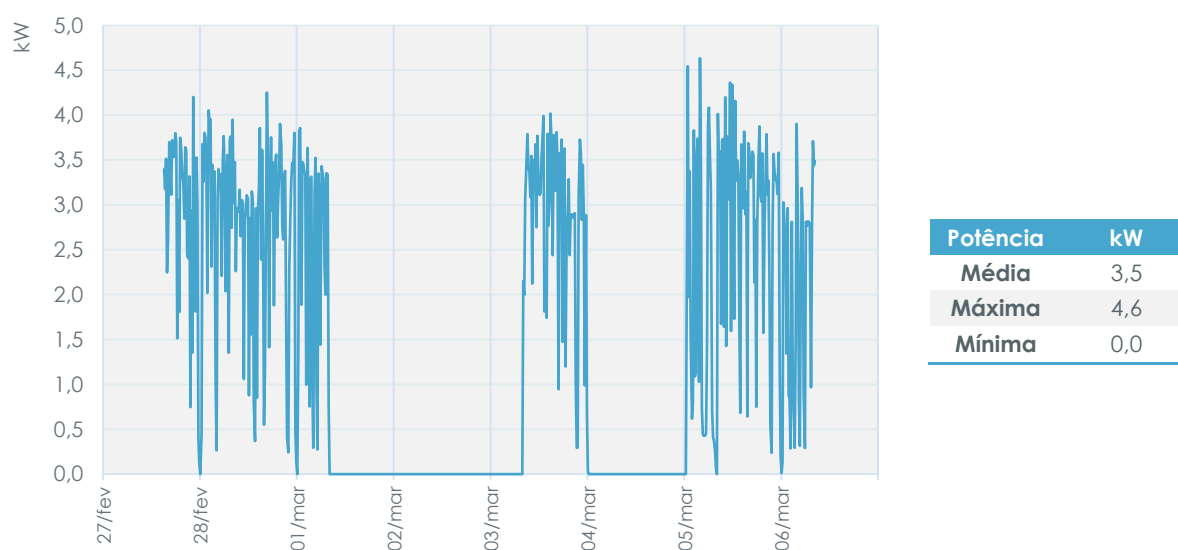


Figura 62 – Diagrama de carga Máquina Granalha 3 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 2: Máquina Granalha (4)

O QGBT 2 alimenta o quadro de maquinagem Q.M.2, que por sua vez alimenta a máquina de Granalhagem 4. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 5,3kW, sendo que ao fim de semana esta não esteve em funcionamento.

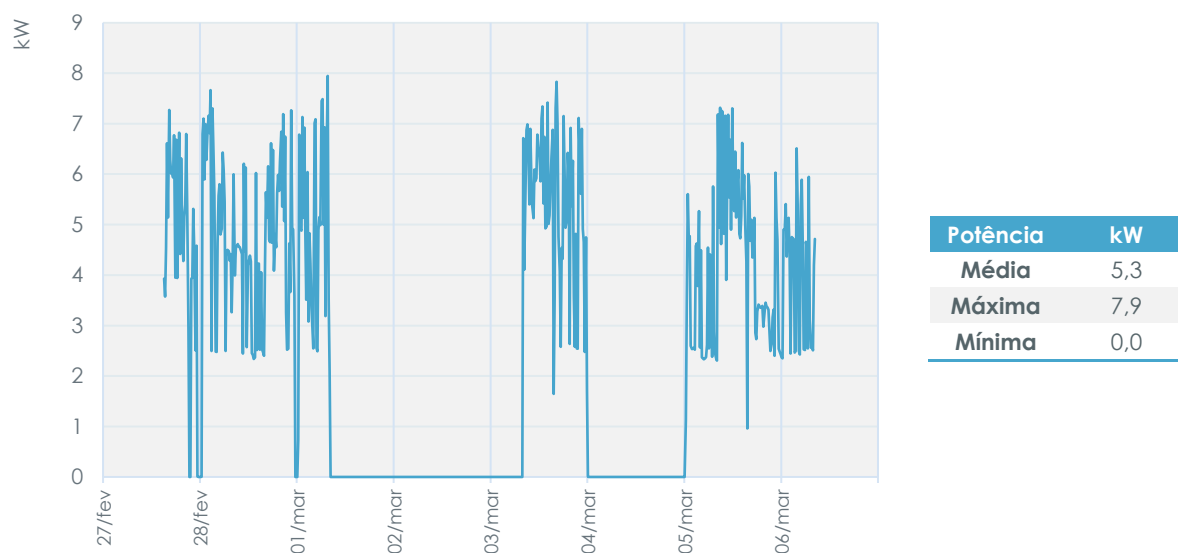


Figura 63 – Diagrama de carga Máquina Granalha 4 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 2: Máquina Granalha (5)

O QGBT 2 alimenta o quadro de maquinagem Q.M.2, que por sua vez alimenta a máquina de Granalhagem 5. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 44kW, sendo que ao fim de semana esta não esteve em funcionamento.

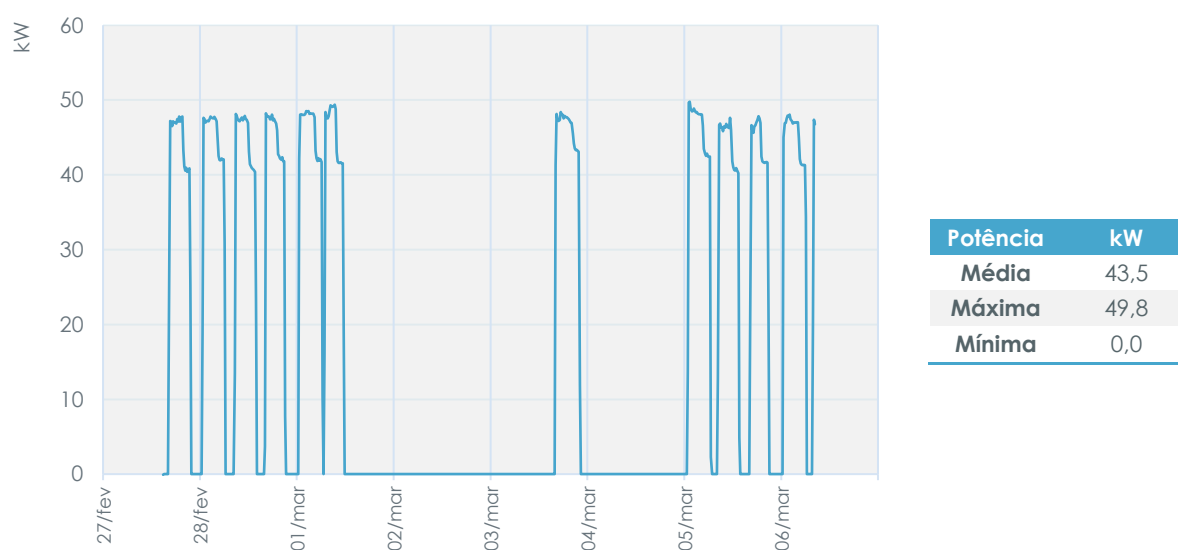


Figura 64 – Diagrama de carga Máquina Granalha 5 (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 2: Forno T5 (2)

O QGBT 2 alimenta o quadro de maquinagem Q.M.2, que por sua vez alimenta o forno T5(2). Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 5,4kW quando em operação, sendo que ao fim de semana este não esteve em funcionamento.

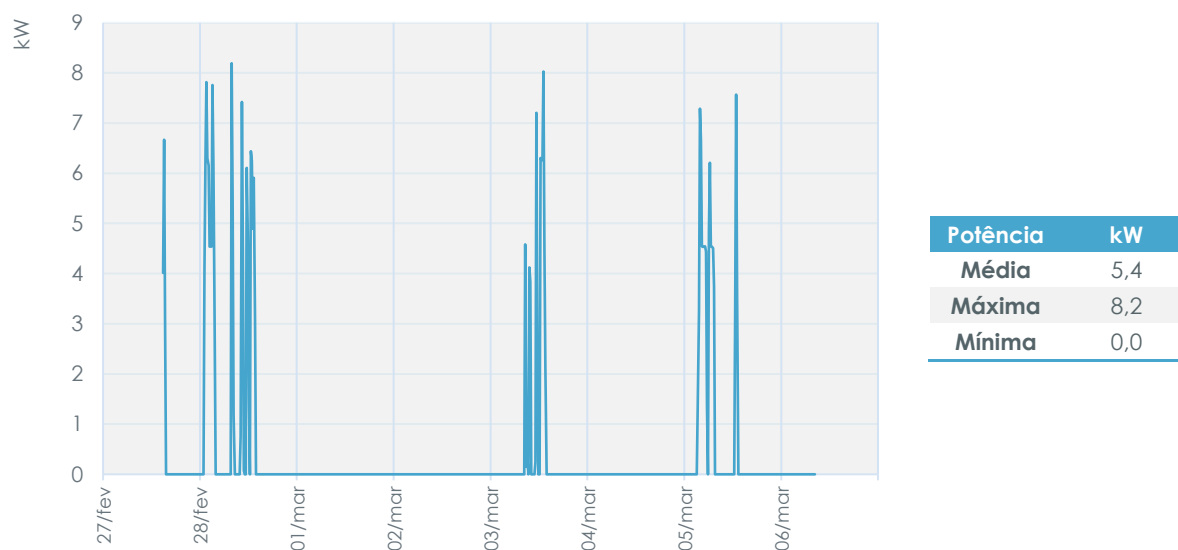


Figura 65 – Diagrama de carga Forno T5(2) (27 fevereiro a 6 março 2025)

QGBT 2: Q.P.1

O QGBT 2 alimenta o quadro QP1. Durante o período monitorizado, verificou-se um consumo médio de 2,9 kW.

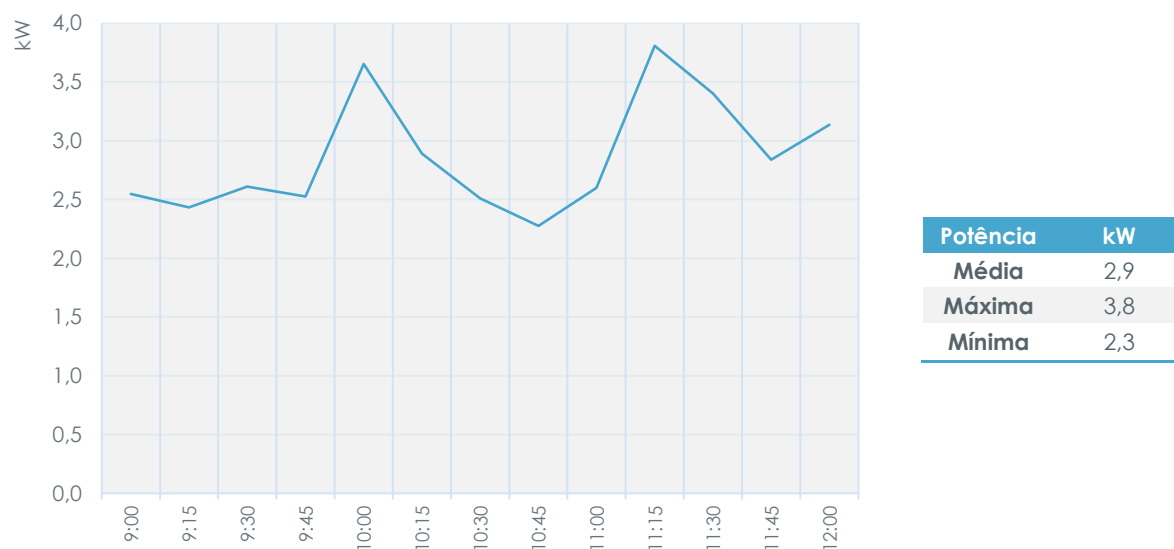


Figura 66 – Diagrama de carga do Q.P.1 (06 de março 2025)

QGBT 2: Q.F.2

O QGBT 2 alimenta o quadro Q.F.2, no qual são alimentados vários fornos de fundição. Durante o período monitorizado, verificou-se uma potência absorvida médias nos períodos de produção de 132kW, sendo que ao fim de semana a potência foi inferior a 20kW.

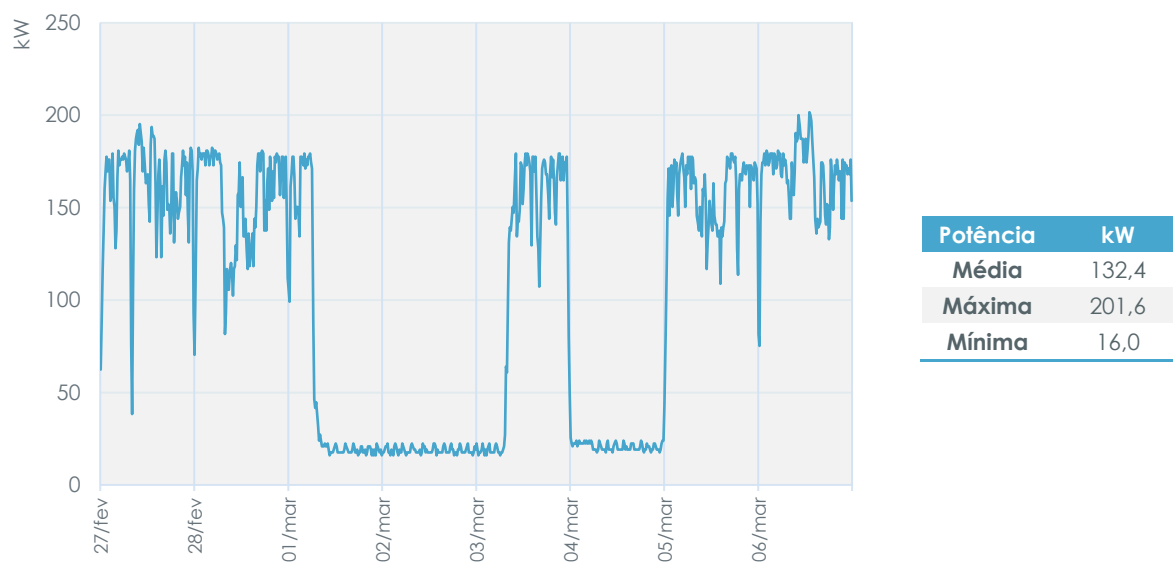


Figura 67 – Diagrama de carga do Q.F.2 (27 fevereiro a 6 março 2025)

Iluminação

Estima-se que a iluminação represente atualmente cerca de 5,7% do consumo de energia elétrica da TESCO. Para calcular o consumo afeto a este sistema auxiliar foi realizado o levantamento dos equipamentos de iluminação e atribuído o número de horas de funcionamento.

Tabela 40 - Características da iluminação e respetivo consumo⁸

Designação/Localização	Iluminação Existente						Func./	Consumo Anual Existente
	Luminárias		Lâmpadas		Potência Instalada (W)			
	Qnt.	Tipo	Lâmpada	Balastro	Lâmpadas	Balastro	h/ano	[kWh]
Fundição	95	Simples	LED 200	N/A	19000	0	6 240	118 560,00
Posto Trabalho Toyo 350 (1)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Toyo 350 (2)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Toyo 350 (3)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Toyo 250 (4)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Buhler 530 (5)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Buhler 660 (6)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Toshiba (7)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Buhler 660 (9)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Buhler 660 (10)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Buhler 660 (11)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Buhler 660 (12)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Posto Trabalho Buhler 660 (13)	1	Dupla	LED 16	N/A	32	0	6 240	199,68
Postos de Trabalho	5	Simples	LED 8	N/A	40	0	6 240	249,60
Lavagem	2	Simples	LED 22	N/A	44	0	6 240	274,56
Bancadas Manutenção	3	Dupla	LED 22	N/A	132	0	6 240	823,68
Bancadas Manutenção	2	Dupla	LED 8	N/A	32	0	6 240	199,68
Máquina Escarear	5	Simples	LED 8	N/A	40	0	6 240	249,60
Acabamento	2	Dupla	LED 16	N/A	64	0	6 240	399,36
Acabamento	2	Dupla	LED 8	N/A	32	0	6 240	199,68
Acabamento	1	Dupla	LED 22	N/A	44	0	6 240	274,56
Sala Compressores 1	2	Simples	LED 22	N/A	44	0	260	11,44
Sala Compressores 2	2	Simples	LED 22	N/A	44	0	260	11,44
Acesso Zona Produção (baixo Varanda)	8	Simples	FT5 1x49 W	E	444	6,5	6 240	2 770,56
PT	2	Simples	FT8 BFM 1x36 W	FM	90,6	9,3	208	18,84
Sala Caldeira	2	Dupla	LED 22	N/A	88	0	208	18,30
Maquinagem	110	Simples	LED 200	N/A	22000	0	6 240	137 280,00
Armazém P.A.	8	Simples	LED 200	N/A	1600	0	832	1 331,20
Armazém P.A.	14	Tripla	LED 22	N/A	924	0	832	768,77
Refeitório	6	Simples	LED 22	N/A	132	0	2 080	274,56
Torre Arrefecimento 1	1	Dupla	LED 18	N/A	36	0	208	7,49
Depósito 30.000L	1	Simples	LED 22	N/A	22	0	208	4,58

1. FM - Ferromagnéticos / E - Eletrônicos / FT - Fluorescentes Tubulares / FC - Fluorescentes Compactas / IM - Iodetos Metálico

Designação/Localização	Iluminação Existente						Func/. h/ano	Consumo Anual Existente [kWh]
	Luminárias		Lâmpadas		Potência Instalada (W)			
	Qnt.	Tipo	Lâmpada	Balastro	Lâmpadas	Balastro		
QGBT	2	Simples	FT5 1x54 W	E	120	6	208	24,96
Postos de Trabalho Máquinas CNC	76	Dupla	LED 18	N/A	2736	0	6 240	17 072,64
Postos de Trabalho Máquinas CNC	16	Simples	LED 18	N/A	288	0	6 240	1 797,12
Postos de Trabalho Máquinas CNC	14	Simples	LED 10	N/A	140	0	6 240	873,60
Postos de Trabalho Máquinas CNC	8	Simples	LED 10	N/A	80	0	6 240	499,20
Postos de Trabalho Máquinas CNC	12	Dupla	LED 8	N/A	192	0	6 240	1 198,08
Mesas Inspeção	8	Dupla	LED 18	N/A	288	0	6 240	1 797,12
Mesas Inspeção	8	Dupla	LED 8	N/A	128	0	6 240	798,72
Mesas Inspeção	2	Dupla	LED 22	N/A	88	0	6 240	549,12
Mesas Computador Registo	4	Dupla	LED 18	N/A	144	0	6 240	898,56
Mesas Computador Registo	1	Dupla	LED 8	N/A	16	0	6 240	99,84
Armazém Compras	43	Simples	LED 40	N/A	1720	0	2 080	3 577,60
Qualidade	36	Simples	LED 13	N/A	468	0	6 240	2 920,32
Escritório Eng.	66	Simples	LED 40	N/A	2640	0	2 080	5 491,20
Sala Reuniões	4	Simples	LED 16	N/A	64	0	2 080	133,12
Gabinete Médico	6	Simples	LED 16	N/A	96	0	300	28,80
Escadaria	8	Simples	LED 22	N/A	176	0	2 080	366,08
Hall Entrada	9	Simples	LED 16	N/A	144	0	2 080	299,52
Piso Superior - Circulação	9	Simples	LED 40	N/A	360	0	2 080	748,80
Piso Superior - Sala 2	12	Simples	LED 22	N/A	264	0	2 080	549,12
Piso Superior - Sala 3	9	Simples	LED 22	N/A	198	0	2 080	411,84
Piso Superior - Sala 4	8	Simples	LED 40	N/A	320	0	2 080	665,60
Piso Superior - Sala 1	6	Simples	LED 22	N/A	132	0	2 080	274,56
Piso Superior - Arquivo	2	Simples	LED 22	N/A	44	0	2 080	91,52
Piso Superior - Refeitório	54	Simples	LED 40	N/A	2160	0	2 080	4 492,80
Vestiário Homens	18	Simples	LED 22	N/A	396	0	2 080	823,68
Vestiário Homens	9	Simples	LED 16	N/A	144	0	2 080	299,52
Vestiário Mulheres	18	Simples	LED 22	N/A	396	0	2 080	823,68
Vestiário Mulheres	9	Simples	LED 16	N/A	144	0	2 080	299,52
Pala exterior	2	Dupla	FC E14/E27 18		72	0	0	0,00
Exterior	4	Simples	VS AP 250 W		1096	24	0	0,00
Exterior	41	Simples	LED 100	N/A	4100	0	3 640	14 924,00
Palas	10	Simples	LED 22	N/A	220	0	3 640	800,80
TOTAL	819				64 811	46		329 755,10

O consumo anual estimado para os sistemas de iluminação é de 329.755,10 kWh.

Gás Natural

O consumo de gás natural está associado ao setor da fundição e segundas operações como os fornos de tratamento térmico. Existem ainda consumidores associados aos serviços auxiliares, nomeadamente preparação de AQS e climatização ambiente.

A instalação possui contadores de gás natural, tanto nos fornos e fundição, como na caldeira responsável pelo aquecimento das águas quentes sanitárias e aquecimento ambiente.

Nas tabelas seguintes encontram-se as quantidades de gás natural utilizadas nos fornos e na caldeira durante o ano de referência (2024).

Tabela 41 – Consumos de Gás Natural no processo de fundição (2024)

	Fornos	
	m³ (n)	t
Forno 1	41 842	35,16
Forno 2	38 176	32,08
Forno 3	2 353	1,98
Forno Fusor	303 261	254,86
Forno 7	114 495	96,22
Forno 9	141 735	119,11
Forno 10	149 154	125,35
Forno 11	16 611	13,96
Forno 13	180 932	152,05
Total	988 558	830,78
Média	82 380	69,23

Tabela 42 – Consumos de Gás Natural na caldeira (2024)

	Caldeira	
	m³ (n)	t
Janeiro	2 024	1,70
Fevereiro	1 228	1,03
Março	1 335	1,12
Abril	1 274	1,07
Maio	960	0,81
Junho	812	0,68
Julho	820	0,69
Agosto	132	0,11
Setembro	431	0,36
Outubro	820	0,69
Novembro	836	0,70
Dezembro	1 152	0,97
Total	11 824	9,94
Média	985	0,83

Tal como se pode observar pela análise da informação partilhada, os fornos 4, 8 e 12 não tiveram qualquer consumo de gás natural no período de 2024. Como seria de esperar, o processo de fundição é responsável por cerca de 99% do consumo de gás natural.

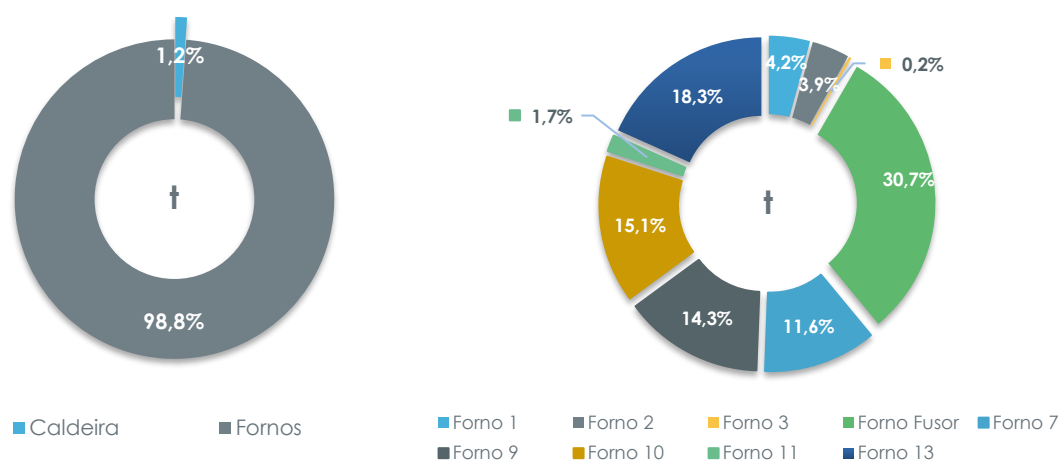


Figura 68 – Desagregação do consumo de Gás Natural (t)

O balanço de energia e a determinação da eficiência dos principais consumidores de gás natural (fornos fusão) foram integralmente realizados (resultados em anexo), sendo o seu resultado apresentado em anexo. No entanto, a validação técnica final de ambos o ponto não foi incluso no relatório devido a uma inconsistência nos dados de medição de campo (Caudal Mássico e Temperatura) fornecidos pela empresa externa (tomas agregadas). O problema técnico subjacente é o seguinte:

1. O sistema de exaustão é natural e agregado, o que inviabiliza a medição individual de cada forno por questões de segurança e acessibilidade.
2. A aplicação do Método das Perdas (necessário para validar a eficiência e desagregar o balanço) revelou que os dados de medição são incorretos, resultando em valores fisicamente impossíveis – nomeadamente, uma Perda Residual Negativa (Fornalha #11) e perdas por radiação superiores a 68% em outros fornos.

Resumindo, o balanço de energia e a eficiência foram calculados, mas a própria aplicação do Método das Perdas serviu para expor e quantificar a falha na qualidade da medição externa, impedindo a validação final. A não-conformidade não reside na falta de balanço, mas sim na impossibilidade de o validar com os dados disponíveis.

Uma vez que o gás natural da caldeira possui dois propósitos, AQS e AVAC, e não existirem contadores parciais de gás natural, após a caldeira, foi necessário proceder-se à estimativa dos banhos diários por forma a obter-se o consumo associado às AQS. Após a estimativa dos litros associadas aos balneários, informação obtida na visita às instalações, foi possível realizar a desagregação final do gás natural associado à climatização. O gráfico seguinte demonstra a evolução do consumo associado à caldeira no decorrer do ano de referência.

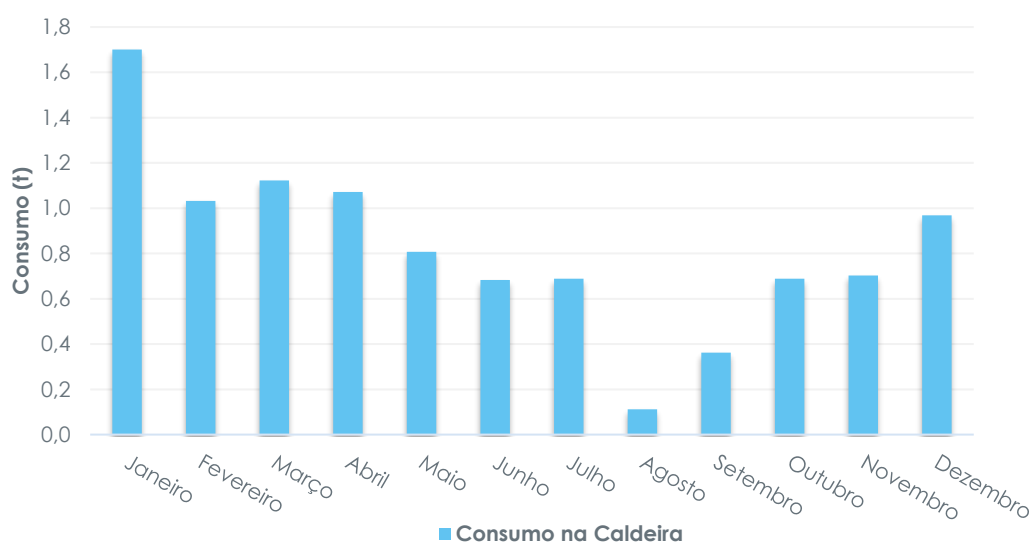


Figura 69 – Evolução do consumo de gás natural na caldeira

Para efeitos de cálculo foi considerado que cerca de 75% dos trabalhadores utilizam as instalações balneárias no final do seu turno, três turnos diários, perfazendo uma média de 5.625 litros/dia. Para as AQS e, tal como referido anteriormente, a produção de água quente para este efeito pressupõe a utilização de painéis solares térmicos, com o apoio da caldeira. Na tabela seguinte pode ver-se todos os pressupostos de cálculo assim como as necessidades anuais fornecidas pelo solar térmico.

Tabela 43 – Pressupostos e Resultados: Necessidades e Consumo de AQS

Quantidade de litros por pessoa	30
Quantidade de banhos por dia	187,5
Consumo dia (l)	5 625
Cp (Calor específico) – kJ/kg.k	4,187
dias/ano	260
delta T [°C]	45
Necessidades ANUAIS Estimadas [MJ]	275 557
Necessidades ANUAIS Apoio [MJ]	266 957
Necessidades ANUAIS Solar [MJ]	8 600
Eficiência da caldeira (com fator de idade 0,95)	94,4%
Consumo ANUAL GN [MJ]	282 704
Consumo ANUAL GN [t]	6,27

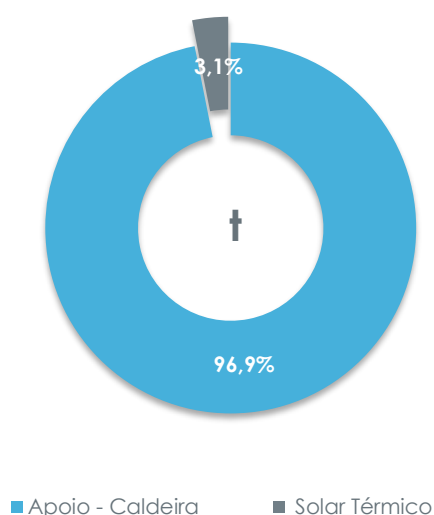


Figura 70 – Desagregação do consumo de AQS (t)

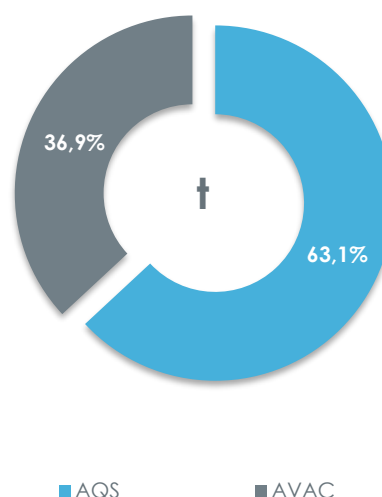


Figura 71 – Desagregação do consumo de gás natural na caldeira (t)

Devido aos horários de final dos turnos, a caldeira é responsável pela maior percentagem de produção de água quente sanitária, sendo cerca de 96,9%. Das 9,94 toneladas contabilizadas na caldeira no ano 2024, a partir do contador existente, 6,27 toneladas, ou seja, 63,1% do consumo está associada às AQS e 3,67 toneladas, ou seja, 36,9% do consumo está associado ao AVAC, nomeadamente a bateria de aquecimento das UTAS.

Gasóleo / Gasolina

Como descrito anteriormente, ambos estes vetores energéticos estão associados unicamente à frota automóvel da Tesco. Na tabela seguinte descreve-se os veículos integrantes da instalação.

Tabela 44 - Características da Frota

Equipamento	Marca	Modelo	Matrícula	Tipologia
Automóvel #1	Honda	CR-V	BN15NI	Híbrido Plug in
Automóvel #2	BMW	320e PHEVA	BP12OM	Híbrido Plug in
Automóvel #3	VW	Golf GTE	BR25HN	Híbrido Plug in
Automóvel #4	Honda	Jazz	AD21LS	Híbrido
Automóvel #5	Honda	Jazz	AD26LS	Híbrido
Automóvel #6	Honda	Jazz	BI54BL	Híbrido
Automóvel #7	Renault	Master	06AE51	Gasóleo

Na sua totalidade, no ano de referência foram consumidas 3,1 toneladas de combustível automóvel, sendo que 60,6% desse consumo correspondeu a gasóleo e os restantes 39,4% a gasolina.

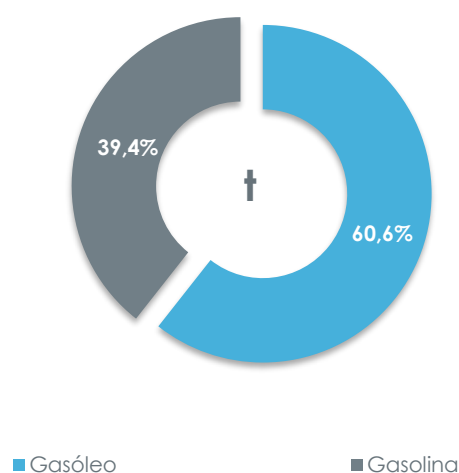


Figura 72 – Desagregação do consumo de combustível automóvel

Energia Elétrica (UPAC)

A produção e venda de energia elétrica da UPAC está evidenciada na tabela seguinte, assim como a sua desagregação.

Tabela 45 – Evolução da produção e venda associada a UPAC (2024)

	Análise UPAC		
	Produção	Injetado	Autoconsumo
jan	45 285	4 598	40 687
fev	60 400	4 780	55 620
mar	89 850	14 740	75 110
abr	140 940	28 715	112 225
mai	147 090	25 490	121 600
jun	147 247	37 330	109 917
jul	199 010	52 771	146 239
ago	207 978	99 064	108 914
set	160 000	32 000	128 000
out	87 000	10 000	77 000
nov	68 000	7 000	61 000
dez	70 000	21 000	49 000
média	118 567	28 124	90 443
total	1 422 800	337 488	1 085 312

Na sua totalidade, no ano de referência foram produzidos 1.422.800 kWh a partir da UPAC, sendo que 76,3% desse consumo correspondeu a autoconsumo e os restantes 23,7% a energia elétrica injetada.

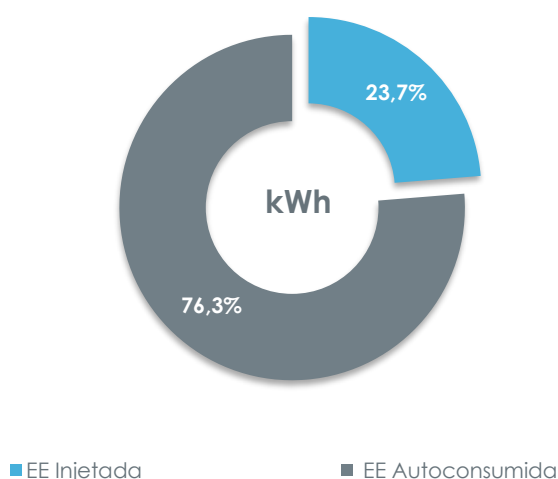


Figura 73 – Desagregação da produção de energia elétrica da UPAC

Medidas de eficiência a equacionar

- **Unidade de Produção de Autoconsumo:** Existe a possibilidade da produção de energia elétrica através da instalação de painéis fotovoltaicos, neste sentido será estudada para a instalação de uma UPAC na TESCO. Pretende-se que a solução apresentada vá ao encontro das necessidades de consumo da instalação;
- **Monitorização e Controlo – Sistema de Gestão de Energia:** Esta instalação possui um Sistema de Gestão de Energia (SGE), onde são analisados os dados energia elétrica de seis circuitos parciais. No entanto, alguns circuitos relevantes, não se encontram a ser monitorizados, não possibilitando uma correta desagregação por centro de custo, nomeadamente maquinagem e fundição. Será estudada uma ampliação do SGE, de forma a permitir tirar mais partido deste sistema;
- **Ar Comprimido – Eliminação das fugas:** Durante a auditoria foram identificadas fugas no circuito de ar comprimido, situação que não é conducente com a eficiência energética, neste sentido será proposto uma auditoria, com o intuito de minorar o consumo energético associado às fugas;
- **Otimização de motores:** Durante a auditoria foram identificados motores, cujas eficiências são IE2 e/ou inferiores, neste sentido será analisada a sua troca por motores mais eficientes através da possibilidade de substituição dos motores, para motores com uma eficiência superior (IE4);
- **Isolamento Térmico:** As portas dos fornos térmicos T5 (2) e T5 (3) representam uma perda de energia térmica por radiação e convecção. O seu isolamento proporciona uma oportunidade de retenção de calor, que é produzido através da redução do consumo de energia elétrica requerido para o seu funcionamento, proporcionando assim a sua poupança energética;
- **Recuperação Calor:** Esta medida pressupõe instalação de um sistema de recuperação de calor nos compressores para satisfazer as necessidades de água quente, quer associadas à AQS/Climatização como associados ao aquecimento da água de corte, nomeadamente tanque de limpeza de chão e o tanque de limpeza de peças;

DESAGREGAÇÃO DOS CONSUMOS

Neste capítulo serão apresentadas as desagregações efetuadas no decurso da auditoria realizada ao TESCO, de um modo global e na base de energia primária, como também a desagregação parcial da energia elétrica (RESP+UPAC), gás natural e gasóleo/diesel. O diagrama a seguir apresentado apresenta o balanço energético referido a cada um dos setores produtivos e serviços auxiliares, por fonte de energia. O consumo de cada um destes setores foi subdividido da seguinte forma:

SETOR PRODUTIVO

- ✓ **FUNDIÇÃO:** Consumo de energia elétrica associado ao funcionamento das fornalhas elétricas e motores de vácuo;
- ✓ **ACABAMENTO:** Consumo de energia elétrica associado ao setor produtivo das granalhadoras;
- ✓ **MAQUINAGEM:** Consumo de energia elétrica associado ao setor produtivo das máquinas de comando numérico computadorizado (CNC);

SERVIÇOS AUXILIARES

- ✓ **AR-COMPRESSO:** Consumo de energia elétrica associado à central de produção de ar-comprimado;
- ✓ **TORRES DE ARREFECIMENTO E BOMBAS:** Consumo de energia elétrica associado às torres de refrigeração e bombas de recirculação e distribuição de água;
- ✓ **TRATAMENTO ÓLEO CORTE:** Consumo de energia elétrica associado à Vacudest;
- ✓ **ILUMINAÇÃO:** Consumo de energia elétrica associado aos sistemas de iluminação interior e exterior;
- ✓ **AQS:** Consumo de gás natural associado ao sistema de aquecimento de águas sanitárias;
- ✓ **CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO:** Consumo de energia elétrica e de gás natural associado ao sistema de climatização e ventilação ambiente;
- ✓ **OUTROS CONSUMOS:** Consumos de energia elétrica não desagregados, como por exemplo o consumo associado aos Quadros dos Escritórios e Q.P.1, depois de excluída a iluminação alimentada por estes circuitos. Inclui consumos de gasóleo e gasolina associados à frota.

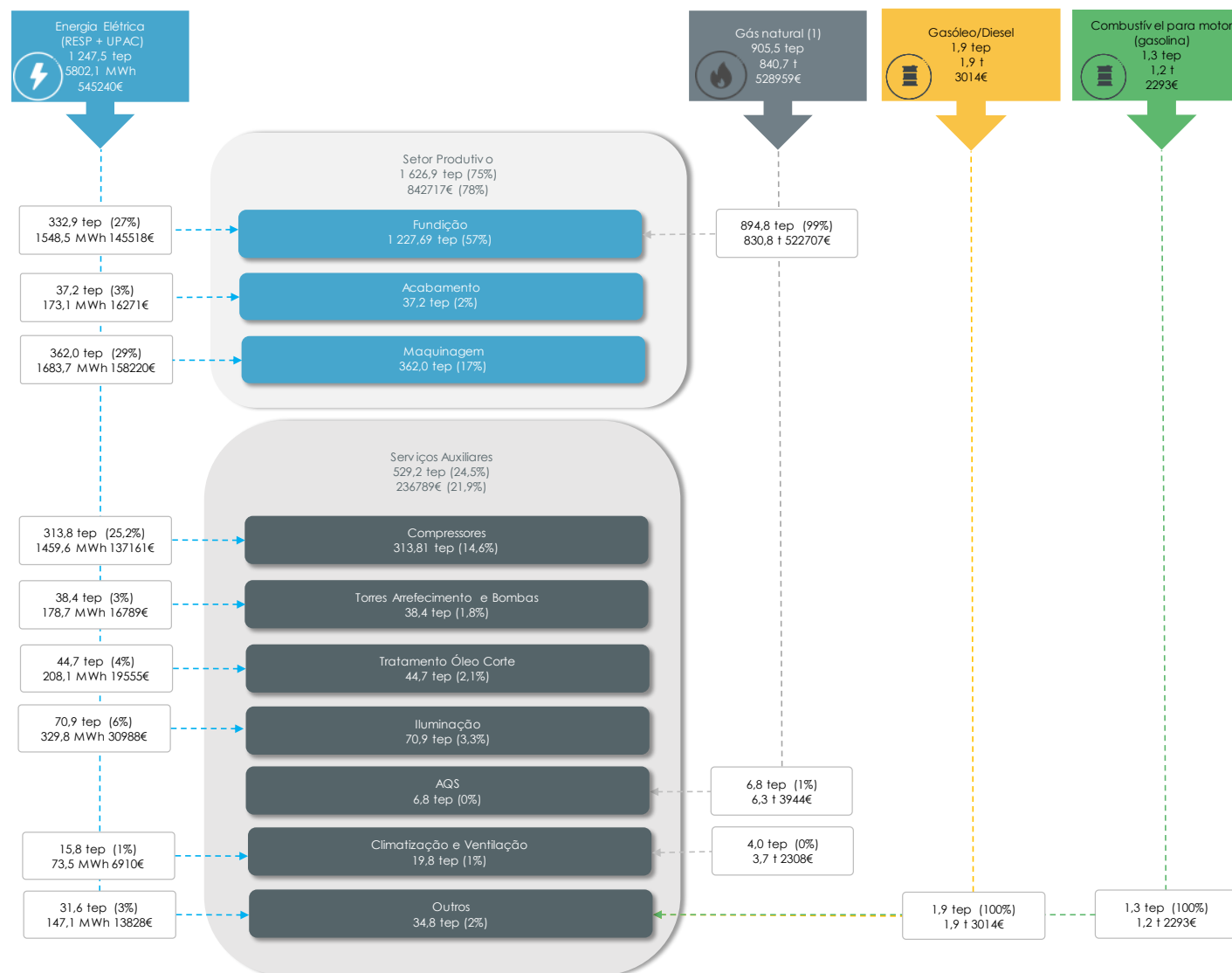


Figura 74 – Esquema Ilustrativo das Etapas de Desagregação dos Consumos de Energia

Tabela 46 – Desagregação do consumo e custo de energia

	Energia Elétrica (RESP ⁹ + UPAC)				Gás natural				Gasóleo/Diesel				Combustível para motor (gasolina)				Total			
	MWh/ano	tep/ano	€	%	t/ano	tep/ano	€	%	t/ano	tep/ano	€	%	t/ano	tep/ano	€	%	tep/ano	€	% Energia	% Custo
Setor Produtivo	3 405,4	732,2	320 009	58,7%	830,8	894,8	522 707	98,8%	0,0	0,0	0	0,0%	0,0	0,0	0	0,0%	1 626,9	842 717	75,5%	78,07%
Fundição	1 548,5	332,9	145 518	26,7%	830,8	894,8	522 707	98,8%									1 227,7	668 226	56,9%	61,90%
Acabamento	173,1	37,2	16 271	3,0%													37,2	16 271	1,7%	1,51%
Maquinagem	1 683,7	362,0	158 220	29,0%													362,0	158 220	16,8%	14,66%
Serviços Auxiliares	2 396,8	515,3	225 231	41,3%	9,9	10,7	6 252	1,2%	1,87	1,89	3 014	100%	1,21	1,23	2 293	100,0%	529,1	236 789,3	24,5%	21,93%
Compressores	1 459,6	313,8	137 161	25,2%													313,8	137 161	14,6%	12,71%
Torres Arrefecimento e Bombas	178,7	38,4	16 789	3,1%													38,4	16 789	1,8%	1,56%
Tratamento Óleo Corte	208,1	44,7	19 555	3,6%													44,7	19 555	2,1%	1,81%
Iluminação	329,8	70,9	30 988	5,7%													70,9	30 988	3,3%	2,87%
AQS					6,3	6,8	3 944	0,7%									6,8	3 944	0,3%	0,37%
Climatização e Ventilação	73,5	15,8	6 910	1,3%	3,7	4,0	2 308	0,4%									19,8	9 218	0,9%	0,85%
Outros	147,1	31,6	13 828	2,5%					1,87	1,89	3 013,7	100%	1,21	1,23	2 293,2	100%	34,8	19 135	1,6%	1,77%
Total	5 802,1	1 247,5	545 240	100%	840,7	905,5	528 959,4	100%	1,87	1,89	3 014	100%	1,21	1,23	2 293,2	100%	2 156,0	1 079 506	100%	100%

⁹ Rede Elétrica de Serviço Público (RESP)

O consumo no período de referência foi de 75,5% para o setor produtivo e 24,5% para os serviços auxiliares. A distribuição dos custos foi de 78,1% para setor produtivo e 21,9% para os serviços auxiliares.

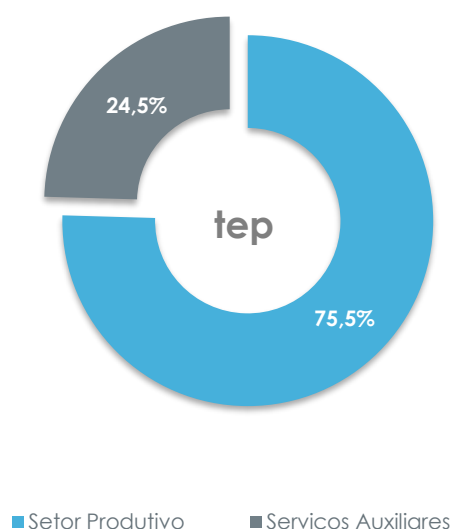


Figura 75 - Desagregação global do consumo de energia (tep)

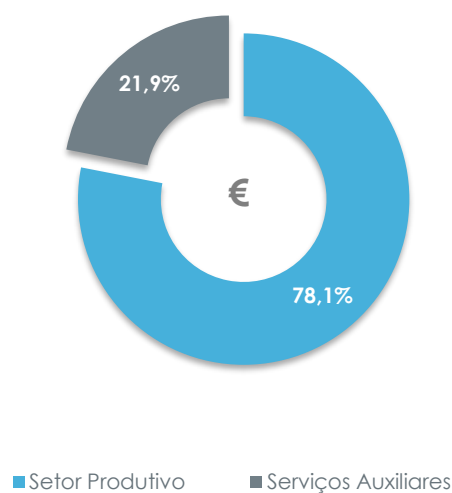


Figura 76 - Desagregação global dos custos de energia (em €)

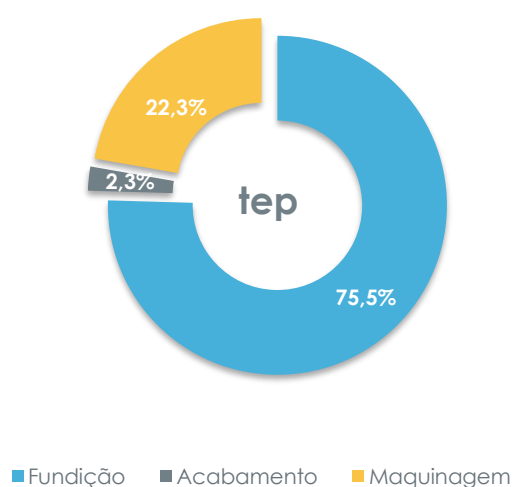


Figura 77 - Desagregação do consumo no setor produtivo (tep)

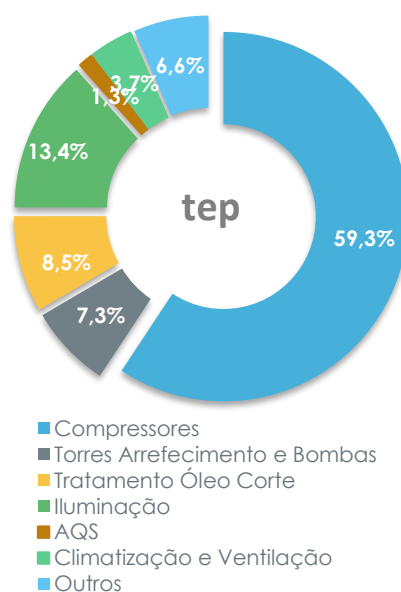


Figura 78 - Desagregação do consumo nos serviços auxiliares (tep)

O consumo da fundição representa 75,5% do total do setor produtivo e os restantes 25,6% estão afetos às granalhas e CNC. Relativamente aos consumos dos serviços auxiliares, cerca de 59,3% correspondem aos compressores, 7,3% correspondem às torres de arrefecimento e bombas, 8,5% ao tratamento do óleo de corte, 13,4% à iluminação, 1,3% às AQS, 3,7% à climatização e ventilação e os restantes 6,6% dizem respeito aos consumos não desagregados.

MEDIDAS DE UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA

Neste capítulo apresentam-se as medidas de utilização racional de energia (MURE) identificadas durante a realização desta auditoria, assim, como a descrição da situação atual, oportunidade de melhoria e a situação proposta (quando aplicável). As mesmas assentam, sempre que possível, numa análise dos custos ao longo do ciclo de vida, a fim de ter em conta as economias a longo prazo, os valores residuais dos investimentos de longo prazo e as taxas de atualização, sendo que para isso é realizada uma análise económica a 8 anos, uma vez que a instalação será enquadrada no âmbito do decreto de lei nº71/2013 de 30 de maio. Estas potenciais economias de energia serão qualificadas em função do tempo de retorno esperado, inferior a 8 anos (**Tipo 1**), superior a 8 anos (**Tipo 2**), e Medidas de Boa Gestão Energética (**MBGE**).

O processo do Custo do Ciclo de Vida (CCV) é uma ferramenta de gestão que pode ajudar a minimizar os desperdícios e a maximizar o rendimento para variados tipos de sistemas durante o seu período de vida útil. Representa assim os custos de aquisição, instalação, ensaios, energéticos, operação, manutenção (preventiva e corretiva), paragens, ambientais, desmontagem e desmantelamento do equipamento. A identificação de todas as parcelas envolvidas apresenta-se como uma etapa fundamental nesta metodologia.

A metodologia proposta apresenta os custos do ciclo de vida, como sendo a soma das seguintes parcelas:

$$CCV = C_{ci} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_{pp} + C_a + C_d$$

onde:

Cci - Custos iniciais - Este tipo de custos refere-se aos custos necessários para a compra e instalação de equipamentos e obras de construção civil, necessárias ao arranque do sistema. Os custos iniciais incluem geralmente os seguintes itens (Serviços de engenharia (estudos, projeto, desenhos, especificações, etc.); processo de aquisição, construção civil, inspeção e testes, peças de reserva, formação, equipamentos auxiliares);

Cin - Custo de instalação e ensaios (arranque e formação do pessoal) - Os ensaios requerem uma especial atenção às instruções do fabricante para a execução do arranque e operação. Os custos de instalação e ensaios (arranque) incluem os seguintes itens (fundações, ligações de tubagens, ligações elétricas e instrumentação, ligações a sistemas auxiliares, avaliações e regulações de arranque);

Ce - Custos energéticos (operação do sistema incluindo controlos e quaisquer serviços auxiliares) - O consumo energético é frequentemente uma das parcelas com maiores custos e geralmente domina o valor final do CCV, especialmente quando o tempo de operação

ultrapassa as 2000 horas de operação/ano. Os custos energéticos de serviços auxiliares também devem ser incluídos.

Co - Custos de operação (mão de obra e supervisão normal do sistema) - Os custos de operação são os associados à mão-de-obra relacionados com a operação do sistema. Uma análise periódica das condições de funcionamento do sistema pode alertar os operadores para eventuais perdas de desempenho do sistema. Os indicadores de desempenho incluem alterações em vibrações, temperaturas, ruído, consumo energético, gamas de caudais, pressão etc.

Cm - Custos de manutenção e reparação (reparações previstas e de rotina) - O alcance da longevidade de um equipamento, requer uma manutenção regular e eficiente. Os custos dependem do tempo e da frequência do serviço, mas também dos custos dos materiais. O custo total da manutenção de rotina é o resultado do produto dos custos por intervenção pelo número de intervenções esperadas durante o ciclo de vida do equipamento.

Cpp - Custos de paragens (perda de produção) - O custo de paragens imprevisíveis e de perdas de produção são uma parcela muito significativa no valor CCV e pode rivalizar com os custos energéticos ou com os custos de peças de substituição. Na maior parte das vezes os custos de paragem são inaceitáveis por representarem custos superiores à instalação de um equipamento de substituição ou reserva. Se for utilizado um equipamento de reserva, o custo inicial será mais elevado, mas os custos de manutenção não programada incluirão apenas os custos da reparação. O custo de perda de produção ou de indisponibilidade podem ser considerados dependente do tempo de paragem e devem ser analisados para cada caso específico.

Ca - Custos ambientais - O custo da destruição de fluidos contaminantes durante o tempo de vida de um sistema, varia bastante dependendo da natureza do produto. Os custos de infração ambiental deverão ser incluídos, sob o risco de representarem externalidades.

Cd - Custo de desmontagem e desmantelamento (incluindo a restauração ambiental do local e serviços de destruição do equipamento) - O custo do desmantelamento pode ter pequenas variações em relação a diferentes conceções que devem ser salvaguardadas pela MJD. Existem procedimentos legais e regulamentares para líquidos tóxicos, radioativos ou qualquer outro tipo agressivo.

Os custos estimados para as várias parcelas depois de somadas permitem uma comparação das diferentes soluções analisadas. Existem também fatores financeiros a serem tomados em consideração no desenvolvimento do CCV. Estes incluem: o Preços atuais da energia; a atualização do valor anual da energia (3%); a Taxa de inflação (1%); a Taxa de juros e impostos (25%); a Vida útil esperada para o equipamento.

MURE_T1_1 – Recuperador de Calor: Compressor

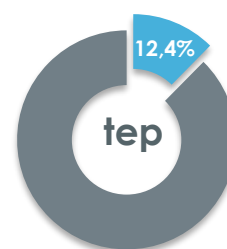
Descrição Sucinta: Esta medida pressupõe instalação de um sistema de recuperação de calor no novo compressor para satisfazer as necessidades de água quente.

Incluído no cálculo:

Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☒ Incentivo ☐
 Manutenção ☒ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA		MURE_T1_1
Vetor energético	Energia Elétrica	Gás natural
Tipologia medida transversal	Recuperação de Calor (MT07)	
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO		
Cci - Investimento iniciais [€]		14 903
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]		-
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]		-8 356
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-	
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]		
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]		-



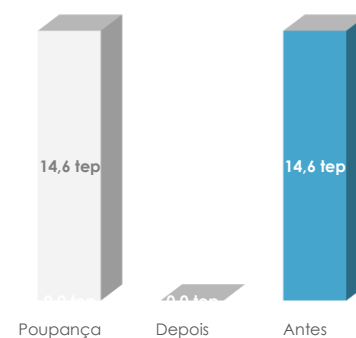
■ Contribuição Objetivo ■ Em falta

CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano] / [kg/ano]	18 199	9 937
Consumo inicial [tep/ano]	3,9	10,7
Consumo inicial [GJ/ano]	66	448
Custo [€/kWh] / [€/kg]	0,116	0,629

CONSUMO PREVISTO ANO 0

Consumo final [kWh/ano] / [kg/ano]	0	0
Consumo final [tep/ano]	0,0	0,0
Consumo final [GJ/ano]	0	0

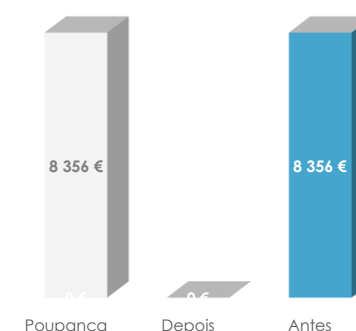


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

Poupança [kWh/ano] / [kg/ano]	18 199	9 937
Poupança [tep/ano]	3,9	10,7
Poupança [GJ/ano]	65,5	448,1
Poupança [tCO ₂]	8,6	28,7

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	32 218,96
TIR	43,8%
TIR Ajustado	20,1%
PAYBACK Simples	1,8
PAYBACK Atualizado	2,3
Índice Rentabilidade	3,2



Pressupostos: O compressor mais recente instalado na Tesco, GA110, um sistema de recuperação do calor, esta energia que pode ser disponibilizada para satisfazer as necessidades de água quente requeridas à caldeira associadas aos balneárias e climatização. Adicionalmente, a energia da recuperação de calor deste compressor também poderá satisfazer as necessidades de aquecimento elétrico de ambos os tanques de limpeza de chão e limpeza de peças.

A recuperação de calor de um compressor é um processo que visa capturar e reutilizar o calor residual gerado durante a compressão do ar e absorvido pelo óleo de compressor de parafuso injetado. Num compressor, uma grande parte da energia elétrica consumida (até 80-95%, dependendo do tipo e das condições de operação) é convertida em calor devido à ineficiência inerente do processo de compressão.

Para o compressor em questão, GA110 a energia passível recuperar a 100% de carga é de sensivelmente 88kW, ou seja 80% da potência de entrada do compressor. Tendo em conta as monitorizações realizadas ao compressor em questão, dias úteis o mesmo apresenta uma percentagem de carga de 75,5%, sensivelmente 83,05kW de potência média, valor considerado para efeitos de calculo para atingir temperaturas até 90°C em termos de água quente.

De seguida são apresentados os pressupostos que deram origem ao cálculo da energia disponível do aproveitamento de calor, assim como os respetivos resultados.

Tabela 47 – Pressupostos e Resultados: Recuperador de Calor

Consumo dias úteis (kWh)	7 453,85
Horas dias úteis (h)	89,75
Potência média diária do compressor (kW)	83,05
Potência nominal do compressor (kW)	110
Recuperação (%)	80%
Potência média diária recuperável (kW)	66,44
Horas de funcionamento anuais	5 856
Recuperação Máxima (kWh/ano)	389 078
Recuperação Máxima (MJ/ano)	1 400 683

De seguida representa-se o perfil do compressor GA110 no período de monitorização e o perfil aplicável de recuperação de calor, tendo em conta os 80% passíveis de utilização. De referir que a potência média diária foi considerada tendo em conta a média diária em dias uteis, uma vez que nem os compressores, nem os sistemas de AQS, funcionam durante o fim de semana.

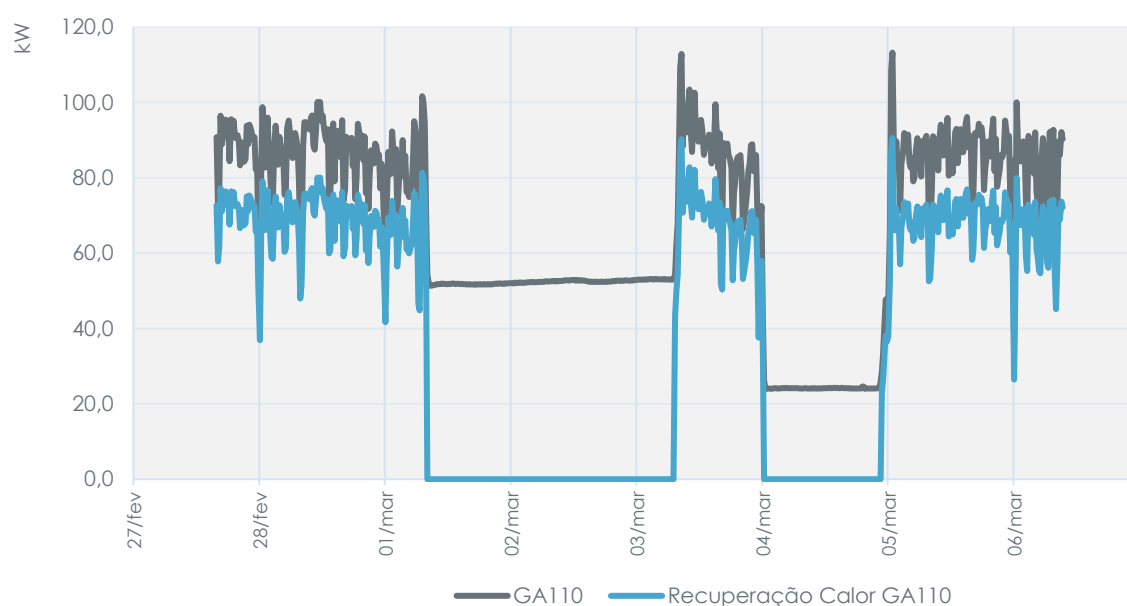


Figura 79 – Perfil de potenciado compressor e recuperador (27 fevereiro a 6 março 2025)

Tal como como referido anteriormente, na análise de consumo de gás natural, são utilizadas 9,94 toneladas para aquecimento de águas sanitárias em conjunto com aquecimento ambiente. Isto significa que a recuperação de calor do compressor GA110 consegue suprimir as necessidades totais da caldeira.

Uma vez que com a supressão da energia necessária pela caldeira de condensação ainda existe energia proveniente da recuperação de calor do compressor, pode-se alocar esta energia ao aquecimento dos tanques de limpeza de chão e limpeza de peças, os quais são aquecidos por resistência elétrica, até uma temperatura de sensivelmente de 50°C.

Em ambos o tanque existe quer um contador de água como um contador de energia elétrica, pese embora não integrados no SGE atualmente instalado. Foram utilizados os valores anuais (2024) para o cálculo desta medida.

Tabela 48 – Consumo médio diário Tanques de Maquinagem

	Tanque Maquinagem#1 Limpeza Chão		Tanque Maquinagem#2 Limpeza Peças	
	Consumo de água (m³)	Consumo (kWh)	Consumo de água (m³)	Consumo (kWh)
Média Diário	0,41	21,49	2,98	56,75
Total Ano	97,00	4 981	696,00	13 218

Tendo em conta que os tanques, em conjunto, necessitam de 18.199 kWh/ano para aquecimento de água, a energia ainda disponibilizada pelo recuperador de calor consegue colmatar na sua totalidade a energia de aquecimento necessária.

Tabela 49 – Pressupostos e Resultados: Necessidades

Consumo Anual Caldeira (t)	9,9
PCI Gás Natural (MJ/kg)	45,10
Consumo Anual Caldeira (MJ)	448 143,3
Consumo Anual Tanques (kWh)	18 199
Consumo Anual Tanques (MJ)	65 515,8
Total Consumo (MJ)	513 659

De acordo com os pressupostos utilizados, a energia disponível é bastante superior às necessidades de aquecimento dos tanques de limpeza e energia utilizada na caldeira para AQS e climatização. No entanto, dada a inexistência de consumidores adicionais capazes de aproveitar a energia excedente, haverá uma grande parte de energia recuperada que não será utilizada (cerca de 63%).

Investimento: O investimento associado à implementação desta medida prende-se com o fornecimento e instalação do recuperador de energia (Atlas Copco ER-S4) assim como a interligação do compressor ao atual sistema de produção de água quente. O investimento associado à instalação do circuito hidráulico com respetivo isolamento é de aproximadamente 14.903 € (s/IVA).

Incidência: Com base neste regime de funcionamento e vez que o compressor irá funcionar sensivelmente 5.856 horas ano, estimam-se quase 390 MWh de energia anual passível de ser recuperada. As necessidades colmatadas pela energia recuperada do compressor correspondem às AQS e climatização, correspondendo a uma poupança de cerca de 9.937 kg de gás natural, equivalente a 10,7 tep, e às necessidades de aquecimento dos tanques, correspondendo a uma poupança de cerca de 18.199 kWh de energia elétrica, equivalente a 3,9 tep.

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, a mesma apresenta um período de retorno simples de cerca de 1,8 anos.

MURE_T1_2A - Outros: Produção fotovoltaica - UPAC_a

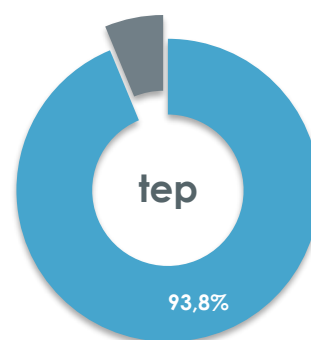
Descrição Sucinta: Esta medida pressupõe a instalação de uma unidade de produção para autoconsumo (UPAC), com recurso a um sistema fotovoltaico, de forma a alimentar os quadros elétricos de baixa tensão.

Incluído no cálculo:

Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☒ Incentivo ☐
 Manutenção ☒ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA	MURE_T1_2a
Vetor energético	Energia Elétrica
Tipologia medida transversal	Outros (MT18)
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO	
Cci - Investimento iniciais [€]	448 000
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-67 978
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]	929
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-



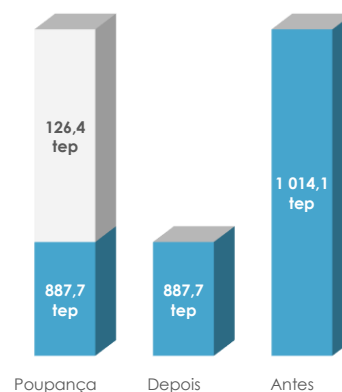
■ Contribuição Objetivo ■ Em falta

CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano]	4 716 833
Consumo inicial [tep/ano]	1014,1
Consumo inicial [GJ/ano]	16980,6
Custo [€/kWh]	0,116

CONSUMO FINAL

Consumo final [kWh/ano]	4 128 758
Consumo final [tep/ano]	887,7
Consumo final [GJ/ano]	14863,5

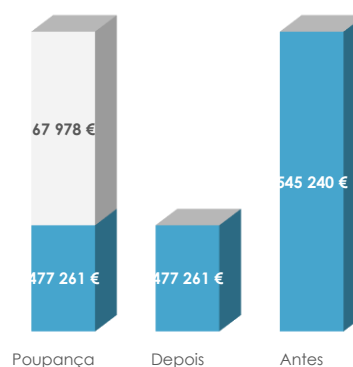


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

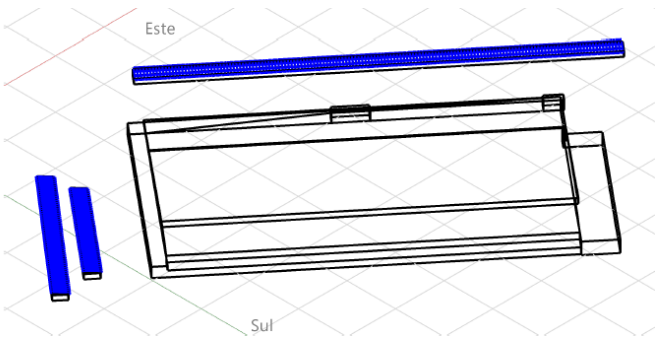
Poupança [kWh/ano]	588 075
Poupança [tep/ano]	126,4
Poupança [GJ/ano]	2 117,1
Poupança [tCO ₂ e/ano]	276,4

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	-858,27
TIR	4,0%
TIR Ajustado	4,0%
PAYBACK Simples	6,6
PAYBACK Atualizado	-
Índice Rentabilidade	1,0



Pressupostos: Esta medida pressupõe a instalação de uma unidade de produção para autoconsumo (UPAC). De forma a alcançar a melhor solução para um sistema fotovoltaico em regime de autoconsumo, é fundamental a obtenção do perfil de consumos, tendo em conta o diagrama de carga médio, geral da instalação. Desta forma, com base nestes pressupostos e no espaço disponível para o fotovoltaico é proposto a instalação de uma UPAC com 374 kW de potência nominal.



Unidade de Produção para Autoconsumo	
Potência a instalar	445 kWhp
Produção específica	1.328 kWh/kWp

Instalação	
Local	CarPark
Tipo de Estrutura	Complanar
Orientação	2 orientações -50/40°S
Inclinação	5°

Figura 80 - Layout da Implementação dos Painéis – UPAC

A UPAC proposta é composta 780 unidades de módulos JA Solar JAM72S30/LR-570Wde 570W cada um, totalizando 445 kWp, complanares com Carpark. A solução apresentada contém igualmente 2 inversores Huawei Technologies modelo SUN2000-100KTL-M1-400Vac (potência de saída AC: 100kW), 3 inversores Huawei Technologies modelo SUN2000-36KTL-M3-400V (potência de saída AC: 36kW), 1 inversor Huawei Technologies modelo SUN2000-30KTL-M3-400V (potência de saída AC: 30kW), 1 inversor Huawei Technologies modelo SUN2000-20KTL-M5-400V (potência de saída AC: 20kW) e 2 inversores Huawei Technologies modelo SUN2000-8KTL-M2-400V (potência de saída AC: 8kW).

JA SOLAR



Figura 81 - Elementos do grupo fotovoltaico

Investimento: O investimento associado à instalação é de 448.000 €, considerando o custo da instalação e respetivos ensaios, o custo estimado de manutenção é de 929 € por ano. Recomenda-se a visita do instalador para verificar questões relacionadas com o atravancamento dos equipamentos.

Incidência: Da análise efetuada, a instalação da UPAC iria produzir 590.414,0 kWh/ano, sendo que 588.075,5 kWh/ano é para autoconsumo. Considerando o valor do kWh equivalente permitirá poupanças económicas na ordem dos 67.978 €/ano.

Nos gráficos seguintes são apresentados os resultados desse estudo.

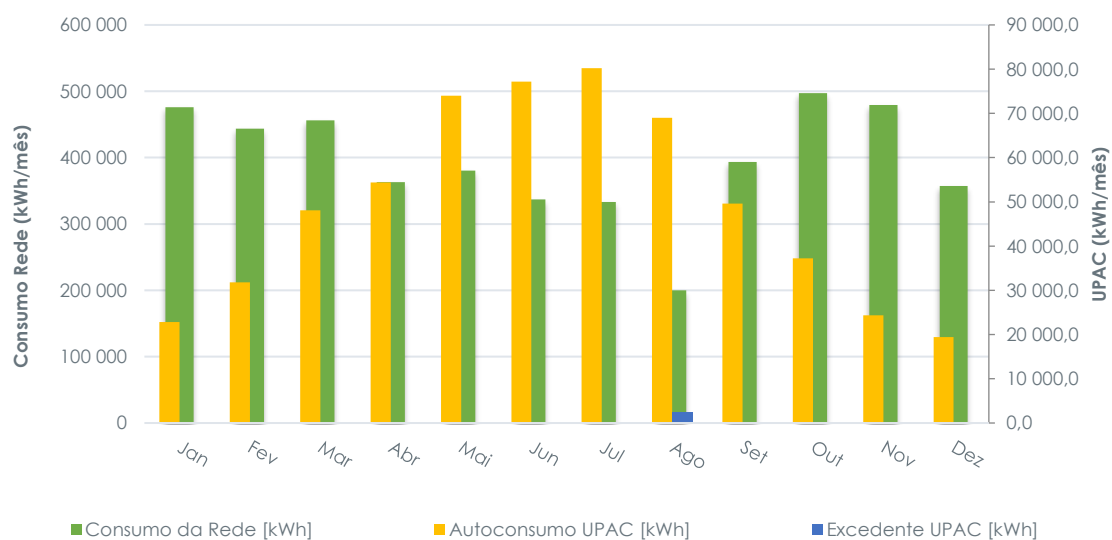


Figura 82 - Perfil anual de Autoconsumo e consumo anual

Tabela 50 – Resumo dos consumos previstos: Excedente vs. Autoconsumo

Mês	Produção UPAC [kWh]	Excedente UPAC [kWh]	Autoconsumo UPAC [kWh]	Consumo Atual da Rede [kWh]
Jan	22 855,2	0,0	22 855,2	476 194,0
Fev	31 784,8	0,0	31 784,8	443 402,0
Mar	48 115,9	0,0	48 115,9	456 083,0
Abr	54 392,9	0,0	54 392,9	363 284,0
Mai	73 966,2	0,0	73 966,2	380 593,0
Jun	77 160,4	0,0	77 160,4	336 897,0
Jul	80 212,5	0,0	80 212,5	333 089,0
Ago	71 370,5	2 338,6	69 031,9	200 071,0
Set	49 606,7	0,0	49 606,7	393 575,0
Out	37 232,9	0,0	37 232,9	497 109,0
Nov	24 322,7	0,0	24 322,7	479 278,0
Dez	19 393,3	0,0	19 393,3	357 258,0
Total	590 414,0	2 338,6	588 075,5	4 716 833,0



Figura 83 – Esquema Simplificado dos resultados da UPAC

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, o período de retorno do investimento é de 6,6 anos.

MURE_T1_2B - Outros: Produção fotovoltaica - UPAC_b

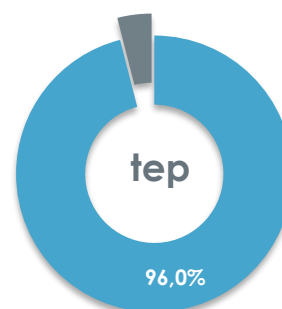
Descrição Sucinta: Esta medida pressupõe a instalação de uma unidade de produção para autoconsumo (UPAC), com recurso a um sistema fotovoltaico, de forma a alimentar os quadros elétricos de baixa tensão.

Incluído no cálculo:

Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☒ Incentivo ☐
 Manutenção ☒ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA	MURE_T1_2b
Vetor energético	Energia Elétrica
Tipologia medida transversal	Outros (MT18)
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO	
Cci - Investimento iniciais [€]	216 500
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-60 920
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]	929
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-



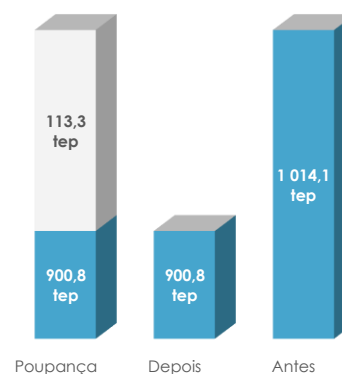
■ Contribuição Objetivo ■ Em falta

CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano]	4 716 833
Consumo inicial [tep/ano]	1014,1
Consumo inicial [GJ/ano]	16980,6
Custo [€/kWh]	0,116

CONSUMO FINAL

Consumo final [kWh/ano]	4 189 815
Consumo final [tep/ano]	900,8
Consumo final [GJ/ano]	15083,3

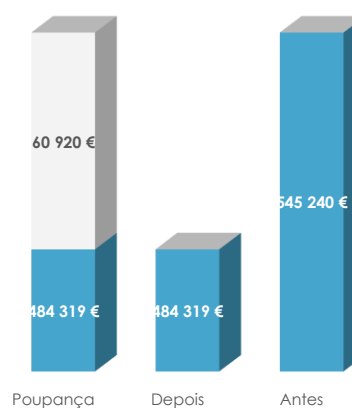


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

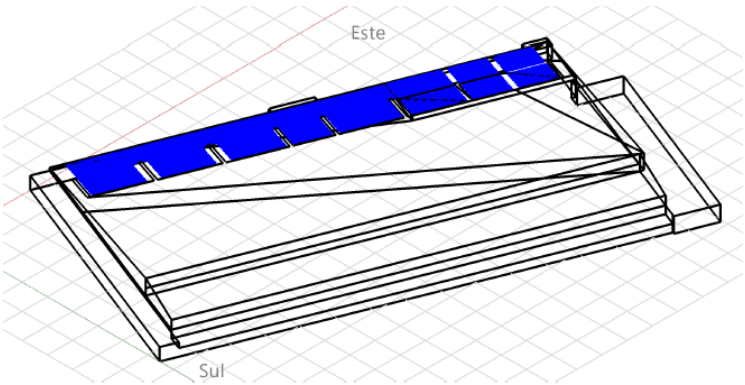
Poupança [kWh/ano]	527 018
Poupança [tep/ano]	113,3
Poupança [GJ/ano]	1 897,3
Poupança [tCO ₂ e/ano]	247,7

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	144 836,72
TIR	18,2%
TIR Ajustado	10,9%
PAYBACK Simples	3,6
PAYBACK Atualizado	4,6
Índice Rentabilidade	1,7



Pressupostos: Esta medida pressupõe a instalação de uma unidade de produção para autoconsumo (UPAC). De forma a alcançar a melhor solução para um sistema fotovoltaico em regime de autoconsumo, é fundamental a obtenção do perfil de consumos, tendo em conta o diagrama de carga médio, geral da instalação. Desta forma, com base nestes pressupostos e no espaço disponível para o fotovoltaico é proposto a instalação de uma UPAC com 350 kW de potência nominal.



Unidade de Produção para Autoconsumo	
Potência a instalar	431 kWhp
Produção específica	1 255 kWh/kWp

Instalação	
Local	Cobertura
Tipo de Estrutura	Complanar
Orientação	-158°S
Inclinação	5°

Figura 84 - Layout da Implementação dos Painéis – UPAC

A UPAC proposta é composta 756 unidades de módulos JA Solar JAM72S30/LR-570Wde 570W cada um, totalizando 431 kWp, complanares com a cobertura. A solução apresentada contém igualmente 7 inversor Huawei Technologies modelo SUN2000-50KTL-M3-400V (potência de saída AC: 50kW).

JA SOLAR



Figura 85 - Elementos do grupo fotovoltaico

Investimento: O investimento associado à instalação é de 216.500 €, considerando o custo da instalação e respetivos ensaios, o custo estimado de manutenção é de 929 € por ano. Recomenda-se a visita do instalador para verificar questões relacionadas com o atravancamento dos equipamentos.

Incidência: Da análise efetuada, a instalação da UPAC iria produzir 528.198,6 kWh/ano, sendo que 527.018,3 kWh/ano é para autoconsumo. Considerando o valor do kWh equivalente permitirá poupanças económicas na ordem dos 60.920 €/ano.

Nos gráficos seguintes são apresentados os resultados desse estudo.

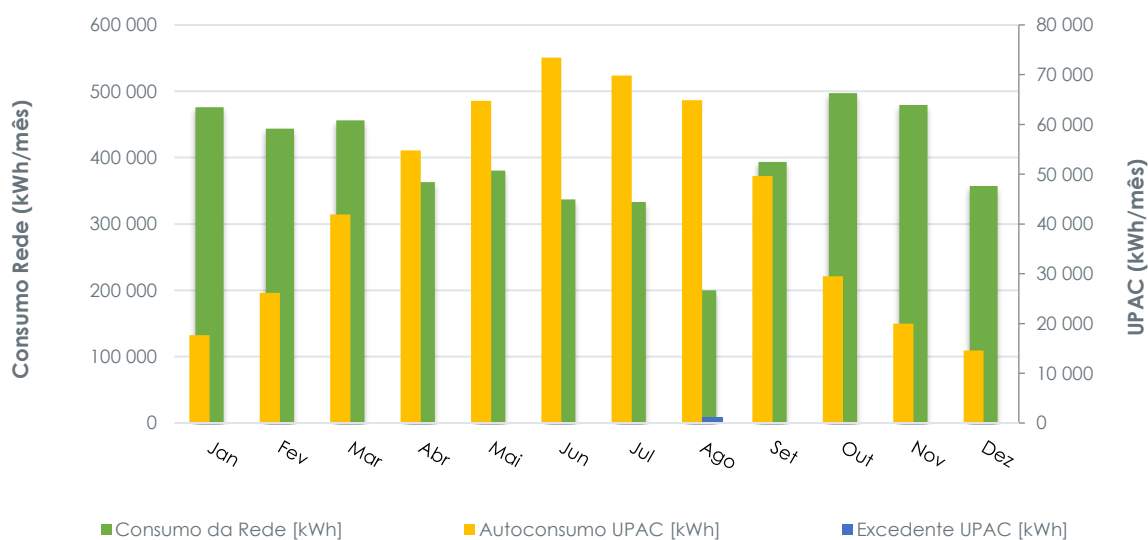


Figura 86 - Perfil anual de Autoconsumo e consumo anual

Tabela 51 – Resumo dos consumos previstos: Excedente vs. Autoconsumo

Mês	Produção UPAC [kWh]	Excedente UPAC [kWh]	Autoconsumo UPAC [kWh]	Consumo Atual da Rede [kWh]
Jan	17 642,1	0,0	17 642,1	476 194,0
Fev	26 146,2	0,0	26 146,2	443 402,0
Mar	41 920,5	0,0	41 920,5	456 083,0
Abr	54 795,4	0,0	54 795,4	363 284,0
Mai	64 721,3	0,0	64 721,3	380 593,0
Jun	73 427,5	0,0	73 427,5	336 897,0
Jul	69 813,1	0,0	69 813,1	333 089,0
Ago	66 089,4	1 180,3	64 909,1	200 071,0
Set	49 628,4	0,0	49 628,4	393 575,0
Out	29 490,8	0,0	29 490,8	497 109,0
Nov	19 988,1	0,0	19 988,1	479 278,0
Dez	14 535,8	0,0	14 535,8	357 258,0
Total	528 198,6	1 180,3	527 018,3	4 716 833,0

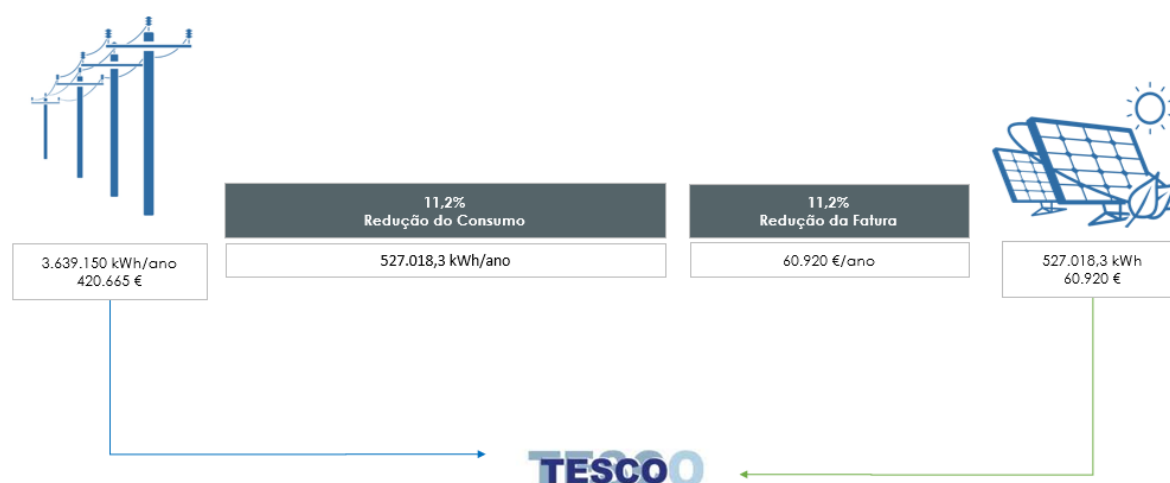


Figura 87 – Esquema Simplificado dos resultados da UPAC

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, o período de retorno do investimento é de 3,6 anos.

MURE_T1_3 - Monitorização e Controlo: SGE

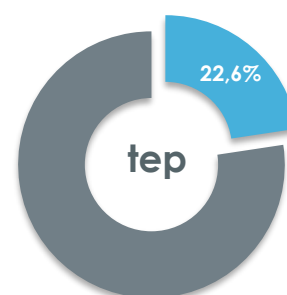
Descrição Sucinta: Implementação de um sistema de Gestão de Energia, com a monitorização constante dos consumos de energia dos principais circuitos de energia elétrica e gás natural, assim como integração dos pontos entretanto desativados.

Incluído no cálculo:

Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☐ Incentivo ☐
 Manutenção ☐ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA		MURE_T1_3
Vetor energético	Energia Elétrica	Gás natural
Tipologia medida transversal	Monitorização e Controlo (MT10)	
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO		
Cci - Investimento iniciais [€]	38 165	
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-	
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-14 706	
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-	
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]		
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-	



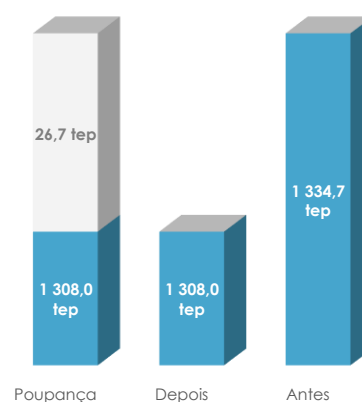
CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano] / [kg/ano]	4 439 285	353 060
Consumo inicial [tep/ano]	954,4	380,2
Consumo inicial [GJ/ano]	15 981	15 923
Custo [€/kWh] / [€/kg]	0,116	0,629

CONSUMO PREVISTO ANO 0

Consumo final [kWh/ano] / [kg/ano]	4 350 500	345 999
Consumo final [tep/ano]	935,4	372,6
Consumo final [GJ/ano]	15 662	15 605

■ Contribuição Objetivo ■ Em falta

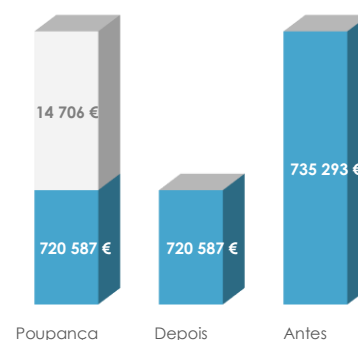


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

Poupança [kWh/ano] / [kg/ano]	88 786	7 061
Poupança [tep/ano]	19,1	7,6
Poupança [GJ/ano]	319,6	318,5
Poupança [tCO ₂]	41,7	20,4

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	47 277,88
TIR	28,6%
TIR Ajustado	15,1%
PAYBACK Simples	2,6
PAYBACK Atualizado	3,3
Índice Rentabilidade	2,2



Pressupostos: Qualquer processo de gestão de energia terá necessariamente de começar pelo conhecimento da situação energética da instalação. O princípio é óbvio - para gerir é indispensável conhecer o objeto de gestão e gerir a mesma como qualquer outro fator de produção. De uma forma geral, a utilização de equipamentos automáticos de controlo introduz substanciais vantagens ao processo produtivo, sendo amortizados através das economias de energia que proporcionam. Um Sistema de Gestão de Energia (SGE) tem como missão dar uma visão global e centralizada do estado de funcionamento de toda a instalação e simultaneamente, permitir a atuação em tempo real.

Para a instalação pretende-se o upgrade do sistema de Gestão de Energia já existente, com uma monitorização constante dos consumos de energia dos principais circuitos de energia elétrica e do consumo de gás natural.

O sistema de gestão de energia permitirá a redução de consumos, alertando e identificando ineficiências da instalação, podendo os técnicos verificar quando é necessária a substituição, reparação ou manutenção preditiva dos equipamentos que apresentem aumento dos seus consumos específicos. Com a divulgação dos custos de operação e dos desvios de consumos dos equipamentos aos operadores, existirá um cuidado superior com os consumos energéticos e sendo esta mais uma forma de redução dos mesmos. É ainda expectável que o sistema permita a redução dos custos através da modulação de cargas por períodos tarifários, planeando o consumo preferencialmente nos períodos de vazio e de super vazio, levando a uma eficiência global de toda a instalação elétrica, assim como permitir o controlo e quantificação exata por setor das emissões diretas e indiretas de CO₂.

O software do Sistema de Gestão de Energia a implementar tem de monitorizar em tempo real os consumos de energia dos pontos de monitorização a instalar. Para tal, deve permitir:

- ✓ Visualização instantânea dos consumos de todas as instalações, podendo a qualquer momento efetuar gráficos de consumos por um ou somatório de vários pontos de monitorização (por consumo ou produção de energia e por período horário). Os desvios de consumo face ao esperado deverão ser facilmente detetáveis com o cálculo automático dos mesmos. Como o programa de gestão de energia fará parte de um programa de controlo global da empresa, terão de ser facilmente calculados em tempo real todos os indicadores de eficiência energética, assim como os consumos específicos da instalação;
- ✓ Para cada ponto de monitorização ou conjunto de vários pontos, a aplicação do tipo SCADA deverá permitir programar um relatório (que poderá ser impresso ou extraído a qualquer momento) com os consumos e respetivos custos para o intervalo temporal pretendido e diferentes horários, em formatos editáveis e não editáveis (excel e pdf);

- ✓ Inserção de variáveis de processo dos diferentes setores da instalação de forma a calcular automaticamente os consumos específicos para cada setor. O carregamento ("upload") destas variáveis poderá ser efetuada via manual ou por via de ficheiros em formato excel, csv, ou num outro formato editado pelo SCADA da instalação;
- ✓ Futura expansão a outras instalações, bastando para o efeito, colocar novos contadores de energia e conversores adicionais em locais a definir;
- ✓ Disponibilizar toda a informação sobre variáveis (valores instantâneos e totalizadores) para posterior incorporação no(s) SCADA(s) das instalações, por intermédio de ODBC;
- ✓ Aquisição e monitorização em tempo real dos dados dos analisadores e com armazenamento em base de dados centralizada. Os dados podem recuperar-se, representar-se e imprimir-se facilmente tanto em tabelas como em gráficos de tendência;
- ✓ Simulação da fatura de energia mensal para cada ponto e emissão de alarmes via correio eletrónico se existirem consumos anómalos, ou quebras de serviço;
- ✓ Gestão de alarmes;
- ✓ Geração de relatórios pré-configurados e/ou criados à medida das necessidades.

No caso específico da TESCO, e relativamente aos pontos de monitorização de energia elétrica é proposta a instalação de 20 analisadores de energia elétrica e a ativação dos pontos já existentes que, por uma questão de custo-benefício, a aquisição de dados foi desativada no SGE (atualmente a disponibilidade de cada parâmetro tem um custo mensal), mas continuam instalados fisicamente. Na figura seguinte mostram-se os locais de medição desativados (a vermelho) e os locais de instalação dos novos analisadores (a laranja).

Tabela 52 – Especificação dos pontos de energia elétrica a monitorizar

Transformador 1 1250kVA Quadro Geral de Baixa Tensão 1	Q. Posto Transformação Q.PT (8)	
	Q. Máquina Buhler QMB-5-Q	
	Forno Fuser	
	Máquina 500T(7)*	
	Q. Periféricos Máquina Toshiba (8)	
	Q. Periféricos Máquina Máquina 600T(6)	
	Q. Periféricos Máquina Máquina 500T(5)	
	Forno Manutenção Máquina 600D	
	Máquina 600D	
	Máquina 530D	
	Forno Manutenção Máquina 530D	

Transformador 1 1250kVA Quadro Geral de Baixa Tensão 1	Q. Zona Fundição QZF-1-Q		Iluminação 1
			Iluminação 2
			Iluminação 3
			Iluminação 4
			Iluminação Emergência
			Gestão Energia
			Q. Nível do Óleo de Corte
			Alim. Contador
			Ilum do W.C.
			Máquina 350 (3)
			Máquina 350 (2)
			Q. Periféricos Máquina 350 (3)
			Q.E. Bunker
			Q. Periféricos Máquina 250
			Q. Periféricos Máquina 350 (1)
			Q. Periféricos Máquina 350 (2)
			Q. Periféricos Máquina 1400D
			Ponte
			Máquina 1400D
			Máquina 350 (1)
			Máquina 250
	Q. Serviços Auxiliares QSA-6-Q		Iluminação (Vacuest Comp. Óleos)
			Iluminação (Cais)
			Gestor Compressores
			Q. Bombas (Junto ao PT)
			Tanque da Vacuest - 1
			Máquina de Polir
			Q. Bomba do Furo
			Compressor GA90-1
			Compressor GA110
			Vacuest
	Q. Ventilação e Bombagem das Torres		Iluminação Maquinagem 1
	Q. Acabamento QZA-2-Q		Iluminação Maquinagem 2
			Iluminação Maquinagem 3
			Iluminação Maquinagem 4
			Iluminação
			Transformador Acabamento/Manutenção
			Canalis do Acabamento (3x400V)
			Canalis da Manutenção (3x400V)
			Canalis do Acabamento (maqs. De lixar/aspisar)
			Canalis 11
	Q. AVAC QAVAC-3-Q (7)		
	Q. Escritórios QE-4-Q (6)		

Transformador 2 1250kVA Quadro Geral de Baixa Tensão 2	Quadro 2 das Bombas de Água	
	Q.S.A.2	Compressor GA200(1) Compressor GA200(2) Forno Indução Briquetes
	Disjuntor Interligação UPAC	
	Bateria Condensadores 1.2	
	Q.M.2	Canais Ligação 2,1 - 2,9 Máquina Briquetes Máquina Grenalha (3) Máquina Grenalha (4) Forno T5 (2) Máquina Grenalha (5)
	Q.P.1	
	Q.F.2	Iluminação Q. Periféricos #840T (13) Q. Periféricos #660T (12) Máquina Buhler 840T(13) Máquina Haas - Amostras Alumínio Máquina #660T(12) Máquina 660(9) Q. Periféricos #660T (9) Forno 12 Máquina Buhler 660T(11) Q. Periféricos #660T (10) Q. Periféricos Máquina 660T (11) Máquina Buhler 660T(10) Q. Periféricos Máquina 660T (10)

Adicionalmente, e relativamente aos pontos de monitorização de gás natural é proposta a instalação de 5 analisadores de consumo de gás natural. Na figura seguinte mostram-se os locais de medição já existentes (a verde) e os locais de instalação dos novos analisadores (a laranja).

Tabela 53 – Especificação dos pontos de gás natural a monitorizar

Consumo Gás Natural	Forno 2 (GN)
Consumo Gás Natural	Forno 1 (GN)
Consumo Gás Natural	Forno 9 (GN)
Consumo Gás Natural	Forno 10 (GN)
Consumo Gás Natural	Forno 11 (GN)
Consumo Gás Natural	Forno 13 (GN)
Consumo Gás Natural	Forno 3
Consumo Gás Natural	Forno 4
Consumo Gás Natural	Forno 7
Consumo Gás Natural	Forno 8
Consumo Gás Natural	Forno Fusor

Com os analisadores propostos, será possível à Tesco desagregar o consumo de energia na instalação de uma forma mais pormenorizada e, desta forma, tomar melhores decisões de poupança de energia. Por exemplo, colocando um analisador de energia no quadro Q.M.2

(quadro de maquinaria), e um analisador nos Canais de Ligação 2,1 – 2,9, será possível desagregar o consumo total das máquinas de comando numérico computadorizado (CNC), do consumo dos equipamentos da secção de Acabamento (máquinas Granalhagem e briquetes).

Tabela 54 – Consumo considerado para efeitos de contabilização energética

	Energia Elétrica (RESP + UPAC)	Gás natural
	kWh/ano	[kg/ano]
Q. Máquina Buhler QMB-5-Q	441 553	
Compressor GA110	627 014	
Vacudest	208 096	
Q. Acabamento QZA-2-Q	505 606	
Q. AVAC QAVAC-3-Q (7)	73 531	
Q. Escritórios QE-4-Q (6)	130 178	
Q.M.2	1 351 230	
Q.P.1	16 766	
UPAC	1 085 312	
Forno 3		1 977
Forno 4		0
Forno Fusor		254 861
Forno 7		96 222
Forno 8		0
Total	4 439 285,3	353 059,8

Investimento: O investimento associado à instalação do sistema de gestão de energia é de 38.165€, considerando o custo de equipamentos, instalação e respetivos ensaios. O orçamento apresentado requer visita do instalador para validar e confirmar os diâmetros das tubagens, comprimentos de cabos e operacionalidade dos equipamentos a integrar.

Tabela 55 – Especificação dos custos dos equipamentos, "software" e instalação

Material	Desconto	Preço Unit. Tab	Fotos	Preço Unit.	Preço Unit.	Qtd	Preço	Preço Parcial	Preço Total
Equipamentos									
Analizador tipo CVM-E3-MINI-MC-ITF-RS485C, trifásico, display LCD retroiluminado, 4 quadrantes, comunicação RS-485, protocolo MODBUS, entradas de corrente isoladas, alimentação auxiliar 230V c.a., medidas dos principais parâmetros eléctricos, potência e energia	64,0%	352,99 €		127,08 €	212 €	20	4 236 €		
Centralizador impulsos LM 41/40-M - Centralizador de 4 entradas e 4 saídas (protocolo Modbus / RTU) RS-485	64,0%	461,97 €		166,31 €	277 €	2	554 €		
Conversor TCPRS1+, conversor RS-232/RS-485 / Ethernet modbus /TCP		109,21 €		109,21 €	182 €	3	546 €	7 985 €	
Transformador Intensidade tipo MCI-20-150/200/250	64,0%	51,96 €		18,71 €	31 €	9	281 €		
Transformador Intensidade tipo MCI-30-250/400/500	64,0%	56,56 €		20,36 €	34 €	45	1 527 €		
Transformador Intensidade tipo MCI-55-500/1000/1500	64,0%	60,64 €		21,83 €	36 €	9	327 €		
Cablagem UTP cat 6 AWG U/UTP		83,25 €		83,25 €	139 €	1	139 €		
Cablagem LIYCY -2x0,75 mm²		225,00 €		225,00 €	375 €	1	375 €		38 165 €
Contadores de Gás e entalpia									
Contador de Gás - QA25 DN25 PN4 - 40Nm³/h - (a 2,2bar 128m³/H ou 1300kW)		806,30 €		806,3 €	1 305 €	5	6 523 €	10 213 €	
Ficha 6 Pins para emissor impulsos - Contadores TZ; Delta e MZ		30,00 €		30,0 €	49 €	5	243 €		
Instalação Mecânica de Contadores de Gás		2 130,00 €		2 130,0 €	3 447 €	1	3 447 €		
Software + Programação									
Software Power Studio Scada Ultimate* + Programação Plataforma SiO + Documentação + Formação		11 164,50 €		11 164,50 €	15 952 €	1	15 952 €	15 952 €	
Instalação Elétrica									
Instalação Eléctrica								4 015 €	
(Instalação Analisadores, TIs, Conversores, Concentradores, Proteções, Quadros e Passagem Cablagem Comunicação)	0,0%	2 810,58 €		2 810,58 €	4 015 €	1	4 015 €		

Incidência: A experiência, baseada em casos reais, tem demonstrado que a utilização destes sistemas tem conduzido a economias significativas de energia. Prevê-se com a implementação deste sistema gere uma economia anual de 88.786 kWh eléctricos e 7.061 kg de gás natural, 2,0%¹⁰ de redução face ao consumo global de cada vetor e afeto apenas aos circuitos ainda não monitorizados (laranja), resultando numa poupança anual de 14.706 €.

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado, os custos de manutenção e a poupança afeta a esta medida, a mesma apresenta um período de retorno simples de 2,6 anos.

¹⁰ Fonte: "Medidas de Eficiência Energética Aplicáveis à indústria Portuguesa: Um Enquadramento Tecnológico Sucinto" Publicação: ADENE - Agência para a Energia, 2010

MURE_T1_4 – Isolamento Térmico: Fornos

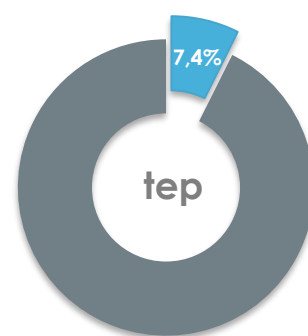
Descrição Sucinta: Instalação de isolamento térmico de forma a reduzir as perdas de calor para o exterior aumentando a eficiência dos fornos de tratamento térmico.

Incluído no cálculo:

- Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☐ Incentivo ☐
 Manutenção ☐ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA	MURE_T1_4
Vetor energético	Energia Elétrica
Tipologia medida transversal	Isolamentos Térmicos (MT14)
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO	
Cci - Investimento iniciais [€]	6 600
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-4 682
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]	-
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-



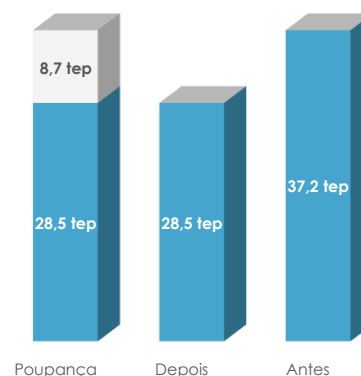
■ Contribuição Objetivo ■ Em falta

CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano]	173 146
Consumo inicial [tep/ano]	37,2
Consumo inicial [GJ/ano]	623,3
Custo [€/kWh]	0,116

CONSUMO FINAL

Consumo final [kWh/ano]	132 642
Consumo final [tep/ano]	28,5
Consumo final [GJ/ano]	477,5

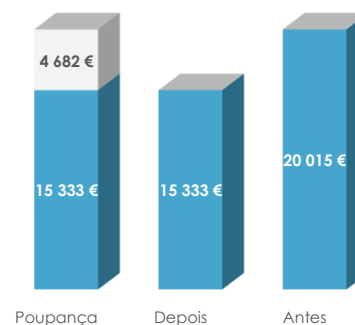


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

Poupança [kWh/ano]	40 504
Poupança [tep/ano]	8,7
Poupança [GJ/ano]	145,8
Poupança [tCO ₂ e/ano]	19,0

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	19 436,66
TIR	56,1%
TIR Ajustado	23,5%
PAYBACK Simples	1,4
PAYBACK Atualizado	1,9
Índice Rentabilidade	3,9



Pressupostos: Na zona do acabamento existem dois fornos de tratamento térmico para um endurecimento secundário, os quais têm faltas de isolamento térmico, principalmente nas portas, provocando perdas térmicas para o espaço adjacente.

A solução habitual neste tipo de situações passa pela soldadura (pingos) de cantoneiras em aço inoxidável ao componente existente que servirão de meio de suporte e remate da camada exterior em chapa de alumínio que cobrirá a manta de lã de que será aramada onde necessário. As principais vantagens deste tipo de soluções é a redução considerável das perdas térmicas (85 - 95%), facilidade de montagem e desmontagem, e resistência a altas temperaturas. A seguir apresenta-se a quantidade e características dos fornos térmicos a isolar.

Tabela 56 - Fornos sem isolamento identificados

Identificação dos Fornos	Tmédia (°C)	Área Equivalente (m²)
Forno T5 (2)	120,8	5,50
Forno T5 (3)	120,1	5,50



Figura 88 – Fornos sem isolamento

Tabela 57 – Propriedades do Isolamento Térmico proposto

Inputs	
Densidade (kg/m³)	150
λ @ 200°C (W/m°C)	0,038
Espessura Isolamento (m)	0,040

Investimento: Estima-se um investimento de 6.600 € (s/IVA) para a implementação desta medida. Este valor não inclui mão-de-obra.

Incidência: A implementação desta medida de melhoria irá reduzir as perdas térmicas através da redução significativa das perdas por radiação e convecção, que se irão refletir numa

redução de consumo de energia elétrica. Foram tidos em conta diversos inputs no cálculo das perdas de calor para o isolamento, os quais são apresentados nas seguintes tabelas.

Tabela 58 – Dados de Input considerados

Emissividade sem isolamento	0,95
Emissividade com isolamento	0,90
T ar [°C]	20,00
Coef. Stefan Boltzmann [W/ (m².K⁴)]	5,67E-08
h convecção (ar free convection) [W/(m²°C)]	5,00
Rendimento Forno	100%
Temperatura média (°C)	120,5

Conhecendo as propriedades do isolamento, a temperatura dos elementos a isolar e a área de isolamento, foi estimada a poupança energética afeta a esta medida. Para este efeito foi utilizada a seguinte fórmula:

$$Q_{c/isolamento} / \text{horas anuais} = \varepsilon \times \sigma \times A_{isol} \times (T_{si}^4 - T_{\infty}^4) + h_{convecção natural} \times A_{isol} \times (T_{si} - T_{\infty})$$

$Q_{c/isolamento}$	Perdas após colocação do isolamento	(kJ/hora)
ε	Emissividade da válvula com isolamento	
A_{isol}	Área de isolamento	(m²)
σ	Coeficiente Stefan Boltzmann	(W/m² K⁴)
T_{∞}	Temperatura ambiente	(K)
T_{si}	Temperatura superfície do isolamento	(K)

Os resultados previstos com a aplicação do isolamento em uma linha de vapor encontram-se nas tabelas seguintes.

Tabela 59 – Economia expectável com a aplicação de isolamentos térmicos

Identificação dos Fornos	Área Equivalente (m²)	Horas de Funcionamento (h)	Eficiência do Isolamento (%)	Economia expectável		Tfinal c/isolamento
				kJ/h	GJ	°C
Forno T5 (2)	5,50	2 928	90%	25 013	73,2	64,2
Forno T5 (3)	5,50	2 928	90%	24 787	72,6	63,9

Tabela 60 – Economia expectável com a aplicação de isolamentos térmicos (Total)

Identificação dos Fornos	Economia anual Energia Elétrica		Poupança	Investimento	PRS
	kWh	tep	€	€	anos
Forno T5 (2)	20 343,9	4,4	2 351,6	3 300	1,4
Forno T5 (3)	20 159,9	4,3	2 330,4	3 300	1,4
Total	40 504	8,7	4 682	6 600	1,4

Tendo em conta os pressupostos, estima-se uma poupança anual de cerca de 8,7 tep de energia elétrica e 4.682 €/ano.

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, a mesma apresenta um período de retorno simples de cerca de 1,4 anos.

MURE_T1_5 - Ação de Formação/Sensibilização sobre Utilização Racional de Energia

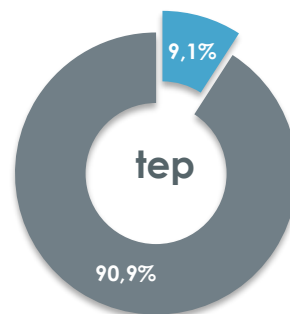
Descrição Sucinta: Esta medida pressupõe a realização de ações de formação recorrentes a novos colaboradores

Incluído no cálculo:

- Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☐ Incentivo ☐
 Manutenção ☐ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA		MURE_T1_5
Vetor energético	Energia Elétrica	Gás natural
Tipologia medida transversal	Monitorização e Controlo (MT10)	
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO		
Cci - Investimento iniciais [€]	19 200	
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-	
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-5 998	
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-	
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]		
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-	



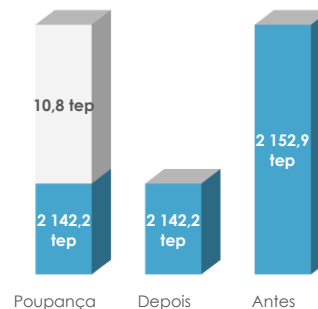
■ Contribuição Objetivo ■ Em falta

CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano] / [kg/ano]	5 802 145	840 721
Consumo inicial [tep/ano]	1247,5	905,5
Consumo inicial [GJ/ano]	20 888	37 917
Custo [€/kWh] / [€/kg]	0,116	0,629

CONSUMO PREVISTO ANO 0

Consumo final [kWh/ano] / [kg/ano]	5 773 134	836 517
Consumo final [tep/ano]	1241,2	900,9
Consumo final [GJ/ano]	20 783	37 727

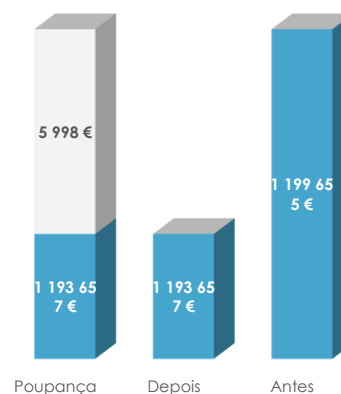


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

Poupança [kWh/ano] / [kg/ano]	29 011	4 204
Poupança [tep/ano]	6,2	4,5
Poupança [GJ/ano]	104,4	189,6
Poupança [tCO ₂]	13,6	12,1

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	16 414,18
TIR	21,7%
TIR Ajustado	12,4%
PAYBACK Simples	3,2
PAYBACK Atualizado	4,1
Índice Rentabilidade	1,9



Pressupostos: O despertar dos colaboradores da TESCO para a importância da utilização racional da energia pode ser potenciado por via de ações concretas de sensibilização/formação que facultando conhecimento mais profundo sobre os consumos energéticos da instalação, informação sobre a utilização eficiente dos equipamentos que operam, permite modificar comportamentos e reduzir consumos energéticos na instalação.

No âmbito das ações de sensibilização/formação propõe-se a realização de ações de formação aos atuais 250 funcionários e formações recorrentes a novos colaboradores relativo ao controlo de paragens não programadas onde os colaboradores são instruídos para desligar máquinas, iluminação, ar comprimido e extração, tendo em conta o plano que segue em anexo. Estimam-se cerca de 8 horas de formação por ano.

Investimento: O investimento estimado para a implementação desta medida foi de 19.200€, tendo em conta as 8 horas de formação anuais durante 8 anos.

Incidência: Apesar da dificuldade em estimar o impacto desta medida, admite-se ser possível reduzir o consumo de energia primária na TESCO em 0,5% dos sistemas afetados. Nas tabelas seguintes sintetizam-se as poupanças obtidas.

Tabela 61 –Tabela resumo das poupanças de energia elétrica em cada sistema

	Consumo inicial		Consumo final		Poupanças	
	kWh/ano	tep	kWh/ano	tep	tep	
Setor Produtivo	3 405 363	732	3 388 336	728	3,66	
Fundição	1 548 526	333	1 540 784	331	1,66	
Acabamento	173 146	37	172 280	37	0,19	
Maquinagem	1 683 690	362	1 675 272	360	1,81	
Serviços Auxiliares	2 396 782	515	2 384 798	513	2,58	
Compressores	1 459 593	314	1 452 295	312	1,57	
Torres Arrefecimento e Bombas	178 657	38	177 764	38	0,19	
Tratamento Óleo Corte	208 096	45	207 055	45	0,22	
Iluminação	329 757	71	328 108	71	0,35	
AQS	0	0	0	0	0,00	
Climatização e Ventilação	73 531	16	73 163	16	0,08	
Outros	147 148	32	146 413	31	0,16	
Total	5 802 145	1 247	5 773 134	1 241	6,24	0,5%

Tabela 62 –Tabela resumo das poupanças de gás natural em cada sistema

	Consumo inicial		Consumo final		Poupanças	
	t/ano	tep	t/ano	tep	tep	
Setor Produtivo	831	895	827	890	4,47	
Fundição	831	894,8	827	890,3	4,47	
Acabamento	0	0,0	0	0,0	0,00	
Maquinagem	0	0,0	0	0,0	0,00	
Serviços Auxiliares	10	11	10	11	0,05	
Compressores	0	0,0	0	0,0	0,00	
Torres Arrefecimento e Bombas	0	0,0	0	0,0	0,00	
Tratamento Óleo Corte	0	0,0	0	0,0	0,00	
Iluminação	0	0,0	0	0,0	0,00	
AQS	6	6,2	6	6,2	0,03	
Climatização e Ventilação	4	4,5	4	4,4	0,02	
Outros	0	0,0	0	0,0	0,00	
Total	841	905	837	901	4,53	0,5%

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, a mesma apresenta um período de retorno simples de cerca de 3,2 anos.

MURE_T2_1 - Otimização de Motores: Substituição

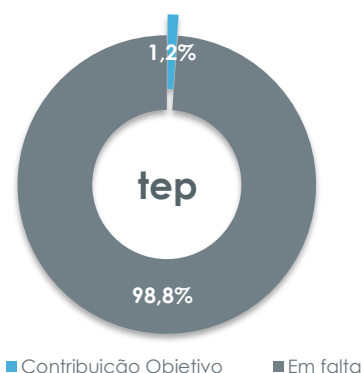
Descrição Sucinta: Foram identificados motores na instalação de classe eficiência standard (IE2 ou inferior). Recomenda-se a substituição desses equipamentos por motores de eficiência premium (IE4).

Incluído no cálculo:

- Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☐ Incentivo ☐
 Manutenção ☐ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA	MURE_T2_1
Vetor energético	Energia Elétrica
Tipologia medida transversal	Otimização de Motores (MT01)
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO	
Cci - Investimento iniciais [€]	14 110
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-747
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]	-
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-

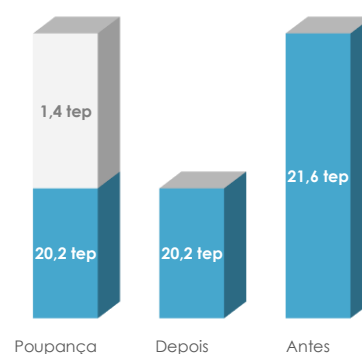


CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano]	100 264
Consumo inicial [tep/ano]	21,6
Consumo inicial [GJ/ano]	361
Custo [€/kWh]	0,116

CONSUMO FINAL

Consumo final [kWh/ano]	93 797
Consumo final [tep/ano]	20,2
Consumo final [GJ/ano]	338

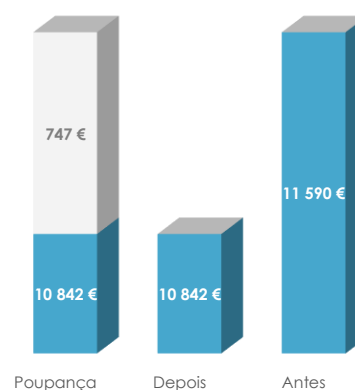


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

Poupança [kWh/ano]	6 466
Poupança [tep/ano]	1,4
Poupança [GJ/ano]	23
Poupança [tCO ₂ e/ano]	3,0

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	-7 210
TIR	-10,6%
TIR Ajustado	-4,9%
PAYBACK Simples	18,9
PAYBACK Atualizado	-
Índice Rentabilidade	0,5



Pressupostos: O Comité para a Conceção Ecológica da Comissão Europeia estima que existam 85 mil milhões de Motores Elétricos de grande porte, em operação dentro da União Europeia (UE), sendo responsáveis pelo consumo de 65-70% da energia na Indústria. Conscientes e respondendo a esta situação a União Europeia (EU) desde 2011 vem contribuindo com o aumento do uso eficiente da energia através da Diretiva de Ecodesign¹¹, estabelecendo padrões mínimos obrigatórios de desempenho energético para motores elétricos e sistemas integrados.

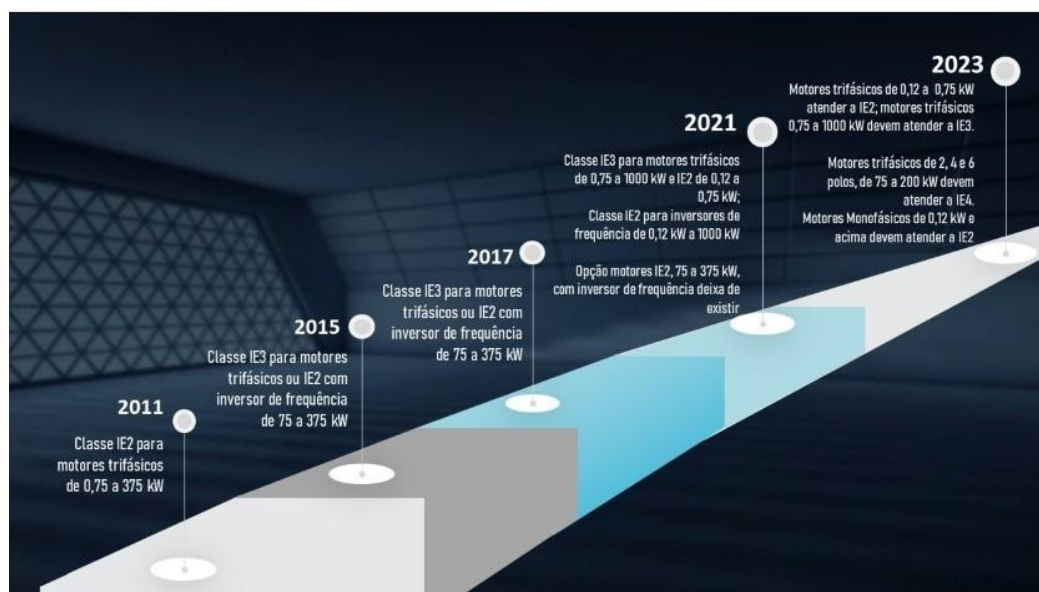


Figura 89 – Pontos operacionais de implementação da Diretiva Ecodesign (Fonte WEG)

Desde 2021, torna-se mandatório atender aos níveis mínimos de eficiência energética IE3 para motores elétricos trifásicos (na faixa de potência 0,75 a 1000 kW), sendo que os motores trifásicos de 0,12 a 0,75kW devem atender a IE2. Os motores trifásicos de 2,4 e 6 polos, de 75 a 200kW devem atender a IE4. Motores monofásicos de 0,12kW e acima devem atender a IE2. Foram identificados motores na instalação de classe eficiência standard (IE2 ou inferior). Recomenda-se a substituição desses equipamentos por motores de eficiência premium. Dependendo da potência do motor, a redução de consumo pode variar entre 1% a 5%. Desta forma, foi estudada a possibilidade de substituição dos motores, por motores com uma eficiência superior.

Investimento: O investimento associado a esta medida de melhoria é de aproximadamente 14.110 € associado à aquisição dos motores.

¹¹ Fonte: Ecodesign Directive for Energy Related Products (ErP)

Tabela 63 – Motores existentes a substituir por equipamentos mais eficientes

ID Localização/Aplicação		Motores Existentes											Perfil	Motores Propostos	
		Qnt.	Marca/ Modelo	Potência Nominal	Tensão	Intensidade	Número de Pólos	Vel.Rotação	cos(φ) 100% carga	Potência Absorvida 100% carga	Rendimento 100% Carga	Classe de Eficiência	Horas Funcion. [h/ano]	Potência Nominal [kW]	Rendimento 100% Carga
				[kW]	[V]	[A]		[rpm]		[kW]					
Máquina #2	> Fornos Fundição	1	WEG / s/informação	4,0	s/informação	s/informação	4	1500	s/informação	4,8	83,1%	IE1	3 000	4	91,1%
Máquina #3	> Fornos Fundição	1	WEG / TE 112M-4	4,0	230	14,5	4	1440	0,85	4,8	83,1%	IE1	3 000	4	91,1%
Máquina #5	> Fornos Fundição	1	WEG / TE 112M-4	4,0	230	14,5	4	1440	0,85	4,8	83,1%	IE1	3 000	4	91,1%
Máquina #6	> Fornos Fundição	1	WEG / TEOIAOXOP0000302360	5,50	240	21,5	4	1475	0,70	6,3	87,7%	IE2	3 000	5,5	91,9%
Máquina #7	> Fornos Fundição	1	WEG / TE 112M	4,0	230	14,5	4	1440	0,85	4,8	83,1%	IE1	3 000	4	91,1%
Máquina #9	> Fornos Fundição	1	WEG / TEOIAOXOP0000302360	5,5	230	21,5	4	1475	0,70	6,3	87,7%	IE2	3 000	5,5	91,9%
Máquina #11	> Fornos Fundição	1	WEG / TEOIAOXOP0000302360	5,5	240	21,5	4	1475	0,70	6,3	87,7%	IE2	3 000	5,5	91,9%
Máquina #12	> Fornos Fundição	1	WEG / s/informação	5,5	230	20,5	4	1460	0,77	6,5	84,7%	IE1	3 000	5,5	91,9%

Tabela 64 – Motores propostos e economias associadas

ID Localização/Aplicação		Qnt.	Motores Existentes			Motores Propostos			Economias Anuais Calculadas						Rentabilidade MURE	
			Potência Abs.	Fator de carga	Rendimento (Fator Carga)	Potência Abs.	Fator de carga	Rendimento (Fator Carga)	Func.	Consumo Atual	Consumo MURE	Diferença Consumo	Poupança	Redução	Investimento	PRS
			[kW]	[%]	[%]	[kW]	[%]	[%]	[h/ano]	[kWh/ano]	[kWh/ano]	[kWh/ano]	[€/ano]	[%]	[€]	[anos]
Máquina #2	> Fornos Fundição	1	3,61	75%	84,3%	3,3	75%	91,6%	3 000	10 830	9 967	863	99,77	8,0%	2 414	24,2
Máquina #3	> Fornos Fundição	1	3,61	75%	84,3%	3,3	75%	91,6%	3 000	10 830	9 967	863	99,77	8,0%	2 414	24,2
Máquina #5	> Fornos Fundição	1	3,61	75%	84,3%	3,3	75%	91,6%	3 000	10 830	9 967	863	99,77	8,0%	2 414	24,2
Máquina #6	> Fornos Fundição	1	4,70	75%	88,4%	4,5	75%	92,5%	3 000	14 111	13 485	625	72,30	4,4%	1 114	15,4
Máquina #7	> Fornos Fundição	1	3,61	75%	84,3%	3,3	75%	91,6%	3 000	10 830	9 967	863	99,77	8,0%	2 414	24,2
Máquina #9	> Fornos Fundição	1	4,70	75%	88,4%	4,5	75%	92,5%	3 000	14 111	13 485	625	72,30	4,4%	1 114	15,4
Máquina #11	> Fornos Fundição	1	4,70	75%	88,4%	4,5	75%	92,5%	3 000	14 111	13 485	625	72,30	4,4%	1 114	15,4
Máquina #12	> Fornos Fundição	1	4,87	75%	85,3%	4,5	75%	92,5%	3 000	14 610	13 473	1 137	131,46	7,8%	1 114	8,5
		8								100 264	93 797	6 466	747,44	6,4%	14 110	18,9



Incidência: A implementação desta medida irá possibilitar poupanças na ordem dos 6.466 kWh/ano, ou seja, uma redução do consumo associado aos motores instalados de cerca de 747 €/ano.

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, a mesma apresenta um período de retorno simples superior a 8,0 anos.

MURE_T2_2 - Sistemas de Compressão: Integração Compressor

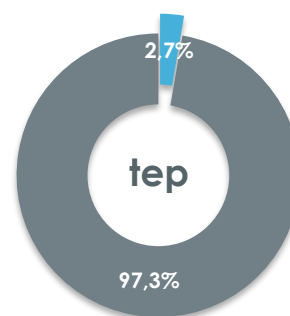
Descrição Sucinta: Prevê-se um aumento das necessidades de ar comprimido proveniente da central nº1, será integrado um compressor, reduzindo desta forma as horas de funcionamento dos equipamentos existentes que são menos eficientes comparativamente com o equipamento proposto.

Incluído no cálculo:

Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☐ Incentivo ☐
 Manutenção ☐ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA	MURE_T2_2
Vetor energético	Energia Elétrica
Tipologia medida transversal	Sistemas de Compressão (MT04)
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO	
Cci - Investimento iniciais [€]	65 815
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-1 718
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]	-
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-



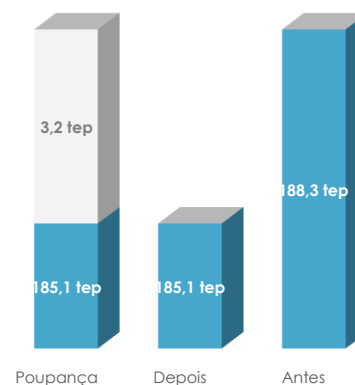
■ Contribuição Objetivo ■ Em falta

CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano]	875 600
Consumo inicial [tep/ano]	188,3
Consumo inicial [GJ/ano]	3 152
Custo [€/kWh]	0,116

CONSUMO FINAL

Consumo final [kWh/ano]	860 735
Consumo final [tep/ano]	185,1
Consumo final [GJ/ano]	3 099

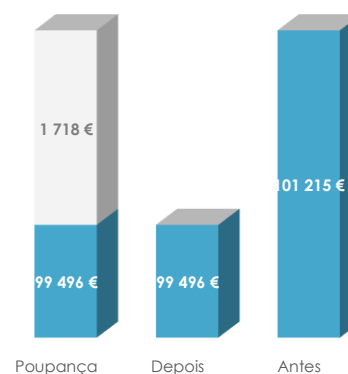


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

Poupança [kWh/ano]	14 865
Poupança [tep/ano]	3,2
Poupança [GJ/ano]	54
Poupança [tCO ₂ e/ano]	7,0

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	-42 938
TIR	-16,2%
TIR Ajustado	-8,8%
PAYBACK Simples	38,3
PAYBACK Atualizado	> 8 anos
Índice Rentabilidade	0,3



Pressupostos: O aumento previsto da necessidade de ar-comprimido da instalação, nomeadamente do ar proveniente da Central nº1, implica a integração de um compressor novo.

Tabela 65 – Principais características com compressor proposto

Marca	AtlasCopco
Modelo	GA110VSD+ FF
Pressão máxima	12,5 bar
Caudal @7 bar	49 a 345 l/s
Potência Nominal	110 kW



A integração deste novo equipamento irá garantir, além do aumento da capacidade de produção de ar-comprimido através de equipamentos com velocidade variável, a redução da dependência dos compressores carga-vazio GA200 que, por motivos de avaria/manutenção dos compressores GA110VSD e GA90VSD, funcionam de forma recorrente, diminuindo a eficiência global na produção de ar-comprimido¹². Esta intervenção permitirá excluir um dos compressores carga-vazio que atualmente funcionam como backup.

Com a gestão automática da carga de cada compressor através do Optimizer 4.0 da AtlasCopco que já se encontra instalado, prevê-se que a central se adapte às necessidades de caudal, operando sempre que possível no seu ponto ótimo de funcionamento.

A AtlasCopco realizou um estudo com base no perfil de caudal de ar-comprimido de uma semana típica, determinando o consumo de energia elétrica, tendo como base o sistema atual e o sistema proposto. Nas tabelas seguintes são apresentados os resultados obtidos das simulações realizadas. De salientar que os resultados tiveram em conta uma pressão média de 5,9 bar, abaixo dos 6,2 bar verificados durante a auditoria. A redução de consumo afeto a esta redução de 0,3 bar, cerca de 2,1%¹³, por se tratar de uma operação de gestão dos equipamentos, será descontada na redução global desta medida.

A semana analisada, apresenta um perfil típico de necessidades de ar-comprimido, cuja produção foi realizada sem recurso aos compressores carga-vazio (GA200), que é a situação ideal de funcionamento. Para o consumo anual, considerou-se que esta semana de referência se repete 50 semanas ao longo do ano.

¹² A capacidade de um compressor GA200 é superior às necessidades da instalação, quando um equipamento carga-vazio está a funcionar este funciona no modo vazio por períodos relevantes, tornando a produção de ar-comprimido ineficiente.

¹³ Considerando uma poupança no consumo de energia elétrica de 7% com a redução de 1bar na pressão de funcionamento.

Tabela 66 – Resultados da simulação na situação atual (Fonte: AtlasCopco)

Dados da Simulação		Horas de Carga	Horas em Vazio	Horas Parado	Ciclo Carga/Vazio	Ciclos Arranque/Paragem	Horas na zona óptima de VSD
C1	GA110VSD+ FF 50Hz 400V 13bar ER_1	134,6 h	-	33 h	-	52,00	133 h
C2	GA90VSD AC P 13bar 400V 50Hz ER	127,5 h	-	41 h	-	102,00	125 h
Rede de Ar		262 h	-	74 h	-	154,00	258 h
Resultados de Energia (1 semana)		Total Flow	Total Energy	Energia em Carga	Energia em Vazio	Potencial de Recuperação de Energia	
C1	GA110VSD+ FF 50Hz 400V 13bar ER_1	100,8 m³ (x1000)	9 889 kWh	9 889 kWh	0 kWh	-	
C2	GA90VSD AC P 13bar 400V 50Hz ER	76 m³ (x1000)	7 623 kWh	7 623 kWh	0 kWh	-	
Rede de Ar		176,8 m³ (x1000)	17 512 kWh	17 512 kWh	0 kWh	-	

Tabela 67 – Resultados da simulação na situação proposta (Fonte: AtlasCopco)

Dados da Simulação		Horas de Carga	Horas em Vazio	Horas Parado	Ciclo Carga/Vazio	Ciclos Arranque/Paragem	Horas na zona óptima de VSD
C1'	GA110VSD+ FF 50Hz 400V 13bar ER_1	105,1 h	-	64 h	-	28,00	104,4 h
C2'	GA90VSD AC P 13bar 400V 50Hz ER	8,51 h	-	159 h	-	146,00	6,26 h
C3'	GA110VSD+ P 50Hz 400V 13bar	136 h	-	32 h	-	62,00	128,3 h
Rede de Ar		249,6 h	-	254,4 h	-	236,00	239 h
Resultados de Energia (1 semana)		Total Flow	Total Energy	Energia em Carga	Energia em Vazio	Potencial de Recuperação de Energia	
C1'	GA110VSD+ FF 50Hz 400V 13bar ER_1	73,8 m³ (x1000)	7 222 kWh	7 222 kWh	0 kWh	5 566 kWh	
C2'	GA90VSD AC P 13bar 400V 50Hz ER	3,984 m³ (x1000)	417 kWh	417 kWh	0 kWh	309 kWh	
C3'	GA110VSD+ P 50Hz 400V 13bar	99 m³ (x1000)	9 227 kWh	9 227 kWh	0 kWh	7 245 kWh	
Rede de Ar		177 m³ (x1000)	16 866 kWh	16 866 kWh	0 kWh	13 120 kWh	

Os compressores neste estudo estão a ser controlados por um Optimizer4 (já existente). A pressão irá variar entre 5,40 bar e 6,40 bar, sendo a pressão média ajustada agora para os 5,9 bar.

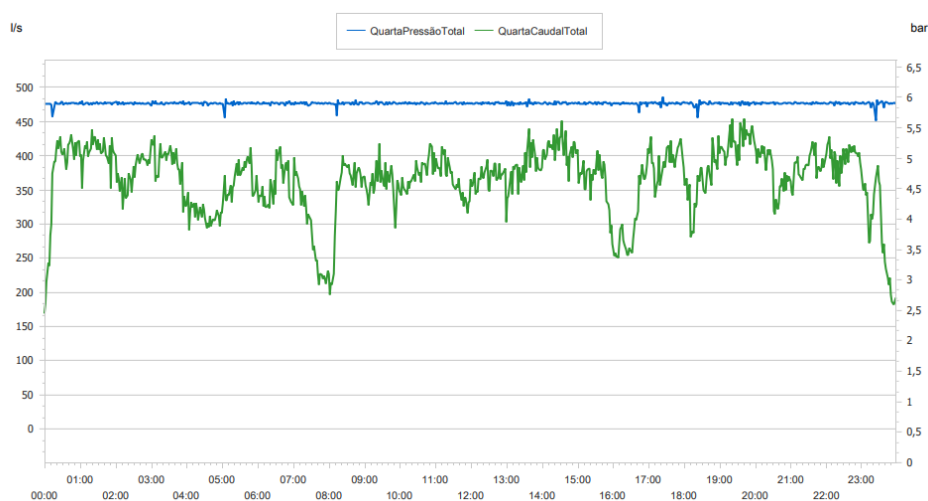


Figura 90 – Perfil de ar-comprimido de um dia de semana típico e respetiva pressão.

Investimento: O investimento associado a esta medida de melhoria é 65.815 €, referente à aquisição do compressor.

Incidência: Estima-se que a implementação desta medida conduza a uma redução de consumo de energia elétrica de 14.865 kWh/ano, que corresponde a uma poupança de 1.718€/ano.

Tabela 68 – Cálculo das poupanças afetas integração do novo compressor GA110VSD

€/kWh Efetivo	0,116
Consumo Ar Comprimido Central 1 (kWh/semana ref.)	17 512
Semanas funcionamento consideradas	50
Consumo Ar Comprimido Central 1 (kWh/ano) (2024)	875 600
Custo Ar Comprimido Central 1 (€/ano) (2024)	101 215
Consumo específico Central 1 Atual (kWh/m³)	99,0
Consumo específico Central 1 Proposto (kWh/m³)	95,3
Variação do consumo específico TOTAL	-3,8%
Variação do consumo específico - Redução de Pressão	-2,1%
Variação do consumo específico - Integração Compressor (MURE)	-1,7%
Redução do consumo da central 1 (kWh/ano)	14 865
Poupança MURE (€/ano)	1 718

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, a mesma apresenta um período de retorno simples superior a 8 anos (38 anos).

MBGE_1 – Sistemas de Compressão: Fugas AC

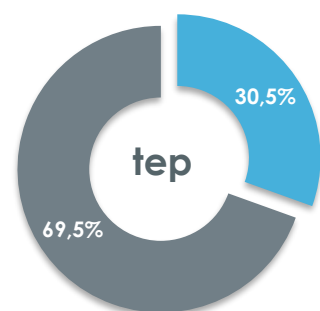
Descrição Sucinta: Realização de uma auditoria à rede de ar comprimido para identificação e posterior correção das fugas existentes.

Incluído no cálculo:

- Materiais ☒ Capitalização ☒
 Mão-de-obra ☐ Incentivo ☐
 Manutenção ☐ Variação do custo de energia ☒

RESUMO DA MEDIDA PROPOSTA

MEDIDA	MBGE_1
Vetor energético	Energia Elétrica
Tipologia medida transversal	Sistemas de Compressão (MT04)
INVESTIMENTOS/CUSTOS NOVA SOLUÇÃO	
Cci - Investimento iniciais [€]	13 500
Cin - Invest/ de instalação e ensaios [€]	-
Δ Ce - Custos energéticos [€/ano]	-19 346
Δ Co - Custos de operação [€/ano]	-
Δ Cm - Custos de manutenção [€/ano]	-
Δ Cpp + Ca + Cd - Outros Custos [€/ano]	-

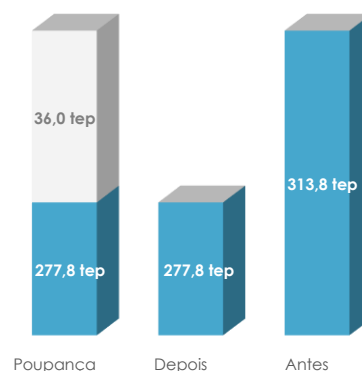


CONSUMO ATUAL

Consumo inicial [kWh/ano]	1 459 593
Consumo inicial [tep/ano]	313,8
Consumo inicial [GJ/ano]	5 255
Custo [€/kWh]	0,116

CONSUMO FINAL

Consumo final [kWh/ano]	1 292 236
Consumo final [tep/ano]	277,8
Consumo final [GJ/ano]	4 652

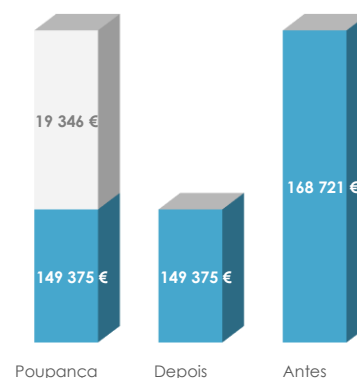


POUPANÇA PREVISTA ANO 0

Poupança [kWh/ano]	167 358
Poupança [tep/ano]	36,0
Poupança [GJ/ano]	602
Poupança [tCO ₂ e/ano]	78,7

ANÁLISE ECONÓMICA

VAL	91 187
TIR	112,4%
TIR Ajustado	34,4%
PAYBACK Simples	0,7
PAYBACK Atualizado	0,9
Índice Rentabilidade	7,8



Pressupostos: O ar comprimido representa um elevado consumo energético, sendo que em toda a extensão rede de ar comprimido as fugas são praticamente impossíveis de eliminar na sua totalidade. As fugas podem representar, em média, cerca de 10 a 15 % do consumo de ar comprimido, havendo, contudo, instalações com valores superiores a estes (até 30-40%). Essas fugas devem ser localizadas e reparadas com a máxima brevidade. Pequenas fugas são inevitáveis mesmo em redes bem concebidas e com uma adequada manutenção, mas é inaceitável que o seu valor represente mais de 8-10% do consumo dos compressores.

Tubagens degradadas por corrosão, uniões de tubos (roscas, flanges, válvulas, etc.), pontos de ligação através de "ligações rápidas", mangueiras plásticas para alimentação de máquinas, cilindros pneumáticos e electroválvulas de comando pneumático, são normalmente os pontos que deverão ser foco de análise no controlo de fugas.

Durante o período de auditoria foi analisado o consumo da ar-comprimido em períodos sem produção, permitindo aferir o consumo afeto apenas a fugas. No gráfico seguinte, correspondente ao perfil de consumo do ar comprimido em período de paragem, não produção, com todas a válvulas de ar-comprimido abertas (potência média com período de integração de 1 em 1 minuto), sendo possível verificar um patamar de consumo de cerca de 53,50kW afeto às fugas.

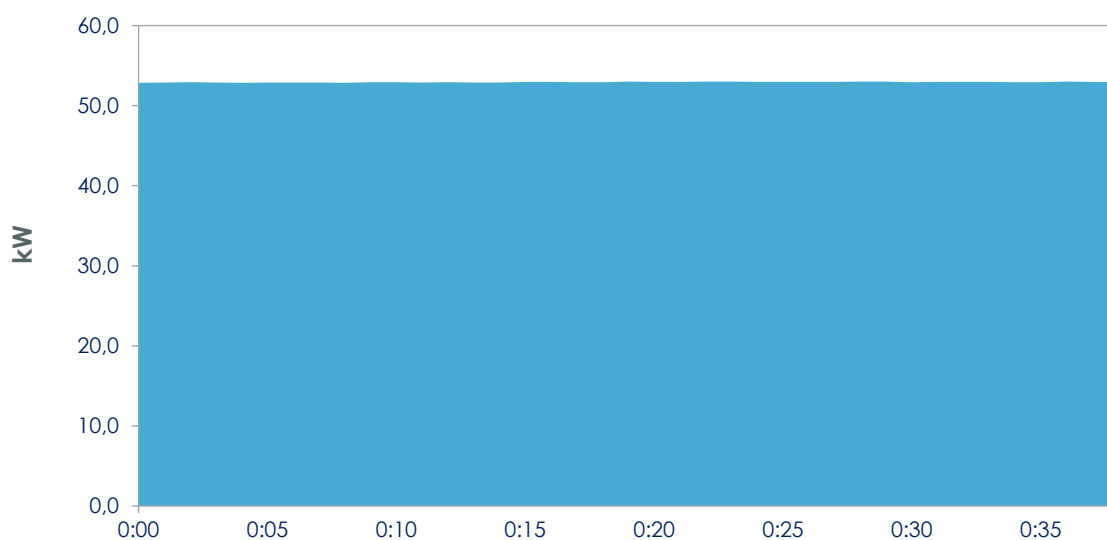


Figura 91 – Perfil de consumo do ar comprimido em período de não produção (03/03/2025)

No dia 4 de março foi efetuado um ensaio semelhante, mas com a válvula que alimenta o ar-comprimido da maquinação fechada. A potência média absorvida neste caso foi de 21,14kW para compensação das fugas. Significa por isso que o setor da maquinação é responsável por cerca de 60% das fugas de ar-comprimido.

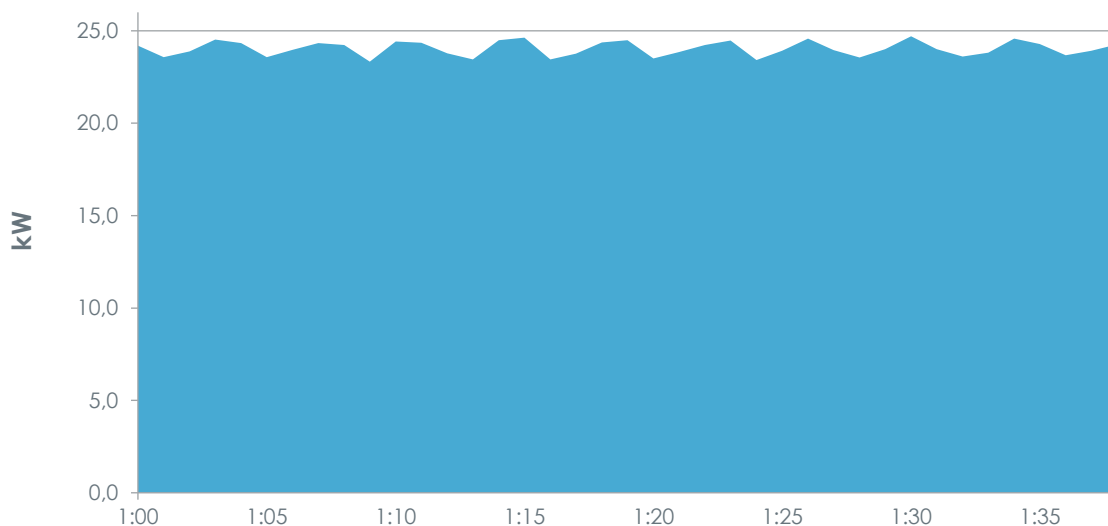


Figura 92 – Perfil de consumo do ar comprimido em período de não produção (04/03/2025)

Propõe-se a realização de uma auditoria à rede de ar comprimido para detecção e posterior correção das fugas existentes, assim como uma auditoria posterior às correções.

Investimento: O investimento estimado para a implementação desta medida foi de 13.500 €, este investimento está associado ao custo das três auditorias à rede de ar comprimido e 9.000 € para peças necessárias a substituir. Os valores de peças deverão ser alvo de orçamentos específicos com levantamento *in loco* habitualmente expressos como resultado da auditoria.

Incidência: O valor obtido para o consumo de fugas tendo em conta os pressupostos referidos foi de 313.316,93 kWh/ano, sensivelmente 21%, e considerou-se que após uma auditoria às fugas estas representariam 10% do consumo global de ar comprimido. Obtendo-se uma redução de consumo de energia elétrica associada à produção de ar-comprimido de 167.358 kWh/ano e uma economia anual de 19.346 €

Tabela 69 – Cálculo das poupanças afetas à redução de fugas de ar comprimido

€/kWh Efetivo	0,116
Consumo Ar Comprimido (kWh/ano)	1 459 593
Custo Ar Comprimido (€)	168 721
Potência Média Absorvida Fugas (kW)	53,50
Horas Funcionamento Central (ano)	5 856
Consumo de Fugas (kWh)	313.316,93
Fugas (%)	21%
Redução % Fugas (kWh/ano) sensivelmente 53%	167 358
Fugas Finais face ao total da instalação (%)	10%
Poupança Fugas (€/ano)	19 346

Período de retorno: Tendo em consideração o investimento associado e a poupança afeta a esta medida, a mesma apresenta um período de retorno simples de cerca de 0,7 anos.

CRONOGRAMA PARA O ARCE

Na tabela seguinte, apresenta-se um possível cronograma das medidas de utilização racional de energia a serem submetidas no Plano de Racionalização e que devem ser acompanhadas durante o ARCE.

Tabela 70 – Possível Cronograma de Implementação das Medidas de potencial economia energética (MURE)

Ano de implementação e investimentos associados das medidas de potencial economia energética (MURE)											
Medidas	Descrição	Ref:2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	Total
MURE_T1_1	Sistemas de Compressão: Fugas				13 500 €						13 500 €
MURE_T1_2	Recuperação Calor: Compressor			14 903 €							14 903 €
MURE_T1_3B	Outros: UPAC_b		216 500 €								216 500 €
MURE_T1_4	Monitorização e Controlo: Sistema Gestão Energia				38 165 €						38 165 €
MURE_T1_5	Isolamento Térmico: Fornos				6 600 €						6 600 €
MURE_T1_6	Ação de Formação/Sensibilização sobre Utilização Racional de Energia				19 200 €						19 200 €
MURE_T2_2	Sistemas de Compressão: Integração Compressor			65 815 €							65 815 €
Total de Investimento do Projeto			216 500 €	80 718 €	77 465 €	0 €	0 €	0 €	0 €	467 200 €	374 683 €

CONCLUSÕES

A auditoria energética realizada às instalações do TESCO teve como principal objetivo a determinação dos consumos de energia globais. A identificação de medidas de redução dos consumos elétricos e térmicos (MURE) serão o objetivo final da auditoria de forma a diminuir os consumos energéticos e melhorar a eficiência energética da instalação.

A energia elétrica é a fonte de energia mais representativa na matriz energética desta instalação, com 52,7% do consumo energético global. O consumo de energia durante o período de referência foi de 77,5% para o setor produtivo e 22,5% para os serviços auxiliares.

O quadro seguinte sintetiza as medidas de utilização racional de energia (MURE) identificadas nesta auditoria.

Tabela 71 - Quadro resumo das medidas identificadas na Auditoria Energética

ID	Descrição	Economia anual			Redução Face ao Objetivo	Invest.	P.R.S.	Redução Emissões
		(tep)	(%)	(€)	(%)	(€)	(anos)	(t CO _{2eq})
MURE_T1_1	Recuperação Calor: Compressor	14,6	0,7%	8 356	11,7%	14 903	1,8	37,3
MURE_T1_2A	Outros: UPAC	126,4	6,1%	67 978	101,1%	448 000	6,6	276,4
MURE_T1_2B	Outros: UPAC	113,3	5,4%	60 920	90,6%	216 500	3,6	247,7
MURE_T1_3	Monitorização e Controlo: Sistema Gestão Energia	26,7	1,3%	14 706	21,4%	38 165	2,6	62,1
MURE_T1_4	Isolamento Térmico: Fornos	8,7	0,4%	4 682	7,0%	6 600	1,4	19,0
MURE_T1_5	Ação de Formação/Sensibilização sobre Utilização Racional de Energia	10,8	0,5%	5 998	8,6%	19 200	3,2	25,8
MURE_T2_1	Optimização de Motores: Substituição	1,4	0,1%	747	1,1%	14 110	18,9	3,0
MURE_T2_2	Sistemas de Compressão: Integração Compressor	3,2	0,2%	1 718	2,6%	65 815	38,3	7,0
		305,1	14,6%	165 106	244,1%	823 293	5,0	678,4

A implementação das MURE identificadas permitem alcançar as metas ilustradas no quadro seguinte:

Tabela 72 - Resultado da implementação das MURE

	Consumo	Custo	Consumo Específico	Emissões	Intensidade Carbónica
	(tep)	(€)	(kgep/kg)	tCO ₂ e	tCO ₂ e/tep
Antes da implementação das medidas	2 083,5	1 072 016	0,421	4 656	2,235
Após implementação das medidas	1 778,4	906 910	0,359	3 978	2,237

De acordo com o apresentado e caso as medidas sugeridas nesta auditoria forem implementadas na sua totalidade, estima-se uma redução do consumo global de energia (tep) de 14,6%.

ANEXOS

Equipamentos Utilizados

Na desagregação dos consumos elétricos foram utilizados analisadores de energia, bem como pinças amperimétricas para desagregações pontuais de circuitos e medições diversas.

Os equipamentos CirE3 e Chauvin Arnoux PEL 103 utilizados são equipamentos que armazenam as leituras realizadas na memória interna do próprio equipamento, podendo posteriormente serem descarregadas e tratadas adequadamente.



Figura 93 – Equipamentos de Medição usados no TESCO (CirE3, Chauvin Arnoux PEL 103 e Pinça HT 7022).

Para monitorização dos gases de combustão e contabilização dos balanços de massa e energia, foi utilizado, um analisador de gases Eurolyzer STx (Systronik). Para verificação de isolamentos térmicos utilizou-se ainda o termómetro de infravermelhos Fluke 556.



Figura 94 – Equipamentos de Medição usados no TESCO (Eurolyzer, e Fluke 556).

Ação de formação/sensibilização sobre utilização racional de energia - conteúdos programáticos

Data:

Curso	Gestão de Energia	Carga horária
		3 Horas

Objetivo(s) O peso relativo da fatura energética nos custos de exploração duma instalação industrial nem sempre é o mais representativo quando comparado com o peso de outros fatores de produção, nomeadamente mão-de-obra e matérias-primas.

Neste sentido, a gestão de energia é frequentemente negligenciada, facto que gera significativos desperdícios de energia, contribuindo para a redução da competitividade das empresas.

A gestão de energia pode definir-se como uma estratégia para ajustar e otimizar o consumo de energia, utilizando sistemas e procedimentos adequados, de forma a reduzir as necessidades de energia por unidade de produção.

Os objetivos fundamentais da Utilização Racional de Energia são:

- Atingir e manter uma ótima utilização da energia em toda a organização;
- Minimizar o custo e desperdício energético sem afetar a qualidade do produto;
- Minimizar o impacto no meio ambiente.

No final desta formação os colaboradores são instruídos:

- Aplicar conceitos básicos de energia e de gestão de energia;
- Utilização eficiente dos equipamentos que operam;
- Desligar máquinas, iluminação, ar comprimido e extração em paragens não programadas.

Conteúdos Programáticos

- Conceitos Básicos de Energia
- Eficiência energética: conceito, indicadores
- Medias de utilização racional de energia
 - Utilização eficiente dos equipamentos que operam;
 - Desligar máquinas, iluminação, ar comprimido e extração em paragens não programadas.
- Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia

Formador:

Setor Produtivo: Características dos Equipamentos

A etapa de Fundição é constituída por 13 máquinas de fundição, sendo que 10 destas possuem fornalhas a gás natural. As restantes são servidas por um forno de fusão e possuem fornos elétricos de mantimento. Cada forno está ligado a uma máquina de injeção, onde o alumínio fundido é injetado sob pressão num molde metálico. A solidificação do alumínio ocorre sob a ação dessa pressão. Estas máquinas possuem motores de vácuo, com a exceção da máquina 1 e máquina 4.

Tabela 73 – Identificação das Máquinas de Fundição

Equipamentos	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano
Máquina #1	Toyo	BD-350V1	3141	2007
Máquina #2	Toyo	BD-350V2 CW	3628	2013
Máquina #3	Toyo	BD-350V3 N	3629	2013
Máquina #4	Toyo	BD-250V4	3705	2014
Máquina #5	Bulher	Evolution B 53 D	9165	2005
Máquina #6	Bulher	Evolution B 66 D	9295	2005
Máquina #7	Toshiba	DC5000 CL	F10592	2008
Máquina #8	Bulher	Evolution B 140D	11109 / 11109	2011
Máquina #9	Bulher	Evo 66 Compact	F15052 / F15053	2019
Máquina #10	Bulher	Evo 66 Compact	11994	2013
Máquina #11	Bulher	Evo 66 Compact	12012	2013
Máquina #12	Bulher	Evo 66 Compact	F12754 / F12755	2016
Máquina #13	Bulher	Evolution 84 Compact	F13743 / F13744	2017

Tabela 74 – Identificação dos Filtros Eletrostáticos associados às Máquinas de Fundição

Equipamentos	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Potência Nominal (kW)
Filtro Eletrostático Máquina #1	KMA	UV-II 8000/EE UVR-EW8	21942	2008	23
Filtro Eletrostático Máquina #2	KMA	UV-II 8000/EE UVR-EW8	21941	2008	23
Filtro Eletrostático Máquina #3	KMA	UV-II 8000/EE	21852	2006	6
Filtro Eletrostático Máquina #4	KMA	UV-II 4000/EE UVR-EW4	21943	2008	23
Filtro Eletrostático Máquina #5	KMA	UV-II 8000/EE	211063	2011	6,8
Filtro Eletrostático Máquina #6	KMA	U V 8000/EE	21735	2005	6,8
Filtro Eletrostático Máquina #7	KMA	UV-II 8000/EE UVR-EW8	211063	2011	23
Filtro Eletrostático Máquina #8	KMA	UV-II 10000/EE UVR-EW8	21944	2008	30
Filtro Eletrostático Máquina #9	KMA	UV-II 8000/EE UVR-EW8	21853	2006	23
Filtro Eletrostático Máquina #10	KMA	UV-II 8000/EE UVR-EW8	211338	2014	23
Filtro Eletrostático Máquina #11	KMA	UV-II 8000/EE UVR-EW8	211339	2014	23
Filtro Eletrostático Máquina #12	KMA	UV-II 8000/EE EW8	211632	2016	23
Filtro Eletrostático Máquina #13	KMA	UV-II 8000/EE EW8	211814	2017	23

Tabela 75 – Caracterização dos Queimadores dos Fornos de Fusão

Equipamentos	Fabricante	Modelo	Potência térmica (kW)	Tipo de controlo
Queimador Fusão Forno #1	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Mantimento Forno #1	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Fusão Forno #2	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Mantimento Forno #2	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Fusão Forno #3	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Mantimento Forno #3	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Fusão Forno #4	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Mantimento Forno #4	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
Queimador Mantimento Forno #5	NA	NA	NA	NA
Queimador Mantimento Forno #6	NA	NA	NA	NA
Queimador Fusão Forno #7	Kromschroder	ZIO 165 RB 100/35	380	2 estágios
Queimador Mantimento Forno #7	Kromschroder	ZIO 125 RB 100/35	200	1 estágio
Queimador Fusão Forno #8	Kromschroder	ZIO 165 RB 100/35	500	2 estágios
Queimador Mantimento Forno #8	Kromschroder	ZIO 125 RB 100/35	225	1 estágio
Queimador Fusão Forno #9	Kromschroder	ZIO 165 RB 100/35	350	2 estágios
Queimador Mantimento Forno #9	Kromschroder	ZIO 125 RB 100/35	180	1 estágio
Queimador Fusão Forno #10	Kromschroder	ZIO 165 RB 100/35	350	2 estágios
Queimador Mantimento Forno #10	Kromschroder	ZIO 125 RB 100/35	180	1 estágio
Queimador Fusão Forno #11	Kromschroder	ZIO 165 RB 100/35	350	2 estágios
Queimador Mantimento Forno #11	Kromschroder	ZIO 125 RB 100/35	180	1 estágio
Queimador Mantimento Forno #12	NA	NA	NA	NA
Queimador Fusão Forno #13	Kromschroder	ZIO 165 RB 100/35	350	2 estágios
Queimador Mantimento Forno #13	Kromschroder	ZIO 125 RB 100/35	180	1 estágio
Queimador Fusão Forno Fusão #5/6/12	Kromschroder	ZIO 165 RB 100/35	500	2 estágios
Queimador Mantimento Forno Fusão #5/6/12	Kromschroder	ZIO 125 RB 100/35	180	1 estágio

Tabela 76 – Caracterização dos Fornos de Fusão e respetivo regime de funcionamento

Equipamentos	Fabricante	Modelo	Nº Série	Ano	Potência Nominal (kWt/kWe)	Capacidade (Kg)	Horas funcionamento 2024 (h/ano)	Consumo GN 2024 (m³)	Alumínio Fundido 2024 (t)	Consumo Específico (m³/t)
Fornalha Máquina #1	Meichu	HMC-20-065	3212	2007	s/informação/9,2 kWe	650	1 873	42 893	164,5	260,7
Fornalha Máquina #2	Meichu	HMC-20-065	3628	2013	s/informação/9,2 kWe	650	2 397	38 838	195,2	199,0
Fornalha Máquina #3	Meichu	HMC-20-065	3629	2013	s/informação/9,2 kWe	650	157	2 394	5,5	435,4
Fornalha Máquina #4	Meichu	HMC-10-040N	3705	2014	s/informação/9,2 kWe	400	0	-	-	-
Forno Elétrico Mantimento Máquina #5	StrikoWestofen GmbH	W 650 SL PRODOS	9165	2008	-/18 kWe	650	-	-	-	-
Forno Elétrico Mantimento Máquina #6	StrikoWestofen GmbH	W 650 SL PRODOS	9295	2005	-/18kWe	650	-	-	-	-
Fornalha Máquina #7	StrikoWestofen GmbH	MB11250/750 G-eg	F10592	2008	700 kWt/s/informação	1250	3 778	116 481	318,1	366,2
Fornalha Máquina #8	s/chapa	MB 1 1250/750 G-eg spez K500	11108/ 11109	2011	530 kWt/ 9,35 kWe	1250	0	-	-	-
Fornalha Máquina #9	StrikoWestofen GmbH	MB 1 1250/500 G-eg 1 K500	F15052 / F15053	2019	530 kWt/ 9,35 kWe	1250	4 746	144 193	674,5	213,8
Fornalha Máquina #10	s/chapa	MB 1 1250/500 G-eg	11994	2013	530 kWt/ 9,35 kWe	1250	4 866	151 740	732,6	207,1
Fornalha Máquina #11	s/chapa	MB 1 1250/500 G-eg	12012	2013	-/18 kWe	1250	250	16 899	39,8	424,6
Forno Elétrico Mantimento Máquina #12	StrikoWestofen GmbH	W 650 SL PRODOS	9165	2005	530 kWt/ 9,35 kWe	650	4 770	-	-	-
Fornalha Máquina #13	s/chapa	MB 1 1250/500 g-eg/K500	F13743/F13744	2017	530 kWt/ 9,35 kWe	1250	4 904	184 069	770,9	238,8
Forno Fusão Máquinas # 5/6/12	StrikoWestofen GmbH	MHS-1000/750 G-eg	9163	2005	680 kWt/s/informação	1000	4 746	308 520	2 040,0	151,2

Tabela 77 - Características dos motores de vácuo

Motores	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Potência Nominal (kW)	Tensão (V)	Intensidade (A)	Cos fi	Velocidade Rotação (rpm)	Acoplamento	Observações
Máquina #2	WEG	s/informação	s/informação	4,0	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação	Direto -	- -
Máquina #3	WEG	TE 112M-4	622528638	4,0	230	15	0,9	1440	Direto -	- -
Máquina #5	WEG	TE 112M-4	622528638	4,0	230	15	0,9	1440	Direto -	- -
Máquina #6	WEG	TEOIAOXOP0000302360	1012769284	5,5	240	22	0,7	1475	Direto -	EFF E2 - 88% -
Máquina #7	WEG	TE 112M	622528638	4,0	230	15	0,9	1440	Direto -	- -
Máquina #8	ATB	WP-DA132MVX4B-D	s/informação	5,5	230	21	0,8	1480	Direto -	IE3 89,6%
Máquina #9	WEG	TEOIAOXOP0000302360	1027886995	5,5	230	22	0,7	1475	Direto -	EFF E2 - 88% -
Máquina #10	WEG	WP-DA132MVX4B-D	s/informação	5,5	230	21	0,8	1460	Direto -	IE3 89,6%
Máquina #11	WEG	TEOIAOXOP0000302360	10181220356	5,5	240	22	0,7	1475	Direto -	EFF E2 - 88% -
Máquina #12	WEG	s/informação	s/informação	5,5	230	21	0,8	1460	Direto -	- -
Máquina #13	WEG	WP-DA132MVX4B-D	s/informação	5,5	230	21	0,8	1460	Direto -	IE3 89,6%

Passando para a etapa de Acabamento, existem 5 granalhadoras, sendo que duas delas servem as máquinas de fundição 10, 11 e 12. As restantes granalhadoras servem as restantes máquinas de fundição, sendo que duas têm carga em rolo e uma em suspenso. Como mencionado anteriormente, nesta secção também existem dois fornos de tratamento térmico.

Tabela 78 - Características das Granalhadoras

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Observações
Máquina #1	Sinto	s/chapa	ASU32320	2002	- Serve Máq. Fund 10/11
Máquina #2	Disa	s/chapa	7353	2008	- Serve Máq. Fund 10/12
Máquina #3	C.M. Surface Treatment S.P.A.	L90 TG	S5192	2013	Carga em Rolo
Máquina #4	Wheelabrator	SCHLICK MB 100G	603396	2016	Carga em Rolo
Máquina #5	Aiju	Regina 161-I-A-11	199500	2024	Carga Suspensa

Tabela 79 - Características dos Fornos Tratamento Térmico

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Observações
Forno T5 (2)	Naberthern	KTR-612X001	326051	2016	Tratamento Térmico
Forno T5 (3)	Naberthern	s/chapa	311652	2015	Tratamento Térmico

De seguida, entrando na etapa de Maquinagem, existem 106 máquinas de comando numérico computadorizado (CNC), assim como uma máquina e forno de tratamento dos resíduos sólidos resultantes deste processo.

Tabela 80 - Características das máquinas CNC

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Tensão (V)	Intensidade (A)	Potência Nominal (kW)	Peso (Kg)
CNC #3	Muratec	MW120	00KX351910001	2000	200	70,0	s/informação	s/informação
CNC #4	Muratec	MW120	00KX351910002	2000	200	70	s/informação	s/informação
CNC #5	Muratec	MW120	00KX366250001	2003	200	70,0	s/informação	s/informação
CNC #9	Hasegawa	TUP-25	110	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação
CNC #14	Muratec	MS60	03KX427620001	2004	200	43,0	s/informação	s/informação
CNC #15	Muratec	MS60	03KX427620002	2004	200	43,0	s/informação	s/informação
CNC #18	Muratec	MS60	03KX325890001	2003	200	42,0	s/informação	s/informação
CNC #19	Muratec	MW120	11KX259610001	2011	200	74,0	s/informação	s/informação
CNC #20	Takamatsu	XL-100	1310641	2013	200	43,0	17,00	s/informação

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Tensão (V)	Intensidade (A)	Potência Nominal (kW)	Peso (Kg)
CNC #21	Takamatsu	XL-100	1310642	2013	200	43,0	20,00	s/informação
CNC #22	Takamatsu	XL-150	1420142	2013	200	61,0	28,00	s/informação
CNC #23	Takamatsu	XL-100	1310941	2014	200	43,0	17,00	s/informação
CNC #24	Takamatsu	XL-100	1310942	2014	200	43,0	23,00	s/informação
CNC #27	Brother	TC-S2A	113454	2002	380	s/informação	9,00	1800,0
CNC #31	Brother	TC-S2A	111869	2000	380	s/informação	9,00	1800,0
CNC #32	Brother	TC-32A	111666	2001	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #33	Brother	TC-S2A	112476	2001	380	s/informação	9,00	1800,0
CNC #34	Brother	TC-32A	111895	2003	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #36	Brother	TC-32A	111720	2001	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #37	Fanuc	T10B	P963TF995	1996	200	s/informação	9,00	1700,0
CNC #39	Brother	TC-32A	112001	2003	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #40	Brother	TC-32A	112002	2003	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #41	Brother	TC-32A	111869	2002	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #42	Fanuc	T10C	P969TG692	1996	200	s/informação	10,00	1700,0
CNC #43	Fanuc	T10C	P969TG694	1996	200	s/informação	10,00	1700,0
CNC #44	Fanuc	T10C	P969TG693	1996	200	s/informação	10,00	1700,0
CNC #45	Fanuc	T10C	P969TG691	1996	200	s/informação	10,00	1700,0
CNC #46	Fanuc	T10C	P969TG690	1996	200	s/informação	10,00	1700,0
CNC #50	Brother	TC-32A	112075	2004	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #51	Brother	TC-32A	112076	2004	380	s/informação	11,00	3500,0
CNC #54	Fanuc	T21iD	P049UN681	2004	200	s/informação	10,00	2100,0
CNC #55	Brother	TC-32B QT	111313	2004	380	s/informação	16,00	4500,0
CNC #58	Fanuc	T21iE	P055VG048	2005	200	s/informação	12,00	2100,0
CNC #59	Fanuc	T21iE	P055VG049	2005	200	s/informação	13,00	2100,0
CNC #60	Fanuc	T21iE	P057VG158	2005	200	s/informação	10,00	2100,0
CNC #61	Fanuc	T21iE	P057VG159	2005	200	s/informação	12,00	2100,0
CNC #62	Fanuc	T21iE	P061VG322	2006	200	s/informação	13,00	2100,0
CNC #64	Mori Seiki	NH4000 DCG	NH401HI2538	2008	200	14,5	s/informação	9700

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Tensão (V)	Intensidade (A)	Potência Nominal (kW)	Peso (Kg)
CNC #65	Brother	TC-S2C-O	114343	2008	220	s/informação	15,90	2400
CNC #66	Mori Seiki	NH4000 DCG	NH401HI2539	2008	s/informação	s/informação	s/informação	9700
CNC #67	Brother	TC-S2C-O	114342	2008	220	s/informação	15,90	2400,0
CNC #68	Haas	VF-2SS	1081267	2010	360	40,0	s/informação	s/informação
CNC #69	Mectron	MTV-T351	MTVT3510715	2011	230	45,0	11,80	2700,0
CNC #70	Mectron	MTV-T351	MTVT3511714	2011	230	45,0	11,80	2700,0
CNC #71	Mectron	MTV-T351	MTVT3510713	2011	230	45,0	11,80	2700,0
CNC #72	Mectron	MTV-T351	MTVT3510716	2011	230	45,0	11,80	2700,0
CNC #73	Mectron	MTV-T351	MTVT3510717	2011	230	45,0	11,80	2700,0
CNC #74	Mectron	MTV-T351	MTVT3510718	2011	230	45,0	11,80	2700,0
CNC #75	Mectron	MTV-T452WL	MTVT452WL0159	2012	230	47,5	12,30	2800,0
CNC #76	Mectron	MTV-T452WL	MTVT452WL0160	2012	230	47,5	12,30	2800,0
CNC #77	Mectron	MTV-T452WL	MTVT452WL0161	2012	230	47,5	12,30	2800,0
CNC #78	Mectron	MTV-T452WL	MTVT452WL0162	2012	230	47,5	12,30	2800,0
CNC #79	Mectron	MTV-T452WL	MTVT452WL0163	2012	230	47,5	12,30	2800
CNC #80	Mectron	MTV-T452WL	MTVT452WL0164	2012	230	47,5	12,30	2300,0
CNC #81	Mectron	MTV-T452WL	MTVT452WL0165	2012	230	47,5	12,30	2800,0
CNC #82	Brother	TC-S2DN	216000	2012	220	s/informação	9,50	2400,0
CNC #83	Mectron	MTV-T350	MTVT3600192	2013	230	41,0	10,70	2800,0
CNC #84	Mectron	MTV-T360	MTVT3600207	2016	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #85	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0208	2013	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #86	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0209	2013	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #87	Mectron	MTV-T360	MTVT3600217	2014	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #88	Mectron	MTV-T360	MTVT3600216	2014	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #89	Mectron	MTV-T360	MTVT3600215	2014	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #90	Mectron	MTV-T360	MTVT3600218	2014	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #91	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0219	2014	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #92	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0212	2014	230	65,0	17,10	2800,0
CNC #93	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0213	2014	230	65,0	17,10	2800,0

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Tensão (V)	Intensidade (A)	Potência Nominal (kW)	Peso (Kg)
CNC #94	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0214	2014	230	66,0	17,10	2800,0
CNC #95	Mectron	MTV-T360	MTVT3600268	2014	230	41,0	10,70	2800,0
CNC #96	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0269	2014	230	41,0	10,70	2800,0
CNC #97	Mectron	MTV-T360	MTVT3600265	2014	230	41,0	10,70	2800,0
CNC #98	Mectron	MTV-T360	MTVT3600266	2014	230	41,0	10,70	2800,0
CNC #99	Mectron	MTV-T360	MTVT3600267	2014	230	41,0	10,70	2800,0
CNC #100	Takamatsu	XL-150	1420373	2014	200	28,0	29,00	s/informação
CNC #101	Mectron	MTV-T360	MTVT3600295	2015	200	41,0	10,70	2800,0
CNC #102	Mectron	MTV-T360	MTVT360S0383	2016	230	55,0	18,40	2800,0
CNC #103	Mectron	MTV-T360	MTVT3600386	2016	230	55,0	18,40	2800,0
CNC #104	Mectron	MTV-T360	MTVT5600384	2016	230	55,0	16,80	2800,0
CNC #105	Mectron	MTV-T360	MTVT3600387	2016	230	55,0	16,40	2800,0
CNC #106	Mectron	MTV-T360	MTVT3600385	2016	230	55,0	16,40	2800,0
CNC #107	Takamatsu	XL-150	1420640	2016	200	58,0	23,00	s/informação
CNC #108	Mectron	MTV-T360	MTVT3600388	2016	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #109	Takamatsu	XL-100	1311313	2016	200	43,0	17,00	s/informação
CNC #110	Takamatsu	XL-100	1311314	2016	200	43,0	18,00	s/informação
CNC #111	Mectron	MTV-T360S	MTVT360S0389	2016	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #112	Mectron	MTV-T360	MTVT3600391	2016	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #113	Mectron	MTV-T360	MTVT3600390	2016	230	65,0	16,80	2800,0
CNC #114	Mectron	MTV-T360	MTVT360S0382	2016	380	85,0	18,80	4800,0
CNC #115	Fanuc	D21MiA5	P169YG035	2016	200	s/informação	11,00	2100,0
CNC #116	Fanuc	D21MiA5	P169YG034	2016	200	s/informação	11,00	2100,0
CNC #117	Fanuc	D21MiA5	P165YG851	2016	200	s/informação	11,00	2100,0
CNC #118	Fanuc	D21MiA5	P165YG853	2013	200	s/informação	11,00	2100,0
CNC #119	Fanuc	D21MiA5	P165YG849	2016	200	s/informação	11,00	2100,0
CNC #120	Fanuc	D14MiB5	P16XZA072	2016	200	s/informação	15,00	2100,0
CNC #121	Fanuc	D14MiB5	P16ZZD146	2016	200	s/informação	14,00	2100,0
CNC #122	Fanuc	D14MiB5	P16ZZD147	2016	200	s/informação	14,00	2100,0

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Tensão (V)	Intensidade (A)	Potência Nominal (kW)	Peso (Kg)
CNC #123	Fanuc	D14MiB5	P16ZZD148	2016	200	s/informação	14,00	2100,0
CNC #124	Fanuc	D21MiB5	P174ZG455	2017	200	s/informação	15,00	2200,0
CNC #125	Fanuc	D21MiB5	P174ZG454	2017	200	s/informação	15,00	2200,0
CNC #126	Tsugami	M08DE-II	23003A	2017	200	69,0	24,00	4700,0
CNC #127	Fanuc	D21MiB5	P174ZG456	2017	200	s/informação	15,00	2200,0
CNC #128	Fanuc	D21MiB5	P174ZG386	2017	200	s/informação	15,00	2200,0
CNC #129	Tsugami	M08DE-II	23002A	2017	s/informação	s/informação	s/informação	4700,0
CNC #131	Takamatsu	XL-100	1311996	2018	200	43,0	17,00	s/informação
CNC #132	Takamatsu	XL-100	1311997	2018	200	43,0	18,00	s/informação
CNC #133	CMZ	TA15M	1309	2019	s/informação	s/informação	s/informação	s/informação

Tabela 81 - Características da prensa e forno de briquetes

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº Serie	Ano	Observações
Prensa Briquetes	RUF Brikettiersysteme	RUF 5,5/2400/60x60	11850	2021	-
Forno Briquetes	Stotek	Alusmester K300	42875-1252-03-11	2011	-

Plano de Inspeção e Validação dos Sistemas de Controlo e Regulação

Verificação de Consumos (In Loco): Foram efetuadas medições in loco para validar os consumos retirados do Sistema de Gestão de Energia (SGE), confirmando a fiabilidade dos dados recolhidos pelos aparelhos de controlo.

Plano de Manutenção Periódica: Existe um Plano de Manutenção Periódica estabelecido para os aparelhos de controlo e regulação críticos, nomeadamente sondas de temperatura/pressão e reguladores de VSD (Variável Speed Drive), garantindo a sua correta calibração e funcionamento. Existe um plano de calibração de 4 manómetros de pressão, instalados nos depósitos de ar comprimido, os quais são calibrados 1 vez ao ano. Quanto aos compressores, a manutenção é efetuada por uma empresa externa, baseado no número de horas de cada compressor. As manutenções são feitas a cada 4.000h de operação de cada equipamento.

Compensação do Fator de Potência: As baterias de condensadores instaladas foram igualmente verificadas, tendo sido confirmado que as mesmas se encontravam a compensar ativamente o fator de potência da instalação, um elemento essencial do controlo da utilização de energia.

Fornos Fusão: Cálculo da eficiência

Os fornos de fusão e fornalhas operam com um sistema de exaustão natural, sendo que tal como referido aquando da visita técnica da ADENE existem constrangimentos técnicos e de segurança significativos, para se fazer a medição individualizada. A medição individual da exaustão em cada equipamento não é passível de ser realizada devido às elevadas temperaturas e à ausência de pontos de amostragem (tomas) nas saídas individuais. Por conseguinte, a quantificação da perda energética na exaustão (Exaustão) foi obrigatoriamente efetuada com base em apenas duas tomas exteriores agregadas (FF1 e FF3), recorrendo a dados de medição fornecidos por uma empresa externa. De referir que, visto existirem unicamente duas tomas exteriores agregadas, a realização de medições individualizadas por forno implicaria a interrupção da produção normal da fábrica, forçando o funcionamento sequencial dos equipamentos (1 forno em operação por medição).

Tabela 82 – Dados obtidos da análise das emissões FF1 (máquinas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7)

Concentração de oxigénio	Concentração de dióxido de carbono	Humidade (percentagem volúmica de vapor do gás húmido)	Temperatura	Massa volúmica	Caudal volúmico húmido para as condições da chaminé
(%)	(%)	(%)	(K)	[kg/m³]	[m³/h]
19,6	0,7	1,7	349	1,011	8 679
19,8	0,7	6,9	345	1,002	8 679
20,0	0,5	7,1	337	1,022	7 712
19,8	0,6	2,8	334	1,051	7 746
19,8	0,7	2,4	356	0,989	8 840
19,9	0,6	3,4	336	1,043	8 232
20,1	0,6	7,1	343	1,001	8 280
19,9	0,6	4,5	343	1,017	8 310

Tabela 83 – Dados obtidos da análise das emissões FF3 (Forno Fusão, Máquinas 9, 10, 11, 13)

Concentração de oxigénio	Concentração de dióxido de carbono	Humidade (percentagem volúmica de vapor do gás húmido)	Temperatura	Massa volúmica	Caudal volúmico húmido para as condições da chaminé
(%)	(%)	(%)	(K)	[kg/m³]	[m³/h]
19,6	0,8	1,4	383	0,921	56 212
19,5	0,9	1,3	379	0,931	58 243
19,5	0,8	1,2	380	0,927	61 399
19,9	0,6	1,7	357	0,984	49 937
20,2	0,5	1,3	342	1,027	46 439
19,9	0,6	1,7	366	0,959	44 984
20,1	-	2,1	358	0,971	47 384
19,6	0,7	1,8	374	0,930	56 239
19,9	-	1,9	357	0,973	56 086
19,8	0,7	1,6	366	0,958	52 991

A determinação da eficiência energética $\eta_{Térmica}$ foi realizada pelo Método das Perdas, o que cumpre o disposto na Alínea f) do Despacho, com o objetivo de desagregar a Perda Total (calculada pela diferença entre a Energia Injetada e a Energia Útil Teórica 650kWh/t¹⁴) nas suas componentes primárias.

¹⁴ Energia mínima necessária para aquecer e fundir 1 tonelada de alumínio

Tabela 84 – Repartição das perdas de energia térmica por máquina

Setor	Equipamento	Potência Térmica Ponderação (kW) ¹	Horas Func. (Hf)	Repartição Caudal (%)	Repartição Caudal (kg/h)	Pperda,i (kWh)	E Térmica perda,i (kWh/ano)
FF1	Fornalha #1	442	1 873	22%	1 844	26	49 355
FF1	Fornalha #2	442	2 397	22%	1 844	26	63 163
FF1	Fornalha #3	442	157	22%	1 844	26	4 137
FF1	Fornalha #7	700	3 778	35%	2 920	42	157 663
TOTAL FF1		2 026	-	100%	8 451	121	274 317
FF3	Fornalha #9	530	4 746	19%	9 610	202	960 396
FF3	Fornalha #10	530	4 866	19%	9 610	202	984 679
FF3	Fornalha #11	530	250	19%	9 610	202	50 590
FF3	Fornalha #13	530	4 904	19%	9 610	202	992 368
FF3	Forno Fusão	680	4 746	24%	12 330	260	1 232 206
TOTAL FF3		2800	-	100%	50 772	1 069	4 220 238

A aplicação do Método das Perdas revelou inconsistências nos dados de entrada de medição (toma), as quais inviabilizam a validação da eficiência térmica dos fornos, conforme evidenciado pela tabela seguinte.

O cálculo da eficiência térmica foi determinado pela seguinte equação:

$$\eta_{T\acute{e}rmica} = 1 - \frac{Perdas\ Totais\ (E_{Exaust\tilde{a}o} + E_{Radia\tilde{c}\tilde{a}o} + Outras)}{E_{GN}Injetada}$$

Tabela 85 – Eficiência térmica calculada por máquina

Fornalha / Máquina	Fabricante	Alumínio Fundido 2024 (t)	Consumo Anual (m³)	E real (kWh/ano)	E Perdas (kWh/ano)	E Exaustão (kWh/ano)	E Radiação +Outras (kWh/ano)	E Radiação +Outras (% da Ereal)
Fornalha #1	Meichu	165	42 893	451 592	282 137,28	49 355	232 783	52%
Fornalha #2	Meichu	195	38 838	408 900	279 549,84	63 163	216 387	53%
Fornalha #3	Meichu	6	2 394	25 205	21 629,86	4 137	17 493	69%
Fornalha #7	StrikoWestofen	318	116 481	1 226 352	988 322,09	157 663	830 659	68%
Fornalha #9	StrikoWestofen	675	144 193	1 518 114	1 079 688,57	274 317	805 372	53%
Fornalha #10	S/Chapa	733	151 740	1 597 571	1 121 380,99	960 396	160 985	10%
Fornalha #11	S/Chapa	40	16 899	177 918	152 048,49	984 679	-832 630	-468%
Fornalha #13	S/Chapa	771	184 069	1 937 942	1 436 856,83	50 590	1 386 267	72%
Forno Fusão (#5/6/12)	StrikoWestofen	2 040	308 520	3 248 205	1 705 754,83	992 368	713 387	22%
Total			1 006 027	10 591 799	7 067 369	3 536 666	3 530 702	-

Perdas Físicas Inviáveis: Nos fornos associados a toma FF1, a E_{Exaustão} calculada é muito baixa, forçando a que a Perda Residual por Radiação e Outras atinja 68% da energia injetada na Fornalha #3 e #7. Este valor é termodinamicamente impossível e indica que a E_{Exaustão} foi subestimada.

Inconsistência Matemática: A Fornalha #11 resulta numa E_{Radiação + Outras} de -832.630 kWh/ano. Este valor negativo prova uma falha grave e quantificável nos dados de Caudal Mássico/Volúmico e/ou Temperatura da medição externa (Toma), pois a energia perdida não pode ser superior à Perda Total Teórica.

Em suma, o Método das Perdas foi aplicado, mas a sua aplicação demonstra inequivocamente que a qualidade dos dados de entrada é o fator que impede a validação rigorosa do mesmo.

Fornos Fusão: Balanço de energia

O balanço de massa e energia foi realizado para todos os equipamentos consumidores de energia térmica (máquinas de fundição, fornalhas e forno de fusão), cumprindo o disposto na alínea i) do Despacho. O balanço foi efetuado pelo Método Direto, que quantifica a $E_{\text{Útil}}$ e a E_{Perdas} (Energia Perdida) face à E_{real} (Energia Injetada), conforme a Tabela Resumo abaixo apresentada.

Tabela 86 – Balanço de Energia fornalhas dos fornos de fusão

Fornalha / Máquina	Fabricante	Consumo Anual (m³)	Produção Anual (t)	Consumo Específico (m³/t)	E real (kWh/ano)	E Útil (kWh/ano)	E Perdas (kWh/ano)	E real Específica (kWh/ano)	Ineficiência Específica kWh/t	Ineficiência	Rendimento
Fornalha #1	Meichu	42 893	261	164,5	451 592	169 455	282 137	1 732	1 082	62%	38%
Fornalha #2	Meichu	38 838	199	195,2	408 900	129 350	279 550	2 055	2 055	68%	32%
Fornalha #3	Meichu	2 394	6	435,3	25 205	3 575	21 630	4 583	4 583	86%	14%
Fornalha #7	StrikoWestofen	116 481	366	318,1	1 226 352	238 030	988 322	3 349	3 349	81%	19%
Fornalha #9	StrikoWestofen	144 193	675	213,8	1 518 114	438 425	1 079 689	2 251	2 251	71%	29%
Fornalha #10	S/Chapa	151 740	733	207,1	1 597 571	476 190	1 121 381	2 181	2 181	70%	30%
Fornalha #11	S/Chapa	16 899	40	424,6	177 918	25 870	152 048	4 470	4 470	85%	15%
Fornalha #13	S/Chapa	184 069	771	238,8	1 937 942	501 085	1 436 857	2 514	2 514	74%	26%
Forno Fusão (#5/6/12)	StrikoWestofen	308 520	2 373	130,0	3 248 205	1 542 450	1 705 755	1 369	1 369	53%	47%

A Tabela Resumo comprova a realização do balanço de energia e massa (produção anual vs. consumo anual) para todos os equipamentos visados. No entanto, o balanço de energia exige a desagregação e validação destas perdas nas suas componentes ($E_{\text{Exaustão}}$ e $E_{\text{Radiação}}$), o que se relaciona diretamente com o Ponto 1 (alínea f)). Conforme demonstrado na resposta ao Ponto 1, as medições de campo externas utilizadas para esta desagregação revelaram-se inconsistentes (perdas negativas e perdas residuais irrealistas).

O Balanço de Energia pelo Método Direto está realizado, mas a sua validação pelo Método das Perdas (requerida pela alínea f)) foi comprometida pela qualidade dos dados de medição.

A NOSSA EXPERIÊNCIA
AO SERVIÇO DO SEU FUTURO.

Obrigado pela confiança.

Vamos continuar a revolucionar a
energia para um futuro mais
eficiente, digital e sustentável.

A SMARTWATT desenvolveu e seguiu um processo integrado que adere aos regulamentos globais aplicáveis e normas, incluindo ISO 9001, e ICP, para entregar elevados padrões de qualidade e resultados confiáveis, também foi concedido o reconhecimento enquanto entidade idónea para a prática de atividades de investigação e desenvolvimento no domínio técnico-científico da energia.

CERTIFICAÇÕES



R&D INDONEOUSNESS ENTITY
Despacho n.º 6946/2017

INDUSTRY ENERGY
AUDIT CERTIFICATION

SMARTWATT

Reshaping Energy

+351 220 114 366

www.smartwatt.pt

info@smartwatt.pt

