

ccenergia
engenharia de soluções energéticas



**ir além está
na nossa
natureza!**

RELATÓRIO DE AUDITORIA ENERGÉTICA

**COURO AZUL - INDÚSTRIA E COMÉRCIO
DE COUROS, S.A.**

ALCANENA

TÉCNICO RESPONSÁVEL: TR-1109
Nº REFERÊNCIA: R_SGCIE_124_19_VF2

ANO DE REFERÊNCIA: 2018
PREN: 2019 - 2026

DATA: **LOURES, NOVEMBRO DE 2019**

Equipa da Auditoria Energética

Data de trabalho de campo:	11/07/2019 a 12/07/2019
Auditor Coordenador:	João Simões
Auditor Responsável:	Hélder Correia
Auditores Auxiliares:	Igor Bezhenar, Filipe Pato
Ano Auditoria Energética:	2019
Ano Referência:	2018

Identificação da Instalação

Nome da Empresa:	Couro Azul - Indústria e Comércio de Couros, S.A.
Localização da instalação:	Alcanena
Código Postal:	2380-182 Ponte do Peral
Telefone:	+351 249 889 050
Internet:	https://www.couroazul.pt/
Região NUTS:	Centro
CAE da Instalação (CAE 3):	15111
Designação do CAE:	Curtimenta e acabamento de peles sem pêlo

Gestor de Energia das Instalações

Nome:	Diana Faria
Telefone:	934 635 989
E-mail:	dianafaria@couroazul.pt

Índice

1. SUMÁRIO	5
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL.....	9
2.1 Processo Produtivo/Fluxograma.....	10
3. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA	13
3.1 Consumo Global de Energia	13
3.2 Consumo de Energia Elétrica.....	16
3.3 Consumo de Fuelóleo Pesado	21
3.4 Consumo de Gasóleo / Diesel	22
3.5 Produtos Finais	24
3.6 Consumo Específico de Energia.....	26
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AUDITORIA ENERGÉTICA	29
4.1 Métodos e Meios Utilizados.....	29
4.2 Consumos Globais de Energia.....	30
4.3 Indicadores Energéticos.....	36
5. CONSUMOS DE ENERGIA POR SECÇÃO.....	37
5.1 Processo Industrial.....	39
5.2 Secção de Aquecimento de Processos - Vapor.....	44
5.3 Secção de Ar Comprimido.....	51
5.4 Secção de Iluminação.....	56

5.5 Secção de Sistemas de Bombagem.....	61
6. MEDIDAS DE UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA	63
6.1 Melhoria do Atual Sistema de Monitorização de Consumos	63
6.2 Melhoria de Eficiência Energética no Sistema de Iluminação	67
6.3 Substituição da Atual Central Térmica por Soluções Alternativas	70
6.4 Instalação de Válvulas Inteligentes de Corte de Ar Comprimido	73
6.5 Substituição de Purgas Convencionais Por Eletrónicas Capacitivas	76
6.6 Eliminação de Fugas de Ar Comprimido.....	77
6.7 Redução da Temperatura de Aspiração dos Compressores de Ar	79
7. CONCLUSÕES.....	81
8. ANEXOS	83
8.1 Anexo 1 – Cronograma de implementação das medidas de URE no Pren.....	83
8.2 Anexo 2 – Outra Informação Relevante.....	84
8.3 Anexo 3 – Estudo luminotécnico	90

1. SUMÁRIO

A presente auditoria teve como principal objetivo caracterizar o sector energético global da Couro Azul, e recolher a informação necessária para a elaboração do Plano de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn) de modo a dar cumprimento ao Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) (D.L. 71/2008 de 15 de abril).

A empresa com o CAE 15111 (Curtimenta e acabamento de peles sem pelo), apresentou no ano de referência (2018) o Valor Acrescentado Bruto (VAB) de 8.633.919,39 €.

CAE	Designação do Produto	Unidade de Produção	VAB
15111	Curtumes	m ²	8.633.919

Quadro 1.1 – Caracterização Geral da Instalação

No ano de referência (2018), a instalação consumiu 1.600 tep de energia, correspondendo em termos de custos, a um total de 847.770 €. Em termos de energia final, o consumo registado foi de 37.769 GJ. O consumo de energia resultou na emissão de 3.953 toneladas de CO₂ para a atmosfera durante o período considerado.

Forma de Energia	Quantidade	tep	GJ	€	tCO ₂
Energia Elétrica (kWh)	5.407.038	1.162,5	19.465,3	632.696	2.541,3
Fuelóleo Pesado (kg)	438.740	419,0	17.549,6	193.752	1.356,0
Gasóleo / Diesel (m ³)	21,7	18,0	754,4	21.322	55,8
Total	--	1.599,5	37.769	847.770	3.953

Quadro 1.2 – Caracterização energética da instalação no ano de referência^{1,2}

A desagregação de custos anuais das diferentes formas de energia é apresentada na figura seguinte.

¹ Os fatores de conversão utilizados são 215x10⁻⁶ tep/kWh para a energia elétrica, 0,955 tep/ton para Fuelóleo Pesado e 1,01 tep/ton para Gasóleo / Diesel (despacho 17313/2008)

² A energia resultante de resíduos endógenos e/ou renováveis será apenas contabilizada em 50% para efeitos de cálculo dos indicadores energéticos (Decreto-Lei nº 71-2008)

■ Energia Elétrica ■ Fuéloleo Pesado ■ Gasóleo / Diesel

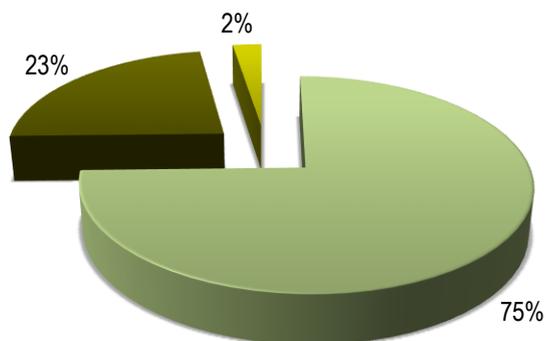


Figura 1.1 – Desagregação de custos anuais das formas de energia

Os indicadores energéticos da instalação para o período de referência apresentam-se no quadro seguinte.

Produto	Quantidade	Consumo de Energia	Intensidade Energética	Consumo Específico	Intensidade Carbónica
		(tep)	(kgep/€)	(kgep/m ²)	(tCO ₂ /tep)
Curtumes (m ²)	1.251.154	1.599,5	0,185	1,278	2,471

Quadro 1.3 – Intensidade Energética, Consumo Específico e Intensidade Carbónica no ano de referência

Os dados recolhidos durante o trabalho de campo tornaram possível estimar a seguinte repartição do consumo anual de energia primária pelas diversas secções de produção e serviços auxiliares.

Sector /Equipamento	Consumo global de energia	
	(tep/ano)	(%)
Total	1.599,5	100%
Processo Industrial	979,2	61,2%
Bombagem	419,0	26,2%
Aquecimento Processos - Vapor	77,5	4,8%
Ar Comprimido	72,4	4,5%
Iluminação	50,0	3,1%
Outros	1,4	0,1%

Quadro 1.4 – Desagregação de consumos de energia

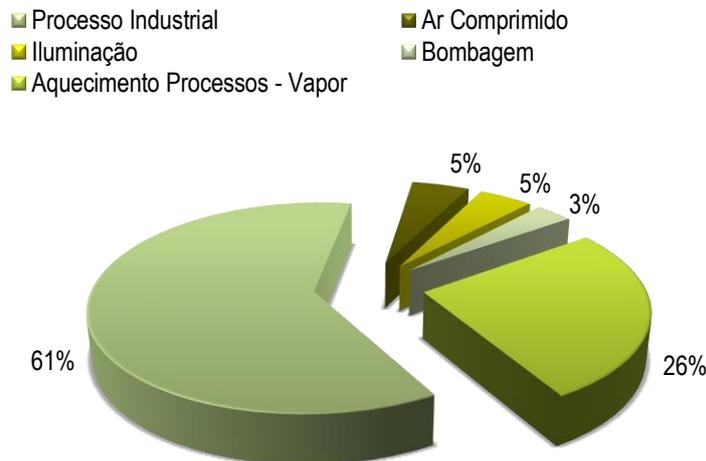


Figura 1.2 – Diagrama de distribuição de Energia

O resumo das medidas de economia de energia identificadas apresenta-se no quadro seguinte.

Medidas	Economia anual				Investimento	PRI
	(tep)	(%)	(€)	(tCO _{2eq})	(€)	(anos)
6.1 - Melhoria do Atual Sistema de Monitorização de Consumos	23,7	1,5%	12.397	58	14.400	1,2
6.2 - Melhoria de Eficiência Energética no Sistema de Iluminação	40,8	2,6%	22.212	89	47.600	2,1
6.3 - Otimização do Sistema de Arrefecimento das Calandras	182,4	11,4%	85.487	839	466.000	5,5
6.4 - Instalação de Válvulas Inteligentes de Corte de Ar Comprimido	13,6	0,9%	7.425	30	12.800	1,7
6.5 - Substituição de Purgas Convencionais Por Eletrónicas Capacitivas	3,3	0,2%	1.779	7	1.800	1,0
6.6 - Eliminação de Fugas de Ar Comprimido	4,2	0,3%	2.293	9	4.300	1,9
6.7 - Redução da Temperatura de Aspiração dos Compressores de Ar	3,7	0,2%	2.017	8	4.400	2,2
Total	271,8	17,0%	133.610	1.041	551.300	4,1

Quadro 1.5 – Quadro resumo das medidas identificadas na Auditoria Energética

A tabela seguinte resume o impacto das medidas anteriores nos sistemas consumidores da instalação.

Sistemas	Economia anual			Investimento (€)	PRI (anos)	
	(tep)	(%)	(€)			
Ar Comprimido	24,8	1,6%	13.514	54	23.300	1,7
Iluminação	40,8	2,6%	22.212	89	47.600	2,1
Aquecimento Processos - Vapor	182,4	11,4%	85.487	839	466.000	5,5
Sistema de Energia	23,7	1,5%	12.397	58	14.400	1,2
Total	271,8	17,0%	133.610	1.041	551.300	4,1

Quadro 1.6 – Impacte das Medidas de URE identificadas por sistema consumidor

As medidas identificadas permitem alcançar as metas definidas no regulamento SGCIE conforme se ilustra no quadro seguinte (redução do consumo de energia em 17%).

Indicadores Energéticos	Consumo de Energia	Intensidade Energética	Consumo Específico	Intensidade Carbónica
	(tep)	(kgep/€)	(kgep/m ²)	(tCO2/tep)
Período de referência (2018)	1.599,5	0,185	1,278	2,471
Metas Legais (-6%)	1.503,6	0,174	1,202	2,471
Metas Alcançadas (-17%)	1327,8	0,154	1,061	2,193

Quadro 1.7 – Indicadores energéticos da instalação

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL

A Couro Azul dispõe de uma equipa com 500 funcionários. Além dos funcionários administrativos e das cerca de trinta pessoas afetas à área comercial do Grupo Carvalhos, a área técnica (química e tecnologia de curtumes) conta com quadros médios e superiores com formação específica pela Nene College de Northampton e pela West Deutsch Geber Shulle de Reutlingen. Toda a equipa beneficia de ações de formação periódicas devidamente articuladas em planos anuais.

Na figura seguinte pode visualizar-se uma imagem de satélite da localização da instalação.



Figura 2.1 – Imagem de satélite da localização da instalação

O regime normal de funcionamento da instalação é de 3 turnos diários, durante 6 dias por semana, totalizando 294 dias por ano.

A instalação apresenta uma área coberta de cerca de 21.937 m².

2.1 PROCESSO PRODUTIVO/FLUXOGRAMA

Fundada em 1989, a Couro Azul S.A. é a mais moderna unidade industrial de curtumes em Portugal. Concretizando a estratégia de diversificação do Grupo Carvalhos, a Couro Azul está essencialmente vocacionada para os sectores automóvel e aeronáutico. Herdeira do know-how da anterior unidade industrial do Grupo Carvalhos - Curtumes do Lys - a Couro Azul foi especialmente concebida para a transformação de peles de bovino inteiras.

Sendo a mais recente unidade industrial do Grupo Carvalhos, a Couro Azul foi objeto de um cuidado planeamento. Cobrindo 17.000 m² o seu layout integra uma área de receção, controlo e armazenamento de matéria-prima, uma bateria de foulons para ribeira e curtume, uma área de acabamento, assim como completo departamento de corte com 3.000m² e um laboratório de investigação e controlo de Qualidade. Este espaço está equipado com máquinas automatizadas e tecnologia de ponta, que permite à Couro Azul ser uma das poucas empresas europeias a produzir couro ecológico (isento de crómio) para o sector automóvel.

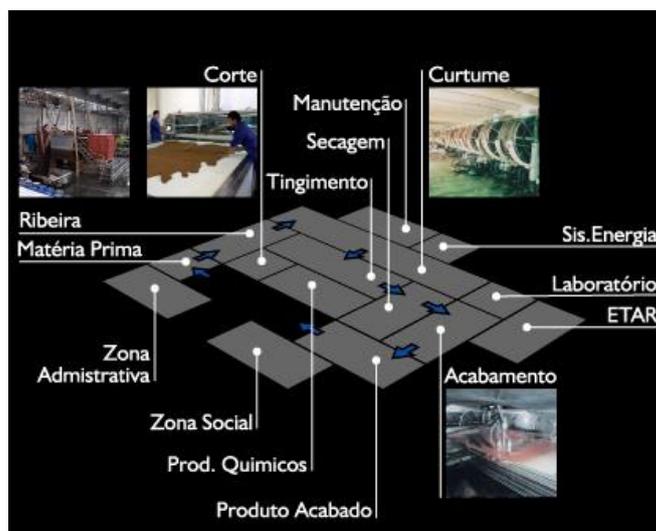


Figura 2.2 – Layout da instalação

2.1.1 PROCESSO PRODUTIVO

A principal produção da Couro Azul - peles de bovinos - destina-se ao sector automóvel. Tal resulta da estratégia do Grupo Carvalhos, diversificando atividades e segmentos de mercado, visando a especialização de cada unidade industrial do Grupo. A especialização da Couro Azul no sector automóvel resulta de um continuado esforço tecnológico e comercial, e de um investimento em instalações, equipamentos, tecnologia e Qualidade, que levou ao desenvolvimento de um sistema de Qualidade já certificado pela BUREAU VERITAS, VDA 6.1, EAQF/94 e OKOTEX. Exemplo do sucesso deste esforço foi o desenvolvimento de couro ecológico (sem crómio) de acordo com as especificações técnicas dos mais exigentes construtores automóveis, tendo sido a Couro Azul uma das primeiras empresas a nível mundial a disponibilizar este produto.

Atualmente os produtos Couro Azul equipam automóveis da VW, Seat, Skoda, Ford, Volvo, Renault, MG Rover, Nissan e Saab. A Couro Azul oferece uma completa gama de couro para o sector automóvel e aeronáutico - volantes, assentos, foles, painéis, etc. - e para escritório e casa, disponibilizando alguns deles já cortados.

Na Figura seguinte está apresentado o fluxograma de processo produtivo da Couro Azul, realçando os principais sectores produtivos da instalação.



Figura 2.3 – Fluxograma de processo da instalação

3. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA

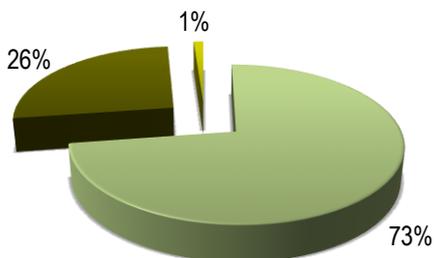
3.1 CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA

As formas de energia consumidas na instalação são: Energia Elétrica, Fuelóleo Pesado e Gasóleo / Diesel. Apresentam-se no quadro seguinte as quantidades consumidas no período de referência (ano de 2018) para as diferentes formas de energia, com conversões para Energia Primária (tep) e Energia Final (GJ), bem como o custo e emissões de CO₂ associadas.

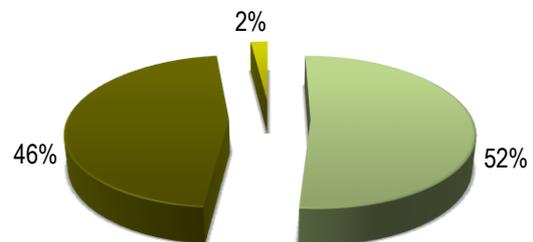
Forma de Energia	Quantidade	tep	GJ	tCO ₂	€
Energia Elétrica (kWh)	5.407.038	1.162,5	19.465,3	2.541,3	632.696
Fuelóleo Pesado (kg)	438.740	419,0	17.549,6	1.356,0	193.752
Gasóleo / Diesel (m ³)	22	18,0	754,4	55,8	21.322
Total	-	1.599,5	37.769,4	3.953,1	847.770

Quadro 3.1 – Resumo das formas de energia consumidas pela instalação

■ Energia Elétrica ■ Fuelóleo Pesado ■ Gasóleo / Diesel ■ Energia Elétrica ■ Fuelóleo Pesado ■ Gasóleo / Diesel

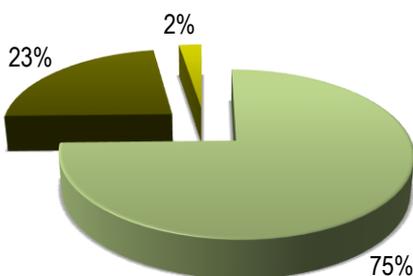


Consumo de Energia primária (tep)

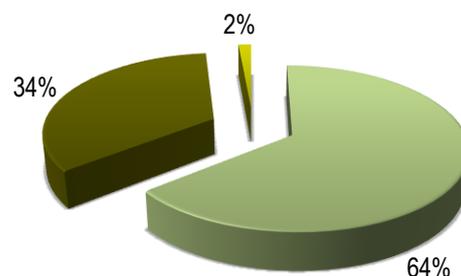


Consumo de Energia final (GJ)

■ Energia Elétrica ■ Fuelóleo Pesado ■ Gasóleo / Diesel ■ Energia Elétrica ■ Fuelóleo Pesado ■ Gasóleo / Diesel



Custo de Energia (€)



Emissões de CO₂ (t)

Figura 3.1 – Resumo geral das diferentes Formas de energia consumidas pela instalação

No quadro seguinte apresentam-se os valores dos consumos, custos e emissões mensais globais das diferentes Formas energéticas (Energia Elétrica, Fuelóleo Pesado e Gasóleo / Diesel).

Mês	Consumo			Custo	Emissões
	(%)	(tep)	(GJ)	(€)	(tCO ₂)
Janeiro	10,2%	163,9	4.000,2	83.616	410,5
Fevereiro	9,7%	155,6	3.945,5	79.398	395,7
Março	10,3%	164,4	4.043,4	82.772	413,2
Abril	8,6%	138,2	3.224,4	73.281	339,8
Mai	8,2%	130,8	3.061,9	70.440	322,1
Junho	9,0%	143,7	3.436,4	77.027	356,8
Julho	8,7%	139,5	3.215,3	75.466	341,4
Agosto	2,4%	38,7	648,8	22.251	84,7
Setembro	6,7%	107,5	2.252,3	59.997	253,7
Outubro	9,0%	144,0	3.265,5	79.185	350,3
Novembro	9,9%	158,2	3.914,5	84.210	398,5
Dezembro	7,2%	115,1	2.761,0	60.128	286,3
Total	100%	1.599,5	37.769,4	847.770	3.953,1
Média	-	133,3	3.147,4	70.648	329,4

Quadro 3.2 – Consumo mensal global de energia no período de referência

As figuras seguintes ilustram as evoluções mensais do consumo, custos e emissões das diferentes Formas energéticas no período de referência.

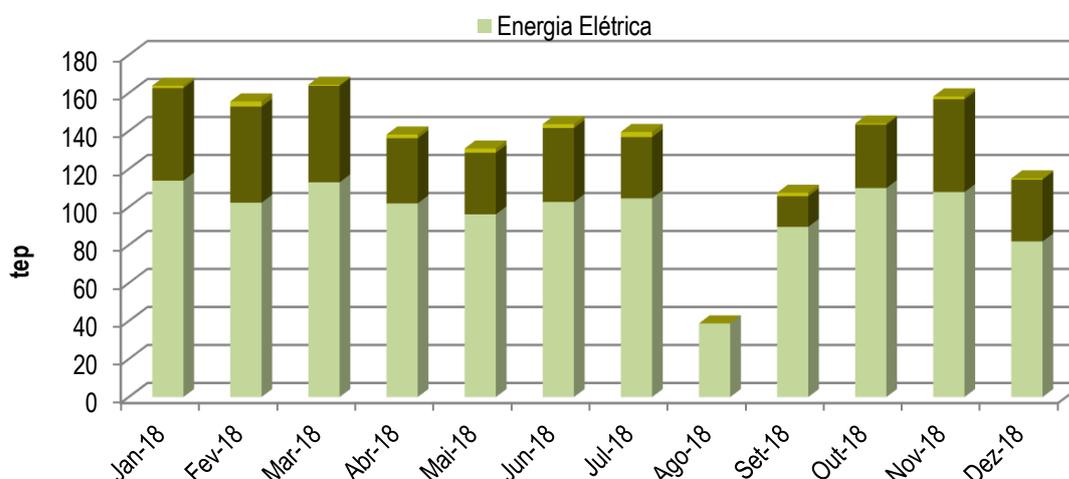


Figura 3.2 – Variação do Consumo de Energia Primária no período de referência

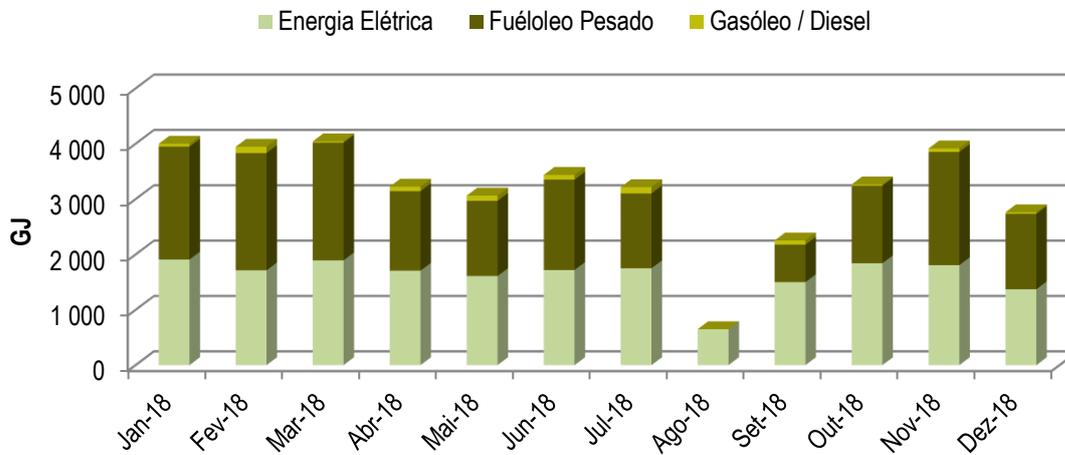


Figura 3.3 – Variação do Consumo de Energia Final no período de referência

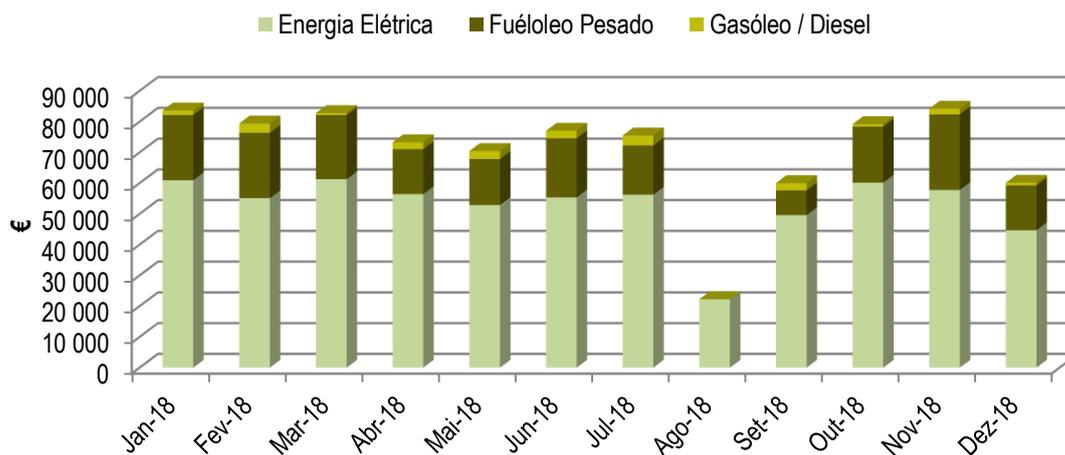


Figura 3.4 – Variação do Custo de Energia no período de referência

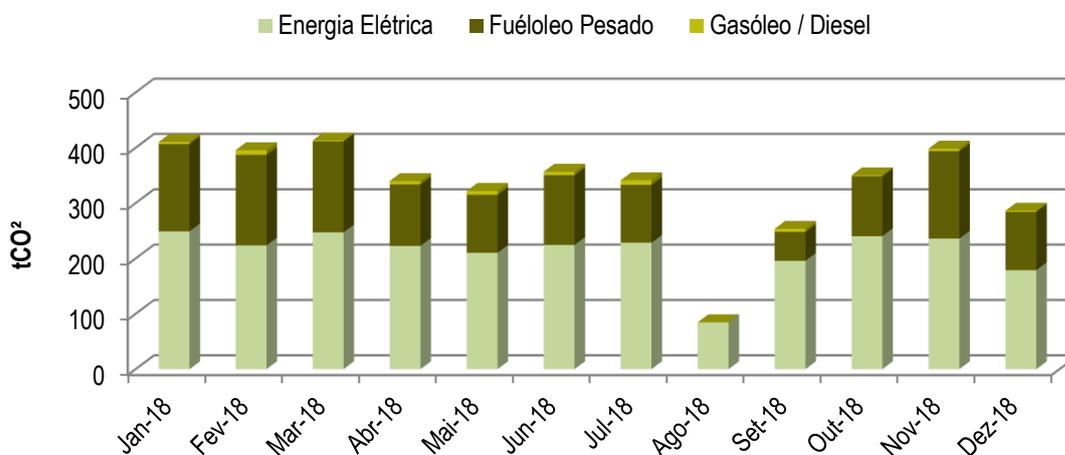


Figura 3.5 – Variação das Emissões de CO₂ no período de referência

3.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O abastecimento elétrico à instalação fabril é em média tensão (30 kV). A transformação para baixa tensão (400 V) é realizada em dois postos de transformação, sendo o primeiro composto por dois transformadores (1.000 kVA e 800 kVA), conforme se ilustra na figura seguinte.

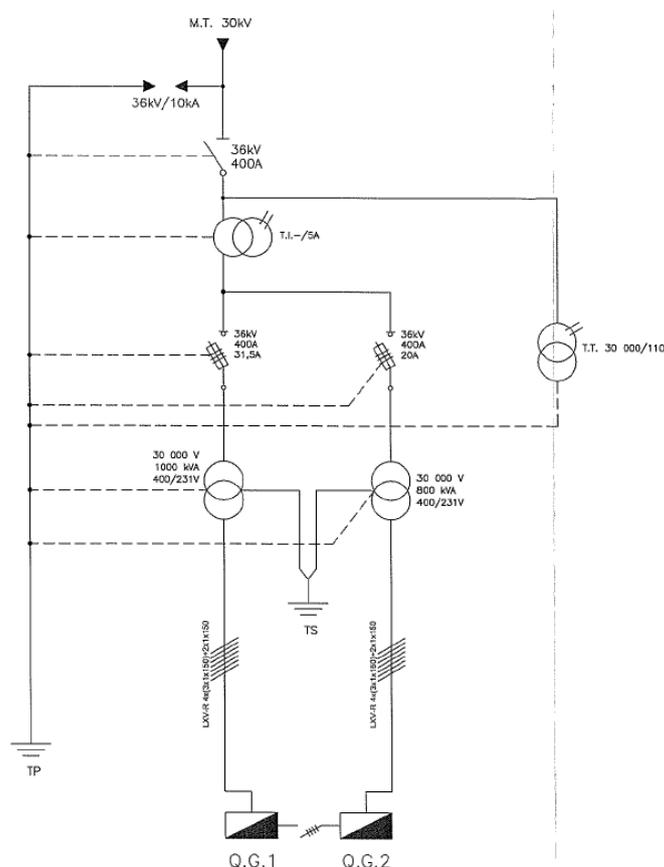


Figura 3.6 – Esquema da alimentação e distribuição de Energia Elétrica

Recentemente foi instalado um novo posto de transformação do tipo monobloco, constituído por um transformador de 1.600 kVA e respetivo QGBT.

No período de referência a comercialização de energia elétrica à instalação foi assegurado pela Endesa (contrato de fornecimento de energia elétrica em Média Tensão MTM). O tarifário adotado é o ciclo semanal com feriados (tetra-horário), com Potência Instalada de 1.800 kVA e Potência Contratada de 1.920 kW.

O quadro seguinte apresenta os consumos mensais de Energia Elétrica (kWh, tep e GJ), bem como os custos e emissões associadas.

Mês	Consumo			Custo	Emissões
	(kWh)	(tep)	(GJ)	(€)	(tCO ₂)
Janeiro	529.814	113,9	1.907,3	60.933	249,0
Fevereiro	475.745	102,3	1.712,7	55.109	223,6
Março	525.759	113,0	1.892,7	61.288	247,1
Abril	474.099	101,9	1.706,8	56.437	222,8
Maio	447.187	96,1	1.609,9	52.885	210,2
Junho	477.427	102,6	1.718,7	55.359	224,4
Julho	486.274	104,5	1.750,6	56.235	228,5
Agosto	180.229	38,7	648,8	22.251	84,7
Setembro	416.449	89,5	1.499,2	49.603	195,7
Outubro	511.443	110,0	1.841,2	60.160	240,4
Novembro	501.808	107,9	1.806,5	57.759	235,8
Dezembro	380.804	81,9	1.370,9	44.678	179,0
Total	5.407.038	1.162,5	19.465,3	632.696	2.541,3
Média	450.587	96,9	1.622,1	52.725	211,8

Quadro 3.3 – Consumo de Energia Elétrica no período de referência

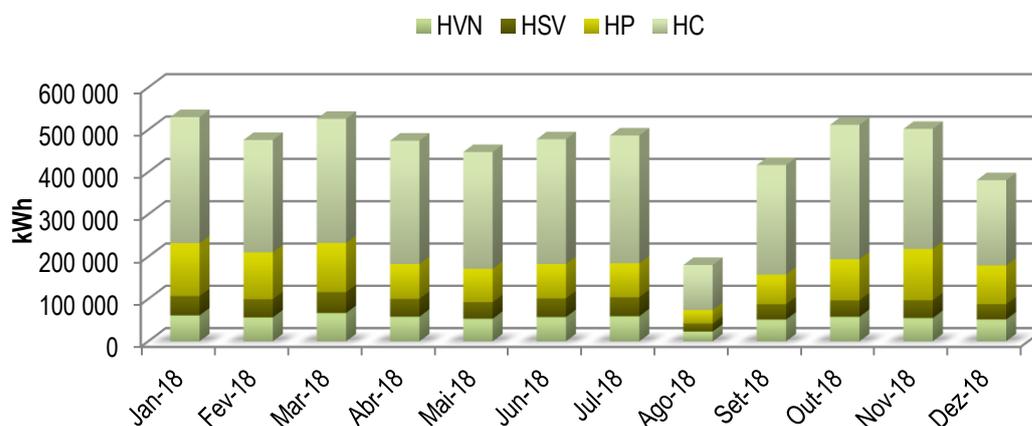


Figura 3.7 – Variação mensal do consumo da Energia Elétrica no período de referência

O menor consumo mensal em agosto (180.229 kWh), justifica-se por não ter existido atividade produtiva devido a férias laborais. Em dezembro também se verifica uma redução de consumo de Energia Elétrica, justificada pela semana de férias de Natal de que a empresa dispõe.

O quadro seguinte apresenta os consumos elétricos nos diferentes períodos horários. Verifica-se que nas Horas Cheias (HC) é consumida cerca de 59% da Energia Elétrica total, sendo este o período mais consumidor.

Mês	HVN (kWh)	HSV (kWh)	HP (kWh)	HC (kWh)	Total (kWh)
Janeiro	61.075	45.567	125.177	297.995	529.814
Fevereiro	56.370	42.940	110.755	265.680	475.745
Março	66.792	49.187	116.375	293.405	525.759
Abril	57.880	42.260	82.422	291.537	474.099
Mai	53.140	39.222	79.030	275.795	447.187
Junho	57.150	44.117	81.125	295.035	477.427
Julho	59.150	44.817	80.215	302.092	486.274
Agosto	22.970	18.790	32.082	106.387	180.229
Setembro	51.240	36.217	70.127	258.865	416.449
Outubro	57.697	39.017	97.252	317.477	511.443
Novembro	54.917	41.942	121.237	283.712	501.808
Dezembro	51.557	35.995	91.532	201.720	380.804
Total	649.938	480.071	1.087.329	3.189.700	5.407.038
%	12,0%	8,9%	20,1%	59,0%	100%

Quadro 3.4 – Consumo de Energia Elétrica por período tarifário

Pode visualizar-se de forma gráfica a desagregação do consumo de Energia Elétrica por período tarifário na figura seguinte.

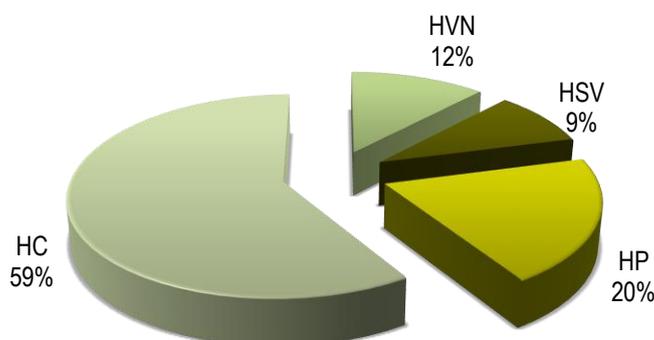


Figura 3.8 – Desagregação dos consumos de Energia Elétrica por período tarifário

No quadro seguinte apresentam-se os custos de Energia Ativa nos diferentes períodos horários. O custo de energia apresenta o valor mais elevado no período de Horas Cheias (cerca de 49 % do total da fatura elétrica). O custo de Energia Ativa representou 80% do custo global da fatura de energia elétrica, no período de referência.

Mês	HVN (€)	HSV (€)	HP (€)	HC (€)	Total (€)
Janeiro	4.366	2.994	13.696	28.914	49.971
Fevereiro	4.030	2.861	12.118	25.779	44.788
Março	4.775	3.232	12.733	28.469	49.209
Abril	4.138	2.776	9.018	28.288	44.220
Mai	3.799	2.577	8.647	26.760	41.783
Junho	4.086	2.898	8.876	28.627	44.488
Julho	4.229	2.944	8.777	29.312	45.262
Agosto	1.642	1.235	3.510	10.323	16.710
Setembro	3.663	2.379	7.673	25.117	38.833
Outubro	4.125	2.563	10.641	30.804	48.134
Novembro	3.926	2.756	13.265	27.528	47.475
Dezembro	3.686	2.365	10.015	19.573	35.639
Total	46.464	31.581	118.972	309.493	506.510
% Custo total	7,34%	4,99%	18,80%	48,92%	80,1%

Quadro 3.5 – Desagregação dos Custos de Energia Elétrica por período tarifário

Na figura seguinte apresenta-se a desagregação dos custos com Energia Elétrica por período tarifário.

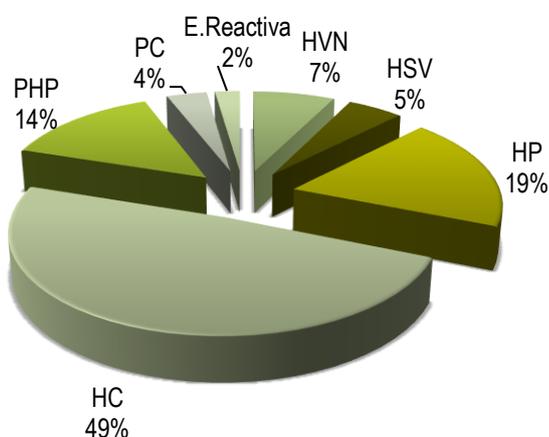


Figura 3.9 – Desagregação dos custos com Energia Elétrica

No quadro seguinte apresentam-se os encargos financeiros associados a potências, energia reativa e termo fixo (taxa audiovisual), que representam cerca de 20% do custo total da fatura elétrica.

Mês	PHP (€)	PC (€)	E. Reativa (€)	Termo fixo (€)	Subtotal (€)
Janeiro	7.574	1.891	1.494	3	10.962
Fevereiro	6.658	1.708	1.952	3	10.321
Março	7.985	1.934	2.157	3	12.080
Abril	8.848	1.872	1.494	3	12.217
Maio	8.349	1.934	816	3	11.102
Junho	8.294	1.872	702	3	10.871
Julho	8.089	1.934	946	3	10.973
Agosto	3.235	1.934	368	3	5.541
Setembro	7.528	1.872	1.367	3	10.770
Outubro	8.990	1.934	1.099	3	12.026
Novembro	7.437	1.885	959	3	10.284
Dezembro	6.092	2.077	867	3	9.039
Total	89.080	22.849	14.222	34	126.186
% Custo total	14,08%	3,61%	2,25%	0,01%	19,94%

Quadro 3.6 – Custos com Potência, Energia reativa e Termo Fixo

O custo médio do kWh de Energia Elétrica verificado no período de referência foi de **0,117 €/kWh**.

Durante o período de referência, foi registado um consumo elevado de energia reativa, que resultou num custo anual de 14.222 €. Verificou-se, no entanto, que já se encontra em execução o processo de compensação de energia reativa por parte da instalação.

3.3 CONSUMO DE FUELÓLEO PESADO

O consumo de fuelóleo está afeto à atividade do Gerados de Vapor (Caldeira) instalado na instalação.

No período de referência a comercialização de fuelóleo à instalação foi assegurado pela Petroibérica – Soc. De Petróleos Ibero Latinos, S.A.

No quadro seguinte apresentam-se os consumos mensais de Fuelóleo Pesado em kg, tep e GJ, assim como os custos mensais e correspondentes emissões de CO₂.

Mês	Consumo				Custo (€)	Emissões (tCO ₂)
	(kg)	(tep)	(GJ)	kWh		
Janeiro	51.020	48,7	2.040,8	566.889	21.225	157,7
Fevereiro	52.960	50,6	2.118,4	588.444	21.275	163,7
Março	53.160	50,8	2.126,4	590.667	20.878	164,3
Abril	35.920	34,3	1.436,8	399.111	14.642	111,0
Maio	33.960	32,4	1.358,4	377.333	14.948	105,0
Junho	40.800	39,0	1.632,0	453.333	19.236	126,1
Julho	33.800	32,3	1.352,0	375.556	16.041	104,5
Agosto	0	0,0	0,0	0	0	0,0
Setembro	16.920	16,2	676,8	188.000	8.057	52,3
Outubro	35.000	33,4	1.400,0	388.889	18.232	108,2
Novembro	51.140	48,8	2.045,6	568.222	24.606	158,1
Dezembro	34.060	32,5	1.362,4	378.444	14.611	105,3
Total	438.740	419,0	17.549,6	4.874.889	193.752	1.356,0
Média	36.562	34,9	1.462,5	406.241	16.146	113,0

Quadro 3.7 – Variação mensal do consumo de Fuelóleo Pesado no período de referência

O custo médio do kg de Fuelóleo Pesado verificado no período de referência foi de **0,44 €/kg**, ou **0,04 €/kWh**.

Pode observar-se a evolução do consumo mensal de Fuelóleo Pesado ao longo do período de referência na figura seguinte.

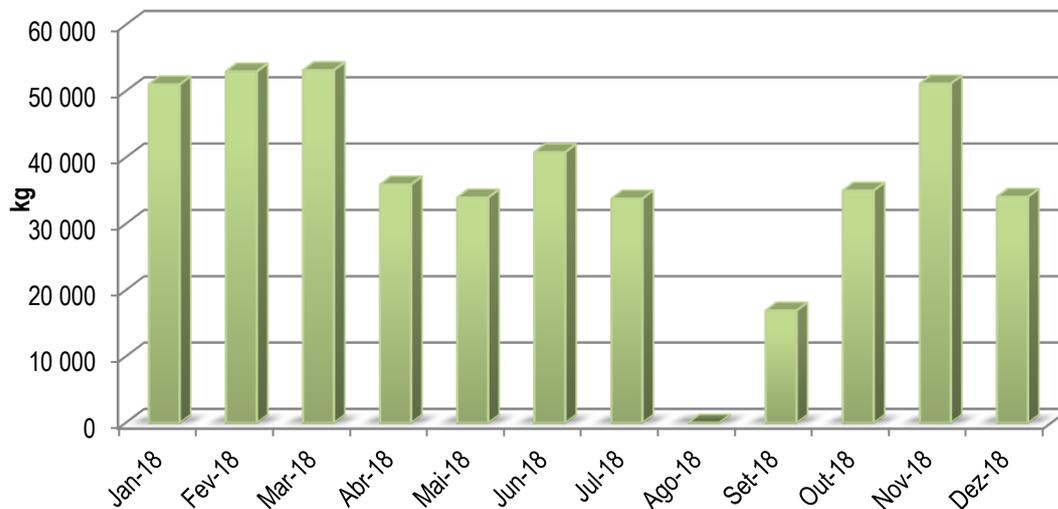


Figura 3.10 – Evolução mensal do consumo da Fuelóleo Pesado no período de referência

Através da análise da figura anterior, verifica-se que o mês de março apresenta o maior consumo de fuelóleo (53.160 kg), enquanto o mês de setembro registou o consumo mais baixo do ano (16.920 kg), à exceção do mês de Agosto em que não houve consumo de fuelóleo. A discrepância de valores é explicada pelo facto do consumo se referir a dados de fornecimento que se efetua de forma pontual, não correspondendo necessariamente a consumos efetivos por parte dos equipamentos consumidores deste tipo de combustível. A média mensal de consumo é de 36.562 kg.

3.4 CONSUMO DE GASÓLEO / DIESEL

O consumo de gasóleo está associado ao funcionamento das gruas móveis, dos empilhadores responsáveis pela movimentação e transporte de cargas nas instalações e da caldeira da máquina de pregar nova.

No período de referência a comercialização de gasóleo à instalação, foi assegurado pela Alves Bandeira & CA., S.A.

No quadro seguinte apresentam-se os consumos mensais de Gasóleo / Diesel em m³, tep e GJ, assim como os custos mensais e correspondentes emissões de CO₂.

Mês	Consumo			Custo (€)	Emissões (tCO ₂)
	(m ³)	(tep)	(GJ)		
Janeiro	1,5	1,2	52,0	1.458	3,8
Fevereiro	3,3	2,7	114,5	3.014	8,5
Março	0,7	0,6	24,3	606	1,8
Abril	2,3	1,9	80,8	2.202	6,0
Mai	2,7	2,2	93,7	2.607	6,9
Junho	2,5	2,0	85,7	2.433	6,3
Julho	3,3	2,7	112,7	3.190	8,3
Agosto	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Setembro	2,2	1,8	76,3	2.337	5,6
Outubro	0,7	0,6	24,3	793	1,8
Novembro	1,8	1,5	62,4	1.845	4,6
Dezembro	0,8	0,7	27,7	838	2,1
Total	21,7	18,0	754,4	21.322	55,8
Média	1,8	1,5	62,9	1.777	4,7

Quadro 3.8 – Variação mensal do consumo da Gasóleo / Diesel no período de referência

O custo médio do m³ de Gasóleo / Diesel verificado no período de referência foi de 980,33 €/m³ (0,98 €/L).

Pode observar-se a evolução do consumo mensal de Gasóleo / Diesel ao longo do período de referência na figura seguinte.

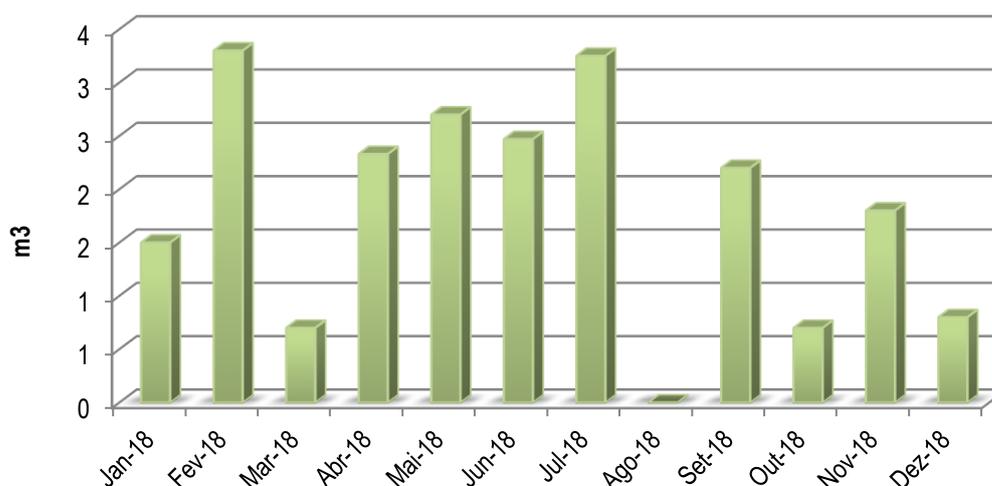


Figura 3.11 – Evolução mensal do consumo de Gasóleo / Diesel no período de referência

Através da análise da figura anterior, verifica-se que os meses de fevereiro e julho apresentam os maiores consumos de gasóleo (3,3 m³), enquanto os meses de março e outubro registaram os menores consumos (0,7 m³), à exceção do mês de agosto em que não houve consumo de gasóleo. A discrepância de valores é explicada pelo facto do consumo se referir a dados de fornecimento que se efetua de forma pontual, não correspondendo necessariamente a consumos efetivos por parte dos equipamentos consumidores deste tipo de combustível. A média mensal de consumo é de 1,8 m³.

3.5 PRODUTOS FINAIS

Para o cálculo dos indicadores energéticos da instalação consideram-se os produtos identificados de seguida:

- Curtumes (m²)

No quadro seguinte encontram-se os dados relativos à produção da instalação.

Mês	Curtumes (m ²)
Janeiro	113.351
Fevereiro	112.873
Março	113.535
Abril	100.125
Maiο	106.971
Junho	112.350
Julho	121.302
Agosto	50.085
Setembro	69.181
Outubro	127.493
Novembro	125.671
Dezembro	98.217
Total	1.251.154
Média	104.263

Quadro 3.9 – Produção mensal no período de referência

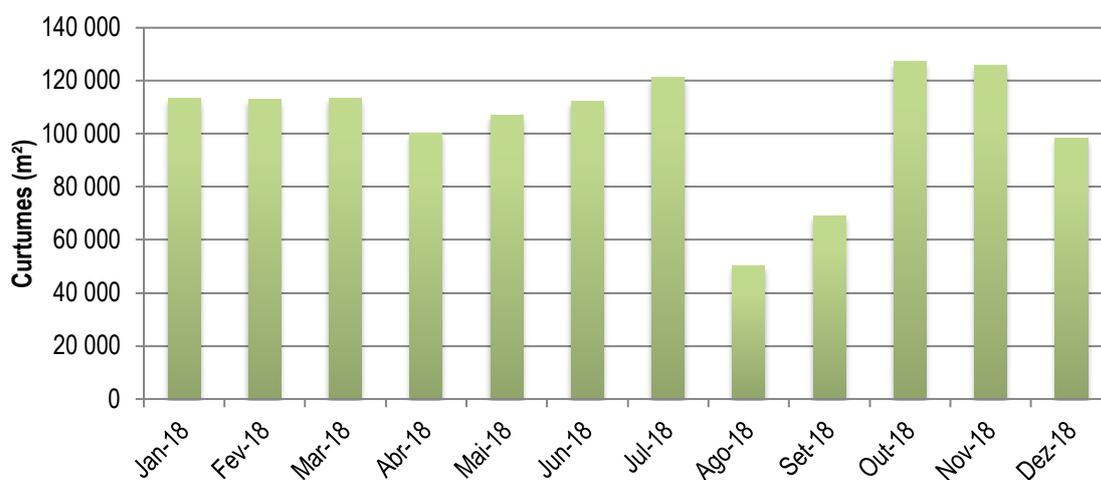


Figura 3.12 – Variação da produção mensal (Curtumes) para o período de referência

O mês em que se verificou a menor produção é o mês de agosto (50.085 m²), sendo o mês de outubro aquele em que se verifica o maior valor de produção (127.493 m²).

3.6 CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA

O consumo específico de energia (CEE) é a razão entre a energia consumida para satisfazer um determinado serviço (utilização) e o elemento determinante que justifique esse consumo.

A partir dos valores obtidos na auditoria, foi possível determinar o CEE para os produtos considerados na instalação.

Mês	Consumo de energia				Produção (m ²)	Consumo específico de energia			
	Energia Elétrica (tep)	Fuelóleo Pesado (tep)	Gasóleo /Diesel (tep)	Total (tep)		Energia Elétrica (kgep/m ²)	Fuelóleo Pesado (kgep/m ²)	Gasóleo /Diesel (kgep/m ²)	Total (kgep/m ²)
Jan-18	113,9	48,7	1,2	163,9	113.351	1,0	0,4	0,01	1,45
Fev-18	102,3	50,6	2,7	155,6	112.873	0,9	0,4	0,02	1,38
Mar-18	113,0	50,8	0,6	164,4	113.535	1,0	0,4	0,01	1,45
Abr-18	101,9	34,3	1,9	138,2	100.125	1,0	0,3	0,02	1,38
Mai-18	96,1	32,4	2,2	130,8	106.971	0,9	0,3	0,02	1,22
Jun-18	102,6	39,0	2,0	143,7	112.350	0,9	0,3	0,02	1,28
Jul-18	104,5	32,3	2,7	139,5	121.302	0,9	0,3	0,02	1,15
Ago-18	38,7	0,0	0,0	38,7	50.085	0,8	0,0	0,00	0,77
Set-18	89,5	16,2	1,8	107,5	69.181	1,3	0,2	0,03	1,55
Out-18	110,0	33,4	0,6	144,0	127.493	0,9	0,3	0,00	1,13
Nov-18	107,9	48,8	1,5	158,2	125.671	0,9	0,4	0,01	1,26
Dez-18	81,9	32,5	0,7	115,1	98.217	0,8	0,3	0,01	1,17
Total	1.162,5	419,0	18,0	1.599,5	1.251.154	-	-	-	-
Média	96,9	34,9	1,5	133,3	104.263	0,9	0,3	0,01	1,3

Quadro 3.10 – Consumo de energia, produção e consumo específico de energia para o ano 2018

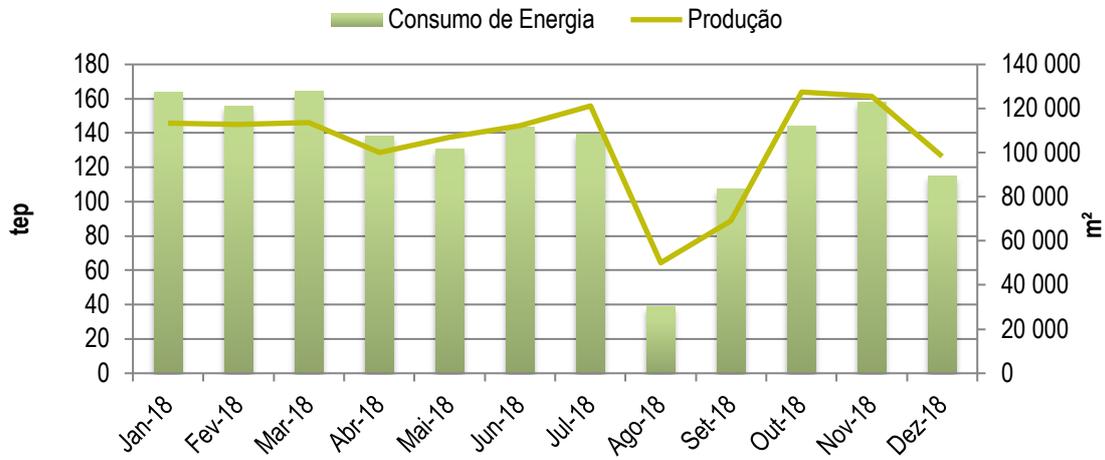


Figura 3.13 – Variação mensal do consumo de energia e produção de Curtumes em m²

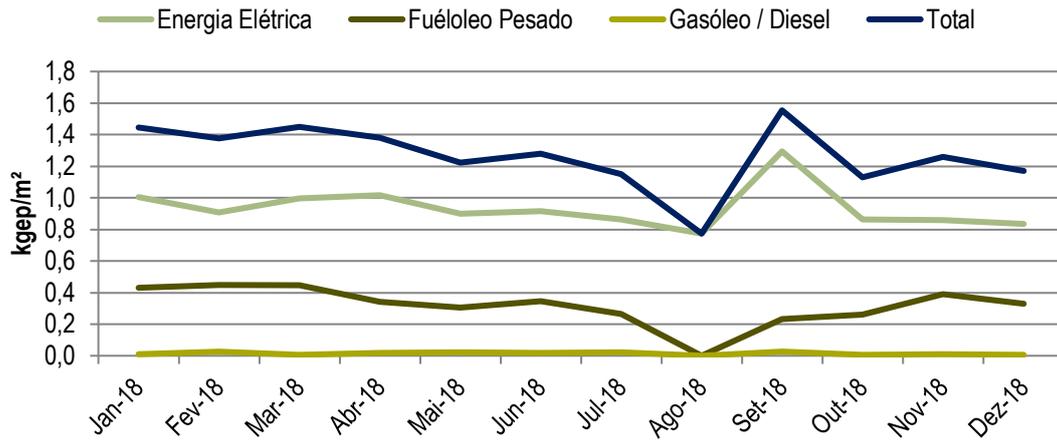


Figura 3.14 – Variação mensal do consumo específico de energia

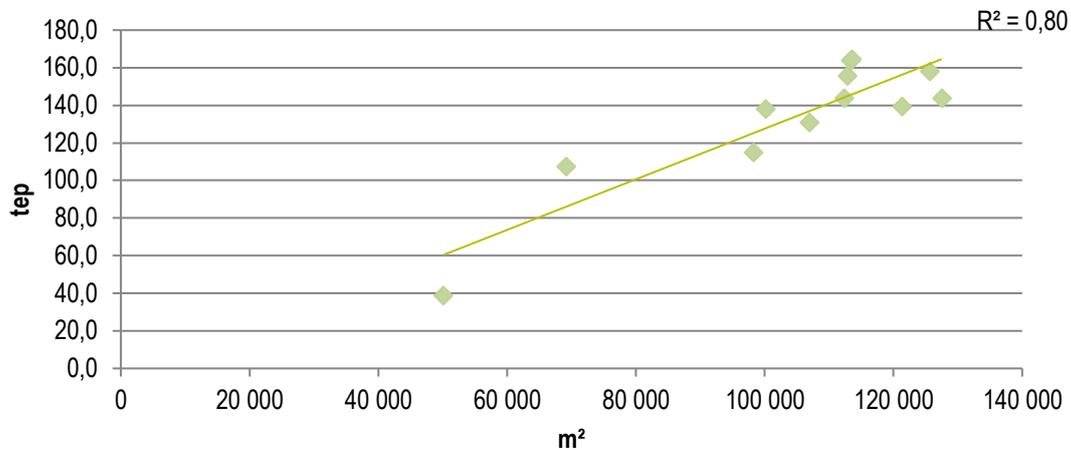


Figura 3.15 – Variação do consumo de energia (tep) com a produção de Curtumes

Analisando a figura anterior verifica-se que o coeficiente de determinação (R^2) apresenta o valor de 0,8 (proporção da variação da variável dependente “Energia” explicada em termos lineares pela variável independente “Produção”), considerando-se como uma forte dependência, um valor superior a 0,75 para este parâmetro. Assim, $R^2 = 0,8$ indica que 80% da variação da energia em torno de um valor médio é explicado pelo modelo.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AUDITORIA ENERGÉTICA

4.1 MÉTODOS E MEIOS UTILIZADOS

A metodologia aplicada teve como objetivo, a desagregação dos vários consumos de energia pelos diversos sectores 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;
- Ensaios de funcionamento aos principais equipamentos consumidores de energia (ex: compressores de ar);
- Registo de grandezas e parâmetros de funcionamento dos principais sistemas, nomeadamente: 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 sector foi determinado através de medições diretas no período de Auditoria que decorreu entre 08/07/2019 e 14/07/2019, com a utilização de aparelhos de medida adequados e devidamente calibrados.

4.2 CONSUMOS GLOBAIS DE ENERGIA

Durante a auditoria energética (08/07/2019 a 14/07/2019) verificaram-se consumos de energia que se apresentam no quadro e figura seguintes.

Forma de Energia	Quantidade	tep	%
Energia Elétrica (kWh)	108.665	23,4	73,4%
Fuelóleo Pesado (kg)	8.460	8,1	25,4%
Gasóleo / Diesel (m³)	0,4	0,4	1,2%
Total	-	31,8	100%

Quadro 4.1 – Resumo do consumo de energia no período de auditoria

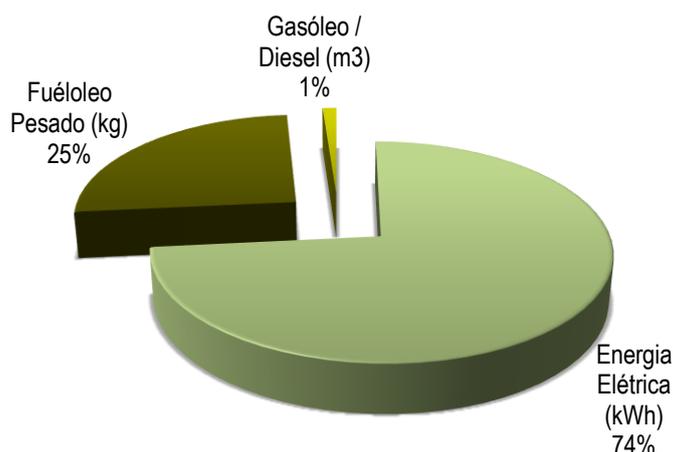


Figura 4.1 – Desagregação do consumo de energia no período de auditoria

Comparativamente ao período de referência verifica-se que a estrutura de consumo é bastante aproximada, com a Energia Elétrica a representar mais de metade do consumo de energia primária da instalação (74%), sendo seguida pelo Fuelóleo Pesado (25%) e por fim o Gasóleo (1%).

4.2.1 CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Os dados provenientes da telecontagem (consumos elétricos globais da instalação) para o período da auditoria apresentam-se de forma gráfica nas figuras seguintes.

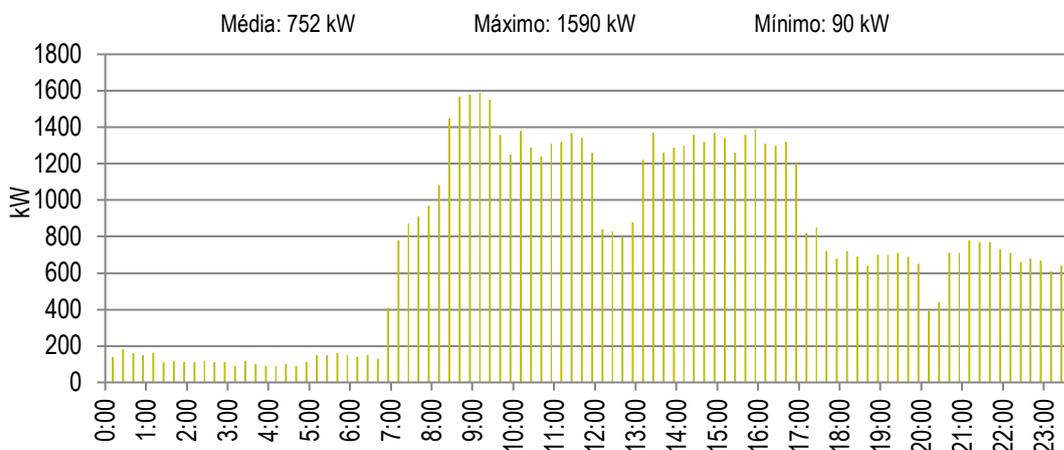


Figura 4.2 – Diagrama de carga do consumo Elétrico em Segunda-Feira (08/07/2019)

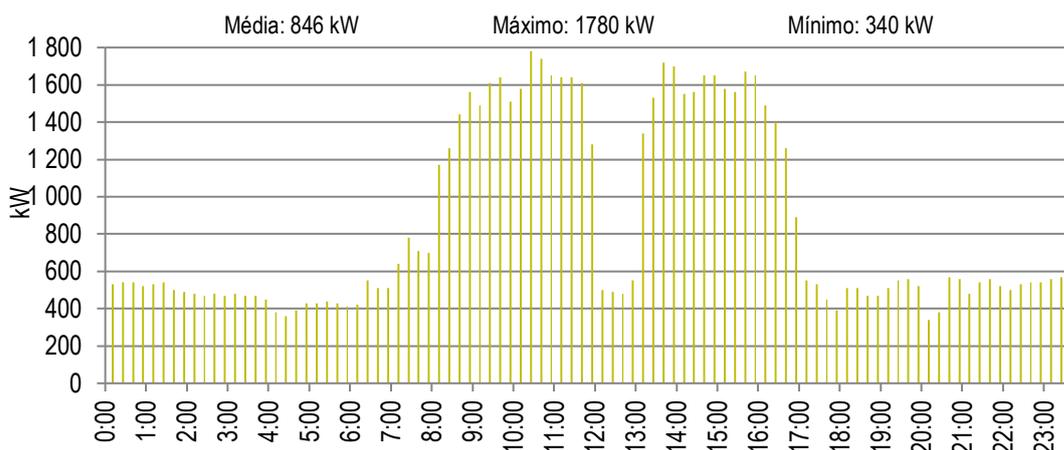


Figura 4.3 – Diagrama de carga do consumo Elétrico em Terça-Feira (09/07/2019)

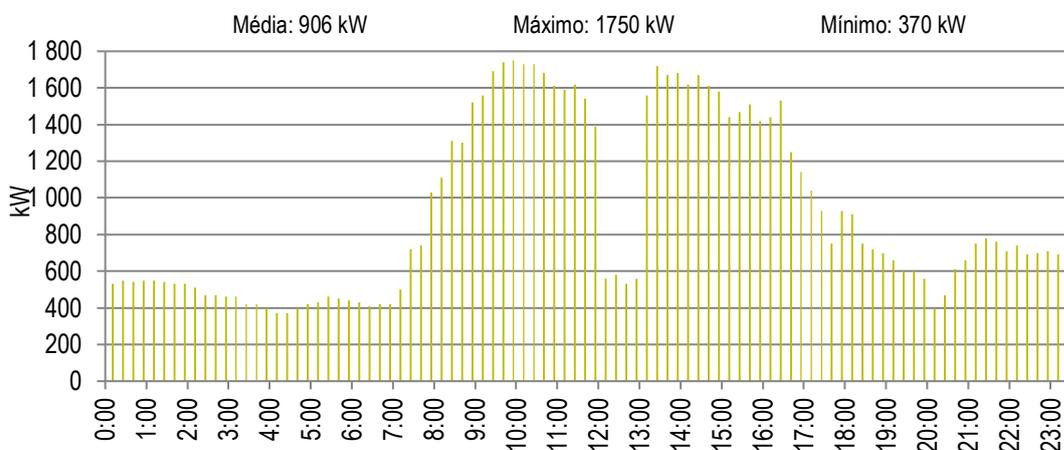


Figura 4.4 – Diagrama de carga do consumo Elétrico em Quarta-Feira (10/07/2019)

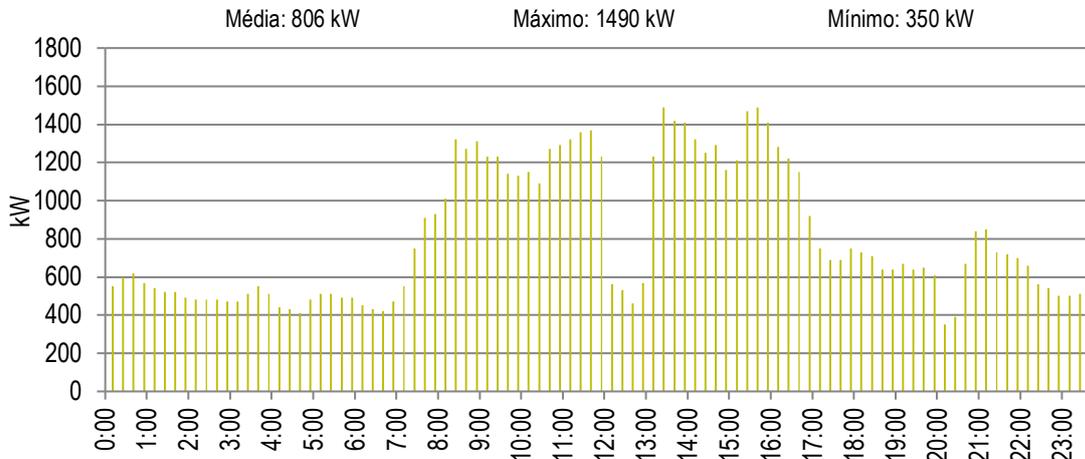


Figura 4.5 – Diagrama de carga do consumo Elétrico em Quinta-Feira (11/07/2019)

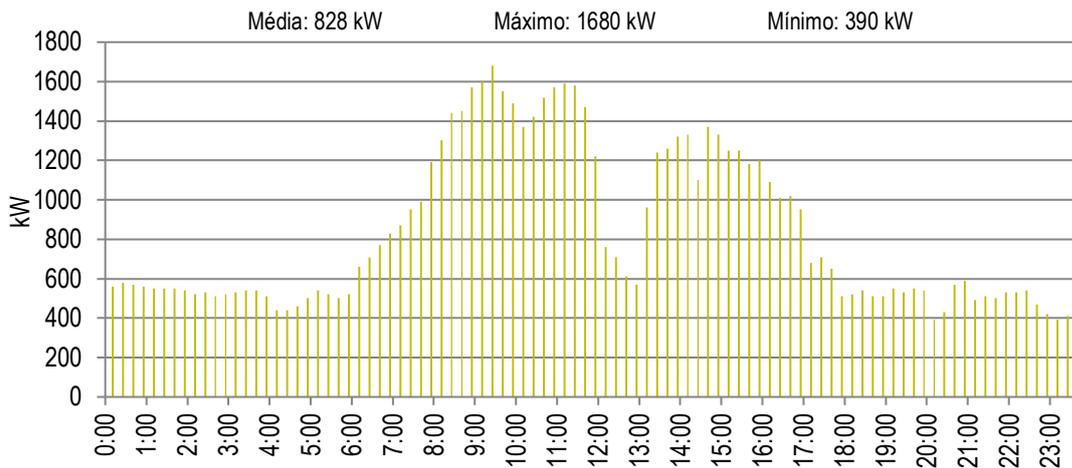


Figura 4.6 – Diagrama de carga do consumo Elétrico em Sexta-Feira (12/07/2019)

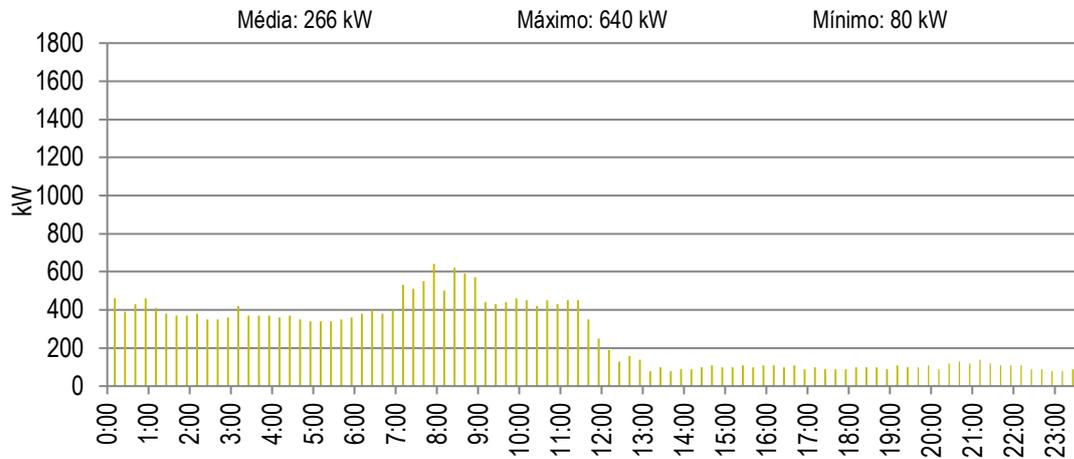


Figura 4.7 – Diagrama de carga do consumo Elétrico em Sábado (13/07/2019)

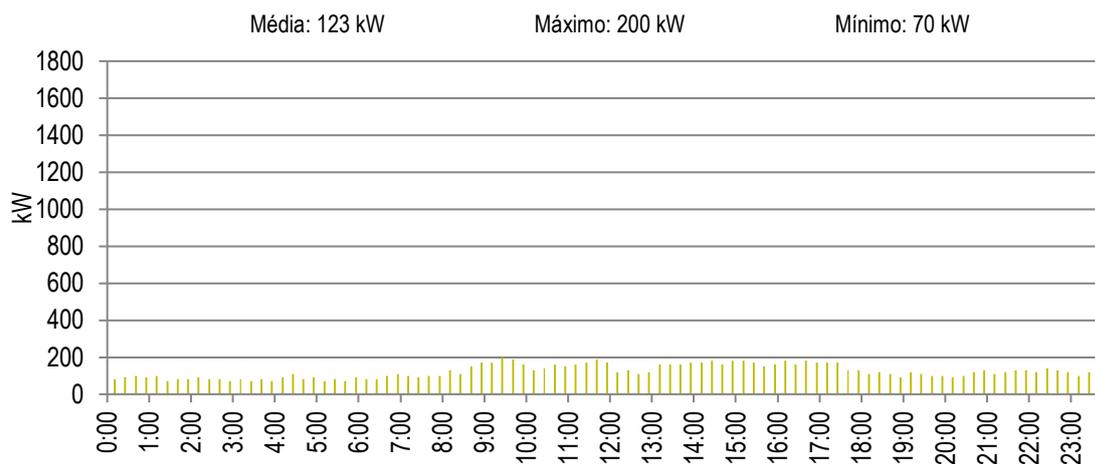


Figura 4.8 – Diagrama de carga do consumo Elétrico em Domingo (14/07/2019)

Os diagramas de carga anteriores são representativos dos períodos de funcionamento da instalação. Desde a madrugada de segunda-feira, em que se iniciam os turnos de trabalho, até ao meio dia de sábado, é possível ver que o consumo se mantém elevado (com valores de potência normalmente acima de 400 kW). Tal seria de esperar, uma vez que é este o período de normal funcionamento da instalação. Durante os dias úteis é ainda possível observar dois picos de consumo, um durante o período da manhã e outro durante o período da tarde, interrompidos pelo período de almoço dos funcionários.

Após o meio dia de sábado, as atividades da fábrica ficam reduzidas, o que se reflete no consumo, que se mantém em valores de potência que rondam os 100 kW, até à retoma do período de funcionamento normal na madrugada de segunda-feira.

Resumem-se no quadro seguinte os consumos diários verificados no período da Auditoria.

Período	Consumo de Energia Elétrica (kWh)
segunda-feira	18.058
terça-feira	20.305
quarta-feira	21.748
quinta-feira	19.350
sexta-feira	19.868
sábado	6.388
domingo	2.950
Total	108.665
Média	15.524

Quadro 4.2 – Energia Elétrica consumida no período de Auditoria

4.2.2 CONSUMO GLOBAL DE FUELÓLEO PESADO

No quadro seguinte apresentam-se os consumos diários de Fuelóleo Pesado durante o período da auditoria, obtidos a partir de dados de faturação.

Período	Consumo de Fuelóleo Pesado (kg)
segunda-feira	2.390
terça-feira	1.585
quarta-feira	1.585
quinta-feira	1.540
sexta-feira	1.360
sábado	0
domingo	0
Total	8.460
Média	1.209

Quadro 4.3 – Consumo geral de Fuelóleo Pesado no período da Auditoria

Uma vez que não há produção ao sábado e ao domingo, os valores de consumo para estes dias são apresentados como nulos. Na segunda-feira, o consumo de fuelóleo tem tendência a ser mais elevado, uma vez que é necessário efetuar o arranque da caldeira.

4.2.3 CONSUMO GLOBAL DE GASÓLEO / DIESEL

Uma vez que não existe forma de medir o consumo diário de Gasóleo / Diesel, este consumo foi estimado com base nos valores anuais de consumo.

No quadro seguinte apresentam-se os consumos diários de Gasóleo / Diesel durante o período da auditoria, obtidos a partir de dados de faturação.

Período	Consumo de Gasóleo / Diesel (m ³)
segunda-feira	0,1
terça-feira	0,1
quarta-feira	0,1
quinta-feira	0,1
sexta-feira	0,1
sábado	0,0
domingo	0,0
Total	0,4
Média	0,1

Quadro 4.4 – Consumo geral de Gasóleo / Diesel no período da Auditoria

4.2.4 PRODUÇÃO NO PERÍODO AUDITORIA

Apresentam-se de seguida os resultados de produção para o período de Auditoria (08/07/2019 a 14/07/2019). Estes valores foram fornecidos pelo responsável da Instalação.

Período	Curtumes (m ²)
segunda-feira	6.073

terça-feira	4.843
quarta-feira	3.860
quinta-feira	1.912
sexta-feira	5.010
sábado	0
domingo	0
Total	21.698

Quadro 4.5 – Produção no período de Auditoria

Embora o turno de sexta-feira termine na madrugada de sábado, toda a produção desse período é contabilizada como sendo de sexta-feira. Assim sendo, sábado e domingo não apresentam produção e segunda-feira foi o dia que apresentou o maior valor de produção (6.073 m²).

4.3 INDICADORES ENERGÉTICOS

O quadro seguinte resume os valores de consumo energético e produção no período da auditoria energética.

Produto	Energia	Produção	CEE
	(tep)	(m ²)	(Kgep/m ²)
Curtumes	31,8	21.698	1,466

Quadro 4.6– Registos no período da Auditoria

A comparação entre o CEE do período da auditoria e período de referência para avaliação da representatividade do período da auditoria apresenta-se no quadro seguinte:

	CEE _{REF}	CEE _{AE}	$\Delta_{AE vs REF}$	Representatividade
Curtumes (m²)	1,278	1,466	14,7%	Representativo

Quadro 4.7 – Representatividade do período de auditoria vs período de referência

A comparação entre o Consumo Específico de Energia (CEE) do período de auditoria e o CEE do período de referência revelam que o período de auditoria é representativo do período de referência, com uma variação de cerca de 14,7%.

5. CONSUMOS DE ENERGIA POR SECÇÃO

Com base nos dados recolhidos na auditoria energética procedeu-se à desagregação dos consumos de energia da instalação pelas principais secções.

Sector/Equipamento	Consumo de energia elétrica (kWh)		%
	Por hora	Por dia	
Total	806	19.350	100%
Processo Industrial	760	18.248	94,3%
Ar Comprimido	51	1.226	6,3%
Iluminação	57	1.375	7,1%
Bombagem	40	949	4,9%

Quadro 5.1 – Desagregação do consumo de energia elétrica pelas principais secções

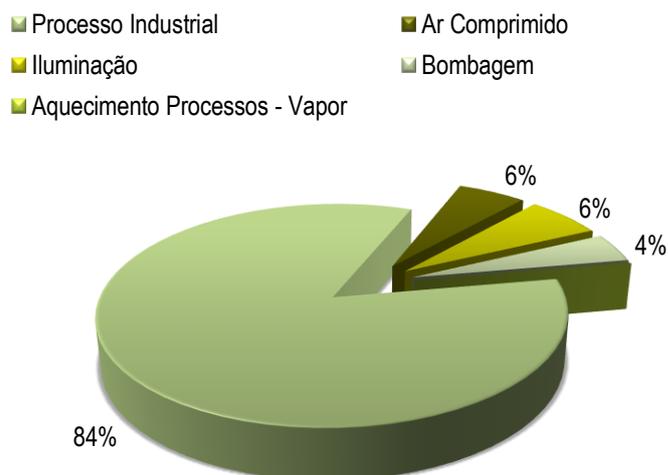


Figura 5.1 – Desagregação do consumo de Energia Elétrica pelas principais secções

O consumo de fuelóleo está na sua totalidade associado ao gerador de vapor.

O consumo de gasóleo está associado aos empilhadores, à carregadora de peles no setor dos fulons e à caldeira dedicada à máquina nova de pregar.

Os dados de consumo energético verificados no período da auditoria foram extrapolados para uma base anual, tendo em conta os perfis de utilização de cada secção (ver quadro seguinte e figura seguintes).

Sector /Equipamento	Consumo global de energia	
	(tep/ano)	(%)
Total	1.599,5	100%
Processo Industrial	979,2	61,2%
Aquecimento Processos - Vapor	419,0	26,2%
Ar Comprimido	77,5	4,8%
Iluminação	72,4	4,5%
Bombagem	50,0	3,1%
Outros	1,4	0,1%

Quadro 5.2 – Desagregação do consumo global de Energia pelas principais secções

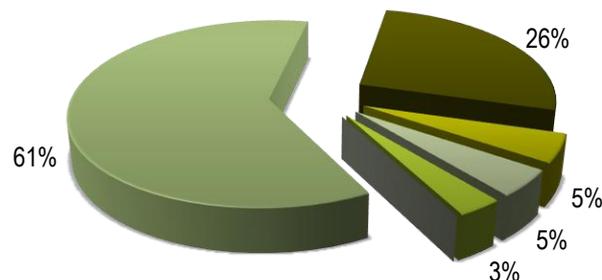


Figura 5.2 – Desagregação do consumo global de energia pelas principais utilizações

O processo industrial é o principal consumidor da instalação, representando mais de metade do consumo total de energia, cerca de 61,2%. De seguida, vem o Aquecimento de Processos - Vapor, que é o responsável pelo consumo de fuelóleo da instalação e representa 26,2% do total de energia consumida. Os restantes processos, Ar Comprimido, Iluminação e Bombagem são responsáveis pelo restante consumo e representam 4,8%, 4,5% e 3,1% do consumo total da instalação.

5.1 PROCESSO INDUSTRIAL

O Processo Industrial é processo responsável pela produção da instalação e consome uma forma de energia: Energia Elétrica.

Esta secção representa cerca de 61,2% do total do consumo de energia da instalação.

A desagregação do consumo de energia do Processo Industrial, apresenta-se no quadro seguinte.

Sector/Equipamento	Consumo de energia elétrica		%
	(kWh/ano)	(tep/ano)	
Processo Industrial	4.470.677	961	100%
Secagem	1.651.175	355	36,9%
Acabamentos	1.511.489	325	33,8%
Ribeira	959.787	206	21,5%
Fulons	348.226	75	7,8%

Quadro 5.3 – Desagregação do consumo de energia para o Processo Industrial

Na figura seguinte apresenta-se a repartição do consumo energético desta secção.

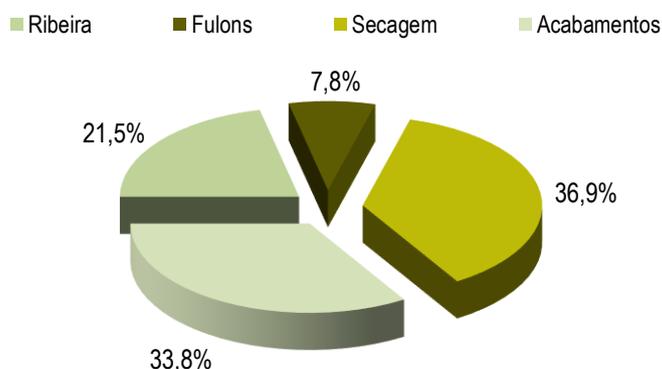


Figura 5.3 – Desagregação do consumo de Energia do Processo Industrial

5.1.1 RIBEIRA

Na secção da Ribeira é consumida uma forma de Energia: Energia Elétrica.

O conjunto dos equipamentos desta secção representa cerca de 12,9% do total do consumo de energia da instalação e 21,5% do consumo do Processo Industrial.

A secção da Ribeira engloba as operações de Receção de peles e armazenamento em Câmara Frigorífica, Descarnar, Divisão em Tripa, Escorrer e Estirar e Rebaixar.

Associadas as estas operações estão diversos equipamentos consumidores de Energia Elétrica: Máquina de Descarnar, Máquina de Dividir, Máquinas de Escorrer, Estirar e Rebaixar e conjuntos de tapetes e pinças agregados.

O diagrama de carga elétrico típico para esta utilização pode ser visualizado na figura seguinte.

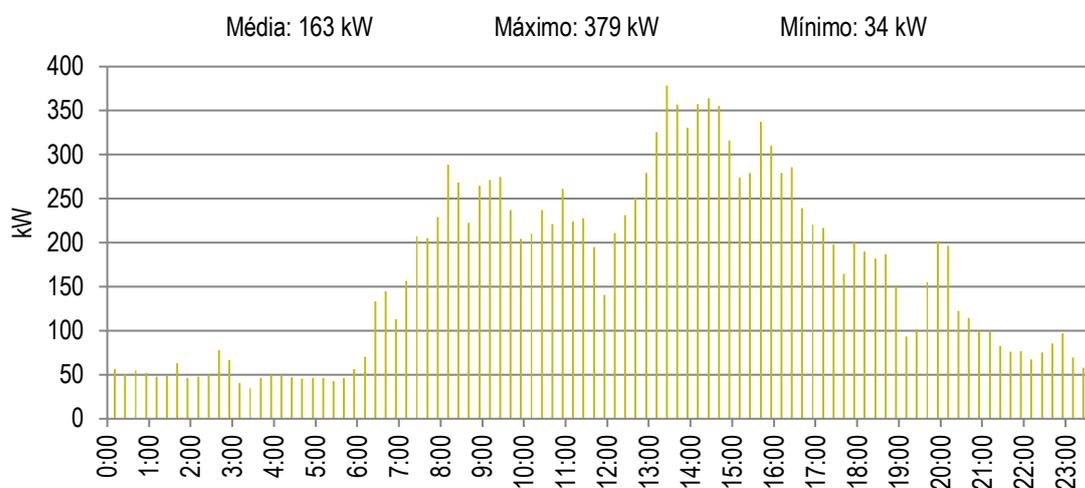


Figura 5.4 – Diagrama de carga elétrico para Ribeira

Pela análise do diagrama de carga da secção da Ribeira, verifica-se uma média de consumo de energia elétrica de 163 kW, um máximo de 379 kW e um mínimo de 34 kW.

Verifica-se um consumo base médio de cerca de 50 kWh, tendo origem na atividade dos escritórios, funcionamento do laboratório e outras áreas auxiliares à produção.

5.1.2 FULONS

Na secção de Fulons é consumida uma forma de Energia: Energia Elétrica.

O conjunto dos equipamentos desta secção representa cerca de 4,7% do total do consumo de energia da instalação e 7,8% do consumo do Processo Industrial.

A secção de Fulons engloba as operações de Lavagem e Pré-Molho, Caleiro, Curtir e Tingimento. Associados a estas operações estão diversos equipamentos consumidores de energia elétrica designados por Fulons. Na instalação existem dois tipos de Fulons: madeira (quinze unidades) e inox (três unidades). Os segundos são responsáveis pelas operações de tingimento, sendo os primeiros dedicados às restantes operações desta secção.

O diagrama de carga elétrico típico para esta utilização pode ser visualizado na figura seguinte.

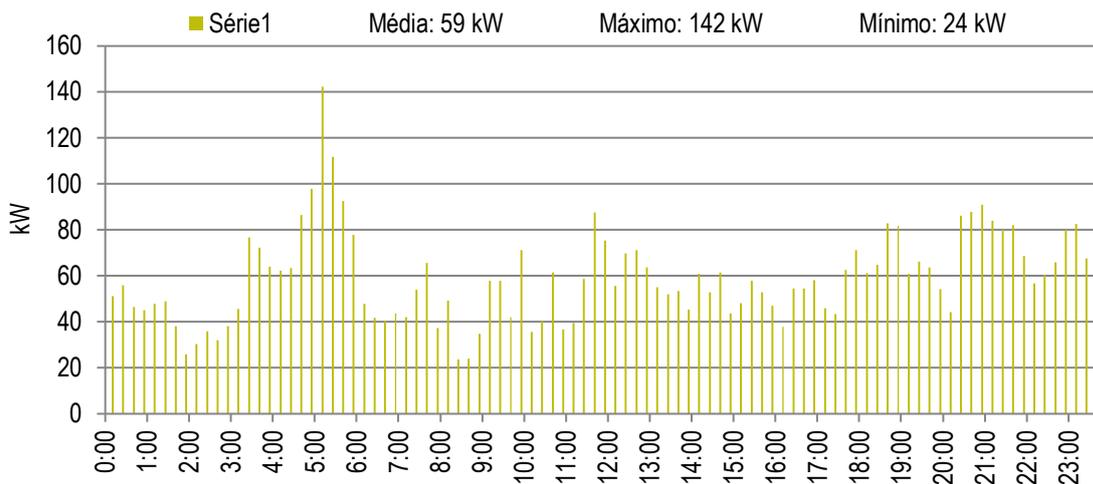


Figura 5.5 – Diagrama de carga elétrico para Fulons

Pela análise do diagrama de carga da secção de Fulons, verifica-se uma potência média de 59 kW, um máximo de 142 kW e um mínimo de 24 kW.

5.1.3 SECAGEM

Na secção de Secagem é consumida uma forma de Energia: Energia Elétrica.

O conjunto dos equipamentos desta secção representa cerca de 22,2% do total do consumo de energia da instalação e 36,9% do consumo do Processo Industrial.

Esta secção dispõe de um equipamento principal de secagem, onde são introduzidos, por mecanismos de tapetes, os curtumes, de modo a promover nos mesmos os teores de humidade desejados para o produto no final deste processamento.

O processo de secagem é controlado no final do túnel, através da determinação da humidade no curtume. Este controlo é efetuado de forma manual com o recurso a um medidor portátil de humidade, sendo que o valor tende a ser cerca de 15%, embora possa variar conforme o tipo de curtume.

O diagrama de carga elétrico típico para esta utilização pode ser visualizado na figura seguinte.

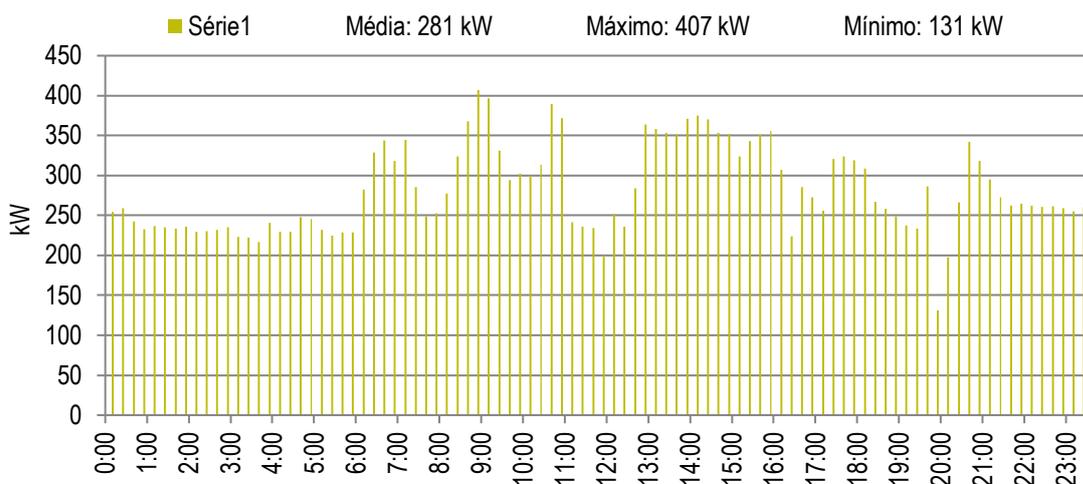


Figura 5.6 – Diagrama de carga elétrico para Secagem

Pela análise do diagrama de carga da secção de Secagem, verifica-se uma potência elétrica média pedida à rede de 281 kW, um pico máximo de 407 kW e um mínimo de 131 kW.

5.1.4 ACABAMENTOS

Na secção de Acabamentos é consumida uma forma de Energia: Energia Elétrica.

O conjunto dos equipamentos desta secção representa cerca de 20,3% do total do consumo de energia da instalação e 33,8% do consumo do Processo Industrial.

A secção de Acabamentos engloba as diversas operações de tratamento dos curtumes de forma a finalizar o produto. Para tal são utilizadas diversas máquinas de tratamento do produto com recurso a energia térmica proveniente do funcionamento de resistências elétricas e vapor em túneis de processamento e tratamento, prensas e outras máquinas que dão ao produto a textura, cor e características finais.

O diagrama de carga elétrico típico para esta utilização pode ser visualizado na figura seguinte.

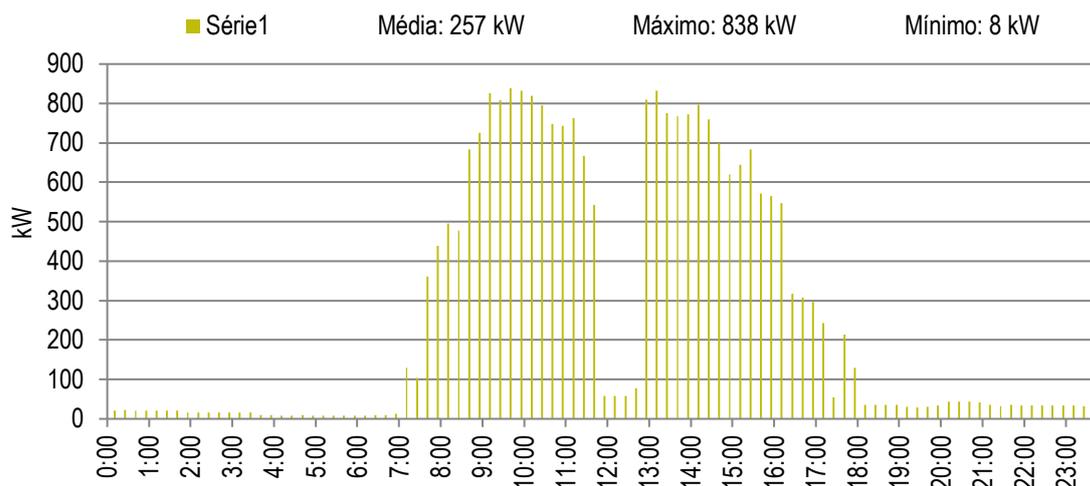


Figura 5.7 – Diagrama de carga elétrico para Acabamentos

Pela análise do diagrama de carga da secção de Acabamentos, verifica-se uma potência elétrica média de 257 kW, no entanto apresenta uma grande variação, com um pico máximo de 838 kW durante o dia e um mínimo de 8 kW no período da noite.

5.2 SECÇÃO DE AQUECIMENTO DE PROCESSOS - VAPOR

Este Sistema Produção de Vapor representa cerca de 26,2% do total do consumo de energia da instalação e é responsável por 100% do consumo de fuelóleo da instalação.

A Central Térmica é composta por um Gerador de Vapor de estrutura cilíndrica horizontal, de vapor saturado, tipo piro-tubular, que usa como fonte de energia o fuelóleo.

O funcionamento desta central tem como objetivo a produção de vapor para o processo de secagem de alguns equipamentos da instalação e para a utilização em permutadores de vapor-água, para produção de água quente para o processo de funcionamento dos fulons.

Na Figura seguinte está representado um esquema simplificado de princípio de funcionamento do Gerador de Vapor.

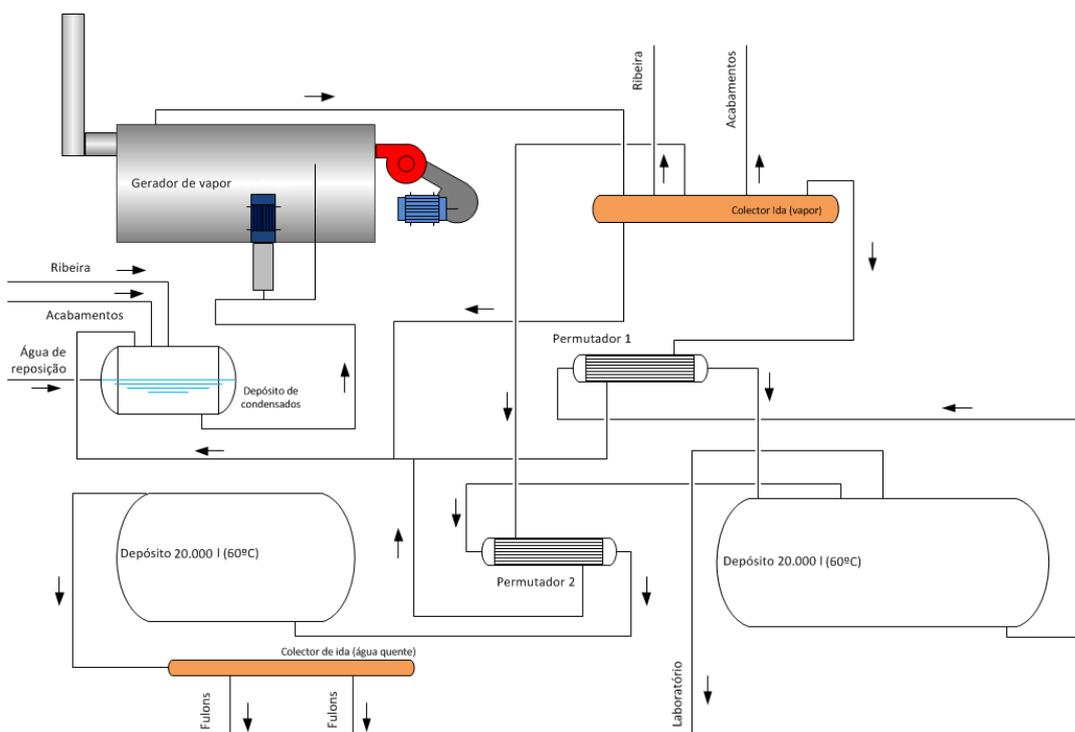


Figura 5.8 – Esquema de princípio de funcionamento da central térmica

As principais características da Caldeira de geração de vapor são apresentadas no Quadro seguinte.

Características técnicas do Gerador de Vapor

Fabricante	PROTER	
Modelo	Condor – DHO	
Ano de fabrico	1988	
Timbre (bar)	9,8	
Produção de vapor (kg/h)	5.750	
Combustível	Fuelóleo 1%	
Pressão nominal (bar)	10	
Capacidade (l)	8,19	

Quadro 5.4 – Características técnicas do Gerador de Vapor

O gerador de vapor tem três passagens dos gases de combustão antes da exaustão sendo a câmara de inversão seca. O isolamento do gerador de vapor é feito por lã mineral sendo a proteção exterior em chapa de alumínio.

O queimador a fuelóleo instalado é do tipo de pulverização por centrifugação (copo rotativo). As características técnicas do Queimador a fuelóleo são apresentadas no quadro seguinte.

Características técnicas do Queimador

Combustível	Fuelóleo 1%	
Marca	SAACKE	
Modelo	SKV 40	
Tipo	Copo rotativo	
Potência Nominal (kW)	4.500	
Ano	1988	

Quadro 5.5 – Características técnicas do Queimador

O Ventilador primário é responsável pelo fornecimento do ar de combustão ao queimador, necessário para que o processo decorra garantindo a combustão mais completa e extensa possível do fuelóleo. O ventilador instalado é do tipo centrífugo e é acionado por um motor de indução, com as seguintes características técnicas.

Características técnicas do Motor de indução do Ventilador

Marca	VEMAT	
Modelo	VTB 160MB	
Potência nominal (kW)	15	
Tensão (V)	380/660	
Corrente (A)	27,7/15,6	
Frequência (Hz)	50	
Cos φ	0,91	
Velocidade nominal (rpm)	2.920	

Quadro 5.6 – Características técnicas do Motor de indução do Ventilador primário

As Bombas de Água (duas unidades) do circuito são responsáveis pelo fornecimento de água ao Gerador de Vapor proveniente do depósito de condensados e água de reposição. Aquando do período de auditoria só uma das bombas estava em funcionamento, estando a segunda instalada como alternativa em caso de avaria ou manutenção da primeira.

As características técnicas da Bomba hidráulica em funcionamento e o respetivo motor elétrico de indução, são apresentadas no quadro seguinte.

Características técnicas do Motor e da Bomba hidráulica

Marca	LOWARA	
Modelo	SV422F40	
Potência nominal (kW)	4	
Frequência (Hz)	50	
Velocidade nominal (rpm)	2.900	
Características técnicas	Bomba hidráulica	
Marca	LOWARA	
Modelo	SV422F40	
Caudal (m³/h)	2,4 - 8	

Quadro 5.7 – Características técnicas da Bomba Hidráulica e respetivo motor

De forma a avaliar o rendimento da produção de vapor foram efetuadas medições para determinação do balanço de energia e balanço mássico, assumindo-se como fronteira do sistema as superfícies que envolvem entradas e saídas de massa e energia (exclui a rede de transporte e utilização de vapor). A

temperatura de referência utilizada foi de 0 °C. O ensaio foi realizado nas condições normais de funcionamento deste equipamento.

As medições de teores de O₂, CO, CO₂ e temperatura dos gases de exaustão foram efetuadas na toma de amostragem localizada na conduta de exaustão imediatamente à saída do gerador de vapor. Na figura seguinte apresenta-se a evolução dos parâmetros analisados (as medições foram efetuadas no período compreendido entre as 14:30h e 16:30h do dia 10-07-2019).

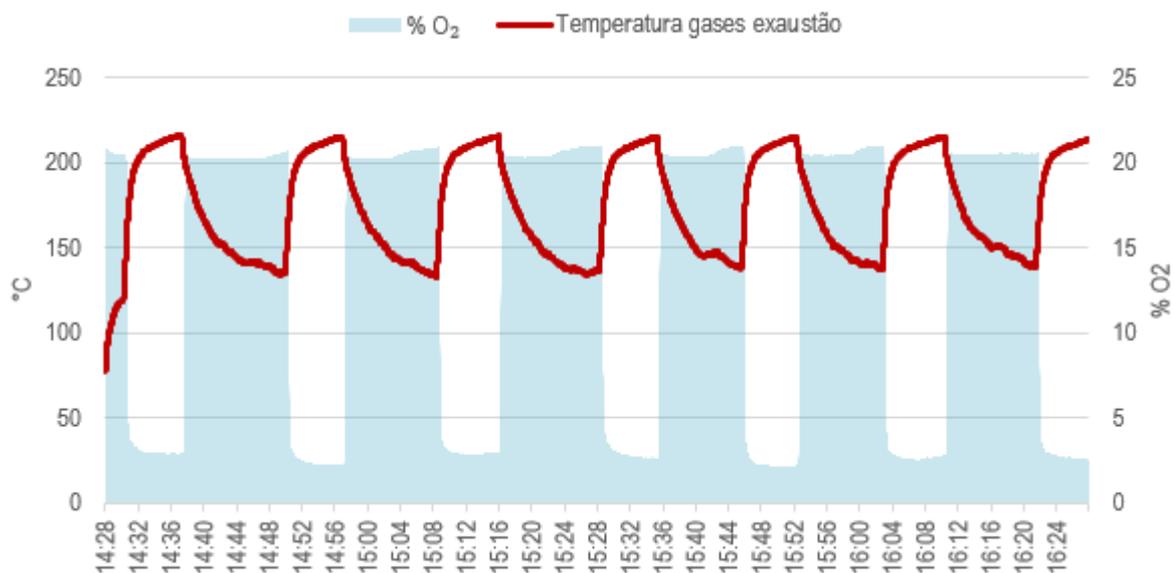


Figura 5.9 – Evolução da temperatura dos gases de exaustão (°C) vs. teor de O₂ (%)

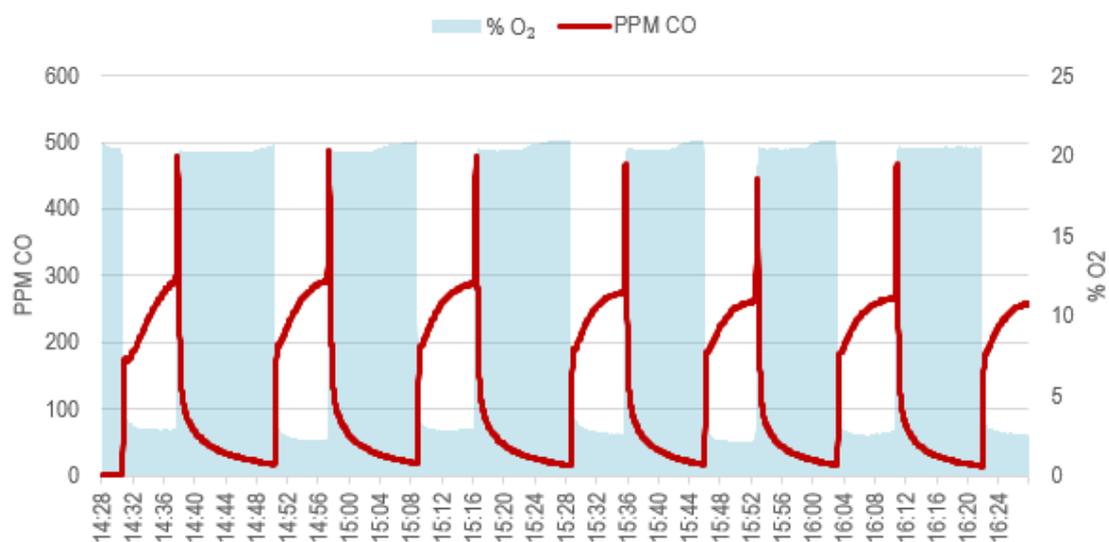


Figura 5.10 – Evolução do teor de CO (ppm) vs. teor de O₂ (%)

A partir dos resultados obtidos constata-se que o gerador de vapor apenas funciona 30% do tempo em que se encontra operacional, com ciclos de funcionamento a cada 10 minutos aproximadamente.

Os níveis de O₂ indicam que o queimador faz uma mistura próxima do ótimo de combustível e comburente.

A temperatura do ar de entrada é a temperatura ambiente e a temperatura dos gases de exaustão é elevada, mas com pouco potencial de aproveitamento devido ao baixo regime de carga (apenas 30% do tempo em funcionamento) e ainda o risco acrescido de aumento de condensados corrosivos devido ao enxofre na chaminé com a diminuição da temperatura dos gases de exaustão para valores abaixo de 150 °C. No quadro seguinte apresentam-se os valores médios das grandezas monitorizadas, utilizados nos balanços de massa e de energia.

Meio	Parâmetro	Valor
Ar Ambiente	Temperatura média (°C)	35
	Humidade relativa (%)	60
Gerador de Vapor	Área da superfície do corpo do gerador (m ²)	37
	Área da superfície frontal/traseira (m ²)	9
	Temperatura média da superfície exterior do corpo (°C)	60
	Temperatura média da superfície exterior da parede frontal (°C)	75
	Temperatura média da superfície exterior da parede traseira (°C)	75
Ar de combustão	Temperatura média do ar à entrada do queimador (°C)	35
Combustível	Temperatura do combustível (°C)	76
	Caudal mássico médio de combustível (kg/h)	74,6
	Composição mássica em carbono (%)	86,5
	Composição mássica em hidrogénio (%)	12
	Poder Calorífico Inferior (kJ/kg)	40.000
	Pressão do combustível (bar)	27
	Massa volúmica (kg/m ³ n)	0,91
Água	Temperatura média à entrada da caldeira (°C)	58,1
	Temperatura média à saída da caldeira (°C)	166,5
	Temperatura de água de reposição (°C)	18
	Caudal mássico médio de água (kg/h)	860,2
Gases de combustão	Temperatura dos gases de exaustão (°C)	174
	Teor de O ₂ quando o queimador em funcionamento (%)	3
	Concentração de CO (ppm)	300

Quadro 5.8 – Valores dos parâmetros utilizados nos cálculos dos balanços de massa e energia

Balanço de massa	Valor
Caudal de combustível (kg/h)	74,6
Caudal de ar (kg/h)	2482,7
Caudal de gases de exaustão (kg/h)	2557,3
Produção de vapor (kg/h)	855,9
kg de vapor/kg de combustível	11,5
Excesso de ar %	22%

Quadro 5.9 – Balanço de massa do gerador de vapor

Balanço de Energia		Gerador de vapor	
		kW	%
Energia à entrada	Energia libertada na combustão	829,1	62,1%
	Energia associada ao ar de admissão	213,6	16,0%
	Energia associada ao combustível (s/ En. Química)	16,0	1,2%
	Energia da água de entrada na caldeira	275,6	20,7%
Energia à saída	Energia do vapor que sai	883,8	68,9%
	Energia perdida nos gases de combustão	350,1	27,3%
	Energia perdida pelas paredes (radiação e convecção)	47,1	3,7%
	Energia perdida nas purgas	1,6	0,1%
Energia Útil		883,8	
Rendimento			72%

Quadro 5.10 – Balanço de energia do gerador de vapor

O gerador de vapor apresenta um rendimento térmico de 71,2%, o que se pode considerar um valor baixo para o tipo de equipamento em estudo.

A partir do regime de carga conclui-se que o equipamento está sobredimensionado para as condições de utilização de vapor observadas. Os sucessivos arranques e paragens do queimador, com a subsequente diminuição da temperatura da câmara de combustão e alteração das condições de mistura ar-combustível e tempo de residência, conduzem aos picos de CO observáveis e a uma perda suplementar de energia.

Na figura que se segue, pode observar-se a desagregação de consumos da energia térmica proveniente do gerador de vapor, independentemente da forma de consumo (vapor ou água quente).

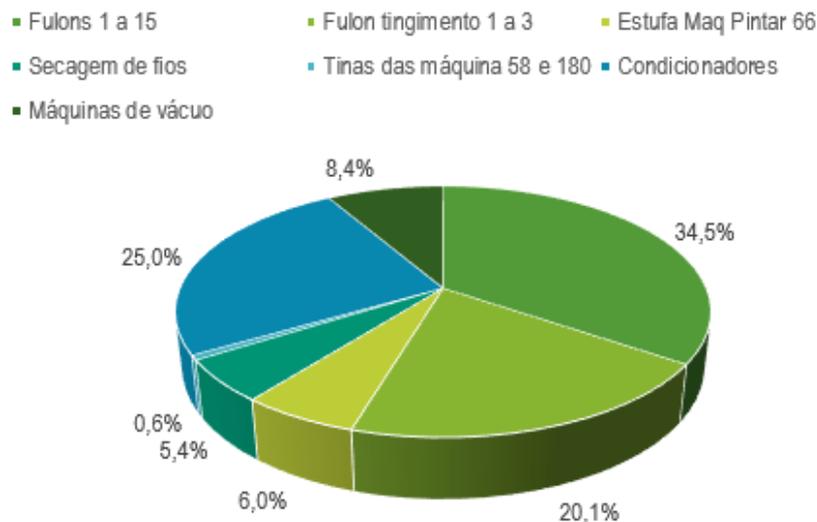


Figura 5.11 – Desagregação de consumidores de energia térmica

Constata-se que os Fulons juntos representam quase 55% do consumo de energia térmica do gerador de vapor, sob a forma de água quente. Outra importante parcela é consumida pelos condicionadores e máquinas de vácuo, também sob a forma de água quente.

Estima-se que apenas 12% do vapor produzido é consumido nesta forma.

Na figura que se segue, pode observar-se o perfil da temperatura à saída do depósito de água quente que alimenta os Fulons da Ribeira.



Figura 5.12 – Temperatura da água à saída do depósito de água quente para os Fulons da Ribeira

Na figura que se segue, pode observar-se o perfil da temperatura da água à saída do depósito de 50.000 L dedicado aos fulons de tingimento.

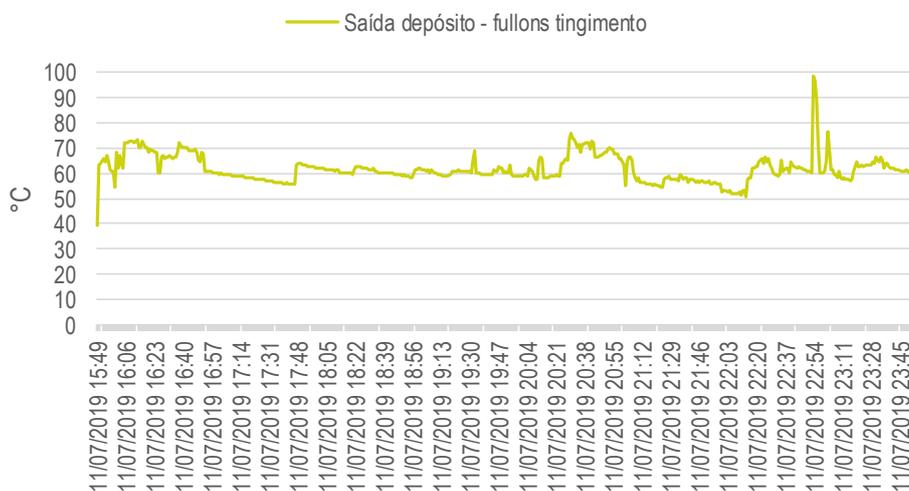


Figura 5.13 – Temperatura da água à saída do depósito de água quente para os Fulons de tingimento

5.3 SECÇÃO DE AR COMPRIMIDO

O consumo anual de energia elétrica para a produção de ar comprimido (contando com filtros e secadores) é de aproximadamente 360.562 kWh/ano, o que em termos de custos representa 42.191 €/ano, sendo responsável por cerca de 4,9% do consumo global de energia da instalação.

O Ar Comprimido é produzido através de uma central constituída por dois compressores, um depósito de ar e um secador e respetivos filtros. Os compressores produzem ar para uma só rede de consumo, que alimenta os equipamentos de processo e o processo de sopro temporizado das mangas dos filtros do sistema de ventilação.

Na figura seguinte é apresentado o esquema simplificado da Central de Ar Comprimido.

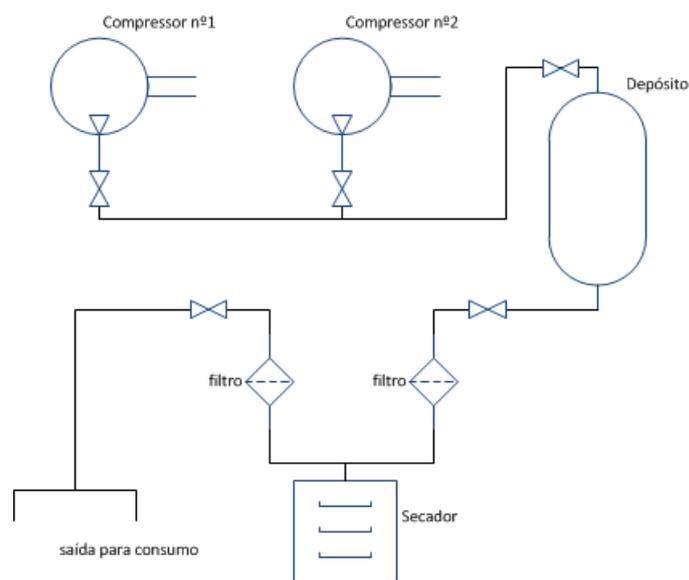


Figura 5.14 – Esquema de princípio de funcionamento da central de ar comprimido

A Central de Ar Comprimido funciona à pressão de serviço de 7 bar. O Compressor nº 1 possui variação eletrónica de velocidade (GA 110 VSD) e o compressor nº 2 possui controlo carga-vazio. Dadas as necessidades de ar comprimido da instalação, o compressor nº 1 funciona preferencialmente, ficando o funcionamento do compressor nº 2 restringido a situações de avaria ou manutenção do compressor nº 1.

O quadro seguinte apresenta um resumo das principais características técnicas dos equipamentos existentes na Central de Ar Comprimido.

Compressores		
Identificação	Compressor 1	Compressor 2
Marca/Modelo compressor	Atlas Copco GA 110 VSD	Atlas Copco GA 375
Ano do compressor	2018	1988
Tipo de controlo	VSD	Carga-vazio
Tipo de operação	Modulação	Reserva
Potência nominal Motor (kW)	110	75

Pressão máxima (bar)	8,5	7,5
Caudal máximo (m ³ /min)	23,5	12,6
Potência Absorvida Máxima (kW)	140	n.a.
Pressão de trabalho (Bar)	7	7
Horas Totais	7.069	n.a.

Quadro 5.11 – Características genéricas do equipamento de produção de ar comprimido

Na figura seguinte apresenta-se o diagrama de carga do compressor GA 110 VSD, medido durante o período de auditoria.

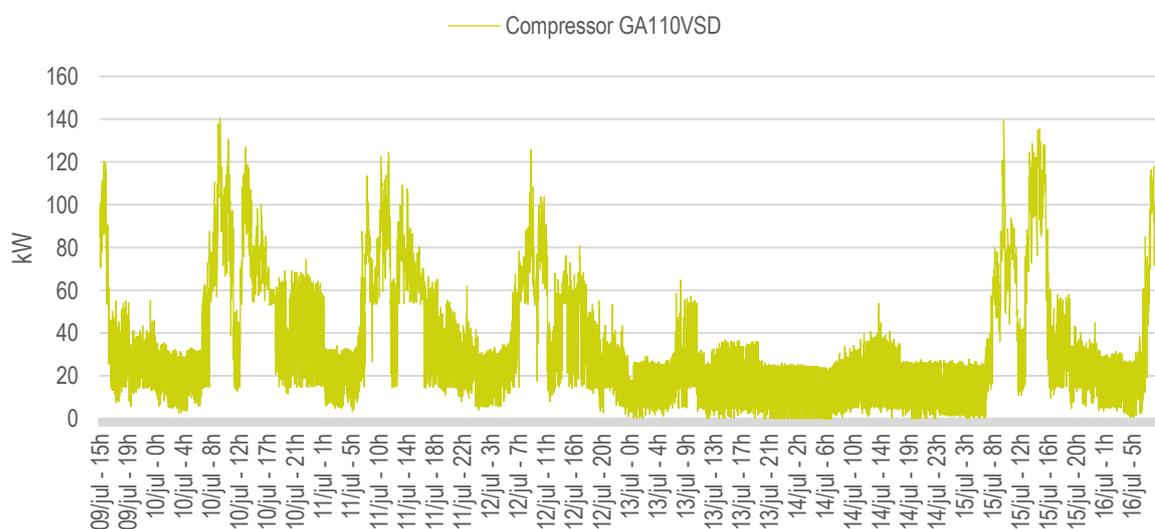


Figura 5.15 – Diagrama de carga do compressor de ar comprimido, GA 110 VSD

Da análise do diagrama de carga anterior pode concluir-se que existem grandes diferenças em termos de consumo de ar comprimido ao longo da semana. Nos dias úteis são apresentados picos de consumo, tanto no período da manhã como no período da tarde, que chegam a atingir os 140 kW. Uma vez que o compressor está equipado com variador eletrónico de velocidade, o consumo não é constante e acompanha as variações da carga.

É ainda possível verificar que existem fugas de ar comprimido, uma vez que nos períodos noturnos e no fim de semana, períodos em que não existe necessidade de produção de ar comprimido, o consumo elétrico apresenta um valor médio que ronda os 20 kW.

Nos quadros seguintes são apresentadas as características técnicas dos restantes equipamentos existentes na Central de Ar Comprimido.

O quadro seguinte apresenta as características técnicas do Depósito de Ar Comprimido.

Com base nos valores apresentados anteriormente, nas características técnicas dos compressores e nas medições elétricas em contínuo, obtiveram-se os perfis de produção de ar, conforme se apresentam na figura seguinte.

Caraterísticas técnicas do depósito da central de ar comprimido	
Marca	Atlas Copco
Nº série	5096
Tipo	PLDA-2000-9
Volume (m3)	2
Pressão de ensaio (bar)	10,4



Quadro 5.12 – Características técnicas do depósito da central de ar comprimido

O quadro seguinte apresenta as características técnicas do Secador da Central de Ar Comprimido.

Caraterísticas técnicas do secador de ar comprimido	
Marca	Atlas Copco
Modelo	FX 16 (A14)
Pressão máxima de ar comprimido (bar)	13
Potência elétrica (kW)	4,13
Refrigerante	R 410 A
Pressão máxima do refrigerante (bar)	43
Temperatura ambiente máxima (°C)	46



Quadro 5.13 – Características técnicas do secador de ar comprimido

O quadro seguinte apresenta as características técnicas dos dois filtros de ar instalados na Central de Ar Comprimido.

Caraterísticas técnicas dos filtros de ar comprimido	
Pressão máxima funcionamento (bar)	16
Temperatura mínima de funcionamento (°C)	0
Temperatura máxima de funcionamento (°C)	120
Pressão de teste (bar)	24
Capacidade (L)	40
Ano de fabrico	2006



Quadro 5.14 – Características técnicas dos filtros de ar comprimido

Com base nos dados recolhidos em auditoria, apresenta-se a potência absorvida pelo compressor bem como o caudal de ar comprimido produzido, num dia considerado como típico, tendo sido escolhido o dia 13/07/2019.

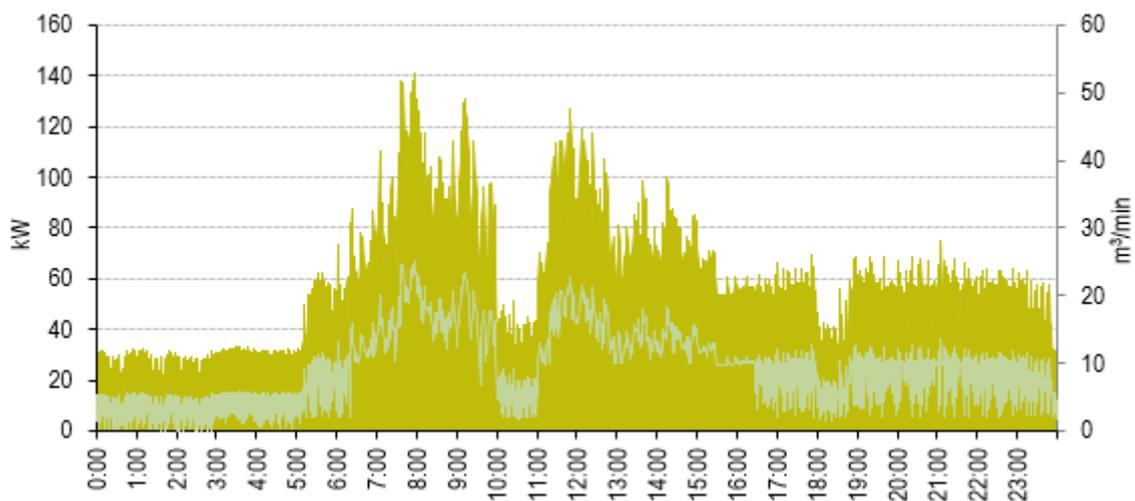


Figura 5.16 – Caudal de ar comprimido produzida pelos compressores

É possível de observar que o consumo de Energia Elétrica tem uma variação semelhante à da produção de ar comprimida. No diagrama apresentado anteriormente, o caudal chega a atingir valores superiores a 20 m³/min, o que significa que o compressor 1 esteve a funcionar à plena carga.

5.4 SECÇÃO DE ILUMINAÇÃO

O consumo de energia elétrica em iluminação representa cerca de 4,5% do consumo total de energia da instalação e 7,1% do consumo anual de eletricidade.

O quadro seguinte caracteriza o consumo elétrico e custo anuais em iluminação nas condições atuais de funcionamento, bem como a sua representatividade na estrutura de consumos elétricos.

Consumo de EE com Iluminação		
Consumo (kWh/ano)	Custo (€/ano)	% do consumo elétrico da Instalação
404.260	47.304 €	7,1%

Quadro 5.15 – Consumos e custos anuais em Iluminação

O consumo de energia elétrica referente à iluminação foi determinado com base em medições instantâneas da potência elétrica absorvida associada aos diferentes tipos de luminárias presentes. Foram caracterizados os tipos de lâmpadas e luminárias e equipamentos auxiliares que influenciam o desempenho energético.

Zona - Luminária	Luminária	Tipo	Qt.	Pot. unitária	Pot. Total	Qt.	Funciona- mento	Consumo
			(Luminárias)	(W/luminária)	(W)	(Lâmpadas)	(h/ano)	(kWh/ano)
Nave acabamentos	Nave	Tipo Campânula industrial	30	210	6.300	30	5292	33.340
Nave acabamentos	Preparação de soluções	Estanques	8	90	720	16	5292	3.810
Nave acabamentos	Armazém	Estanques	6	90	540	12	5292	2.858
Nave acabamentos	Iluminação dedicada	Estanques	2	45	90	4	5292	476
Nave acabamentos	WC's H/M	Downligh	10	18,9	189	10	5292	1.000
Nave acabamentos	Iluminação dedicada	Suspensas	3	336	1.008	12	5292	5.334
Nave acabamentos	Iluminação dedicada	Estanques	10	145	1.450	20	5292	7.673
Nave secagem	Nave - parte nova	Tipo Campânula industrial	9	210	1.890	9	5292	10.002
Nave secagem	Iluminação dedicada parte nova	Estanques	93	145	13.485	186	5292	71.363
Nave secagem	Iluminação dedicada	Suspensas	4	336	1.344	16	5292	7.112
Nave secagem	Nave	Suspensas	11	336	3.696	44	5.292	19.559
Nave secagem	Iluminação dedicada	Suspensas	1	105	105	1	5.292	556
Fulons	Nave	Suspensas	44	336	14.784	176	4.704	69.544

Zona - Luminária	Luminária	Tipo	Qt.	Pot. unitária	Pot. Total	Qt.	Funcionamento	Consumo
			(Luminárias)	(W/luminária)	(W)	(Lâmpadas)	(h/ano)	(kWh/ano)
Fulons	Iluminação dedicada	Suspensas	4	336	1.344	16	4.704	6.322
Ribeira	Nave	Suspensas	36	336	12.096	144	7.056	85.349
Ribeira	Iluminação dedicada	Estanques	8	145	1.160	16	7.056	8.185
Ribeira	Iluminação dedicada	Suspensas	1	336	336	4	7.056	2.371
Ribeira	Iluminação dedicada	Suspensas	1	105	105	1	7.056	741
Condicionadores e Vácuo	Nave	Suspensas	10	336	3.360	40	7.056	23.708
Condicionadores e Vácuo	Iluminação dedicada	Suspensas	4	336	1.344	16	7.056	9.483
Secagem	Nave	Tipo Campânula industrial	7	210	1.470	7	7.056	10.372
Secagem	Iluminação dedicada	Tipo Campânula industrial	2	105	210	2	7.056	1.482
Secagem	Iluminação dedicada	Tipo Campânula industrial	2	84	168	2	7.056	1.185
Lixa	Nave	Tipo Campânula industrial	4	105	420	4	7.056	2.964
Lixa	Iluminação dedicada	Estanques	4	75,6	302	8	7.056	2.134
Gabinetes e Laboratório	Gabinetes	Encastradas	2	75,6	151	8	2.940	445
Gabinetes e Laboratório	Gabinetes	Encastradas	18	151,2	2.722	72	2.940	8.002
Gabinetes e Laboratório	Laboratório	Encastradas	12	151,2	1.814	48	2.940	5.334
Gabinetes e Laboratório	Sala de reuniões	Encastradas	8	151,2	1.210	32	2.940	3.556
Total	-	-	354	-	73.813	956	-	404.260

Quadro 5.16 – Caracterização da iluminação existente na instalação e respetivos consumos

Na figura seguinte é possível ver a desagregação dos consumos de iluminação por zona.

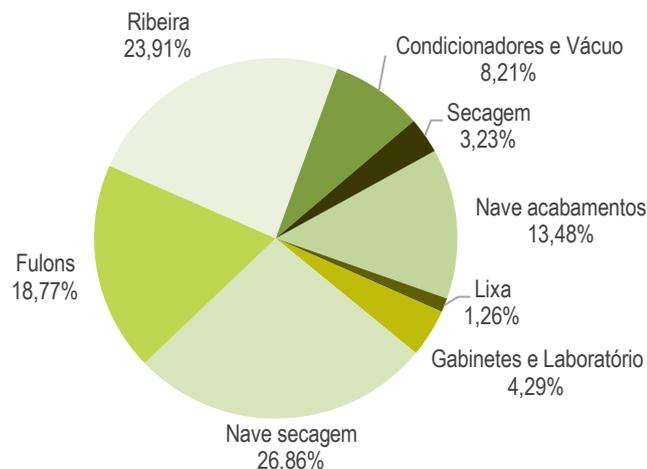


Figura 5.17 – Desagregação dos consumos de iluminação por zona

Durante o período de auditoria foi possível apurar que existe uma boa contribuição da iluminação natural, em especial na nova zona de Acabamentos, em oposição à zona da Secagem em que existe maior necessidade de iluminação artificial. Foram ainda detetadas várias oportunidades de melhoria da iluminação artificial, tanto para melhoria de eficiência energética, como para melhoria da iluminação dos espaços, tal como será apresentado no capítulo 6 deste relatório.

A figuras seguintes caracterizam de forma sumária as luminárias presentes na instalação.

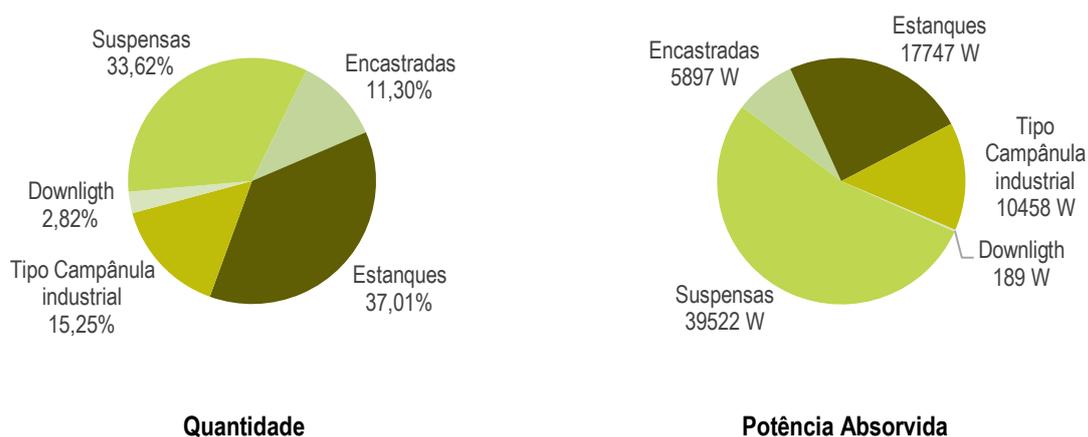
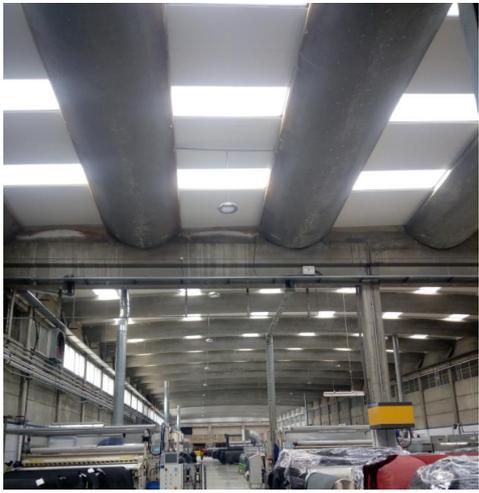


Figura 5.18 – Caracterização de luminárias

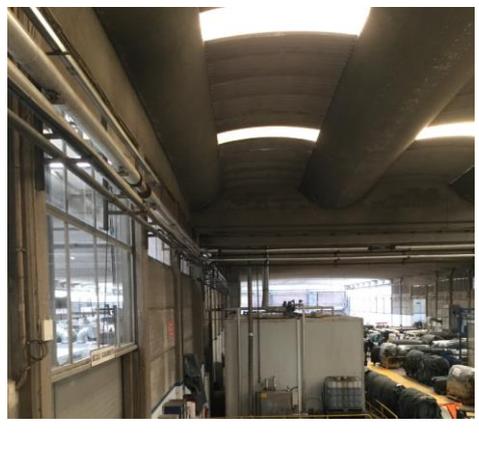
Os quadros seguintes caracterizam de forma sumária espaços tipo identificados nas instalações, tais como a Nave de acabamentos, a Nave de secagem e o espaço dos Fulons.

Caracterização Luminotécnica do Espaço Nave acabamentos	
Identificação do Espaço	Nave acabamentos
Tipo de Teto	Teto à vista
h_L (m)	8
h_T (m)	9,5
Objetivo p/ Iluminância (Lux)	150
Iluminância Atual (Lux)	132
Área (m ²)	2.125
IRC	80 a 90
IP	20
Cor das Paredes/Teto	n.a
Edifício	Nave acabamentos
Observações	Bom contributo da iluminação natural



Quadro 5.17 – Caracterização Luminotécnica do Espaço Nave acabamentos

Caracterização Luminotécnica do Espaço Nave secagem	
Identificação do Espaço	Nave secagem
Tipo de Teto	Teto à vista
h_L (m)	8
h_T (m)	9,5
Objetivo p/ Iluminância (Lux)	150
Iluminância Atual (Lux)	108
Área (m ²)	1750
IRC	80 a 90
IP	20
Cor das Paredes/Teto	n.a
Edifício	Nave secagem
Observações	Baixos níveis de iluminação



Quadro 5.18 – Caracterização Luminotécnica do Espaço Nave secagem

Caracterização Luminotécnica do espaço Fulons	
Identificação do Espaço	Fulons
Tipo de Teto	Teto à vista
h_L (m)	8
h_T (m)	9,5
Objetivo p/ Iluminância (Lux)	150
Iluminância Atual (Lux)	95
Área (m ²)	2375
IRC	80 a 90
IP	20
Cor das Paredes/Teto	n.a
Edifício	Nave acabamentos
Observações	Baixos níveis de iluminância



Quadro 5.19 – Caracterização Luminotécnica do Espaço Fulons

5.5 SECÇÃO DE SISTEMAS DE BOMBAGEM

A central de bombagem de água é responsável pelo abastecimento de água à unidade industrial, proveniente do furo de água existente nas instalações da Couro Azul e representa 3,1% do consumo total da instalação.

A central dispõe de uma bomba submersa num tanque intermédio de água, responsável pela extração da água do furo, e de três bombas hidráulicas responsáveis pelo abastecimento direto à unidade industrial, a partir do já referido tanque intermédio.



Figura 5.19 – Aspeto geral da central de bombagem de água

O funcionamento destas três bombas hidráulicas é controlado por um variador eletrónico de velocidade da marca Telemecanique, modelo Altivar 61 – 7,5 kW.



Figura 5.20 – Variador eletrónico de velocidade da marca Telemecanique, modelo Altivar 61 – 7,5 kW

Na figura seguinte é apresentado o diagrama de carga da secção da Central de bombagem de água para um dia típico de funcionamento.

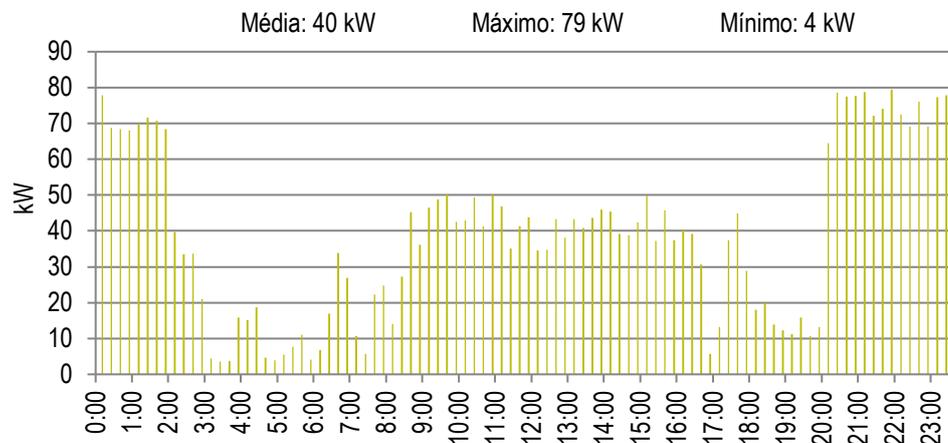


Figura 5.21 – Diagrama de carga da central de bombagem de água

As necessidades de água da instalação variam conforme a produção da mesma. Pela análise do diagrama de carga da Central de bombagem, verifica-se uma média de consumo de energia elétrica de 13 kW, um máximo de 379 kW e um mínimo de 34 kW.

Pela análise do diagrama de carga anterior verifica-se que o funcionamento da central acompanha essas variações e a potência absorvida pelos diversos equipamentos atinge um máximo de 90 kW.

Não foi possível recolher as características técnicas da bomba que se encontra submersa, pelo que, no quadro seguinte, são apenas apresentadas as características técnicas de cada uma das três bombas hidráulicas instaladas na central de bombagem e respetivo motor elétrico.

Características técnicas das bombas hidráulicas	
Marca	Grundfos
Modelo	A96122013P1064
Caudal (m ³ /h)	30
Pressão máxima (bar)	16
Motor elétrico	
Marca	Grundfos
Modelo	MG 132SD2-38FF265-D1
Potência (kW)	7,5
Tensão (V)	380-415
Corrente (A)	15,2-16,8
cos φ	0,87-0,80
Vel. (rpm)	2900-2920



Quadro 5.20 – Características técnicas das bombas hidráulicas da central de bombagem de água

6. MEDIDAS DE UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA

Com base na análise dos resultados da auditoria energética, resumem-se no quadro seguinte as medidas de economia identificadas.

Medidas	Economia anual			Investimento (€)	PRI (anos)	
	(tep)	(%)	(€)			
6.1 - Melhoria do Atual Sistema de Monitorização de Consumos	23,7	1,5%	12.397	58	14.400	1,2
6.2 - Melhoria de Eficiência Energética no Sistema de Iluminação	40,8	2,6%	22.212	89	47.600	2,1
6.3 - Otimização do Sistema de Arrefecimento das Calandras	182,4	11,4%	85.487	839	466.000	5,5
6.4 - Instalação de Válvulas Inteligentes de Corte de Ar Comprimido	13,6	0,9%	7.425	30	12.800	1,7
6.5 - Substituição de Purgas Convencionais Por Eletrónicas Capacitivas	3,3	0,2%	1.779	7	1.800	1,0
6.6 - Eliminação de Fugas de Ar Comprimido	4,2	0,3%	2.293	9	4.300	1,9
6.7 - Redução da Temperatura de Aspiração dos Compressores de Ar	3,7	0,2%	2.017	8	4.400	2,2
Total	271,8	17,0%	133.610	1.041	551.300	4,1

Quadro 6.1 – Quadro resumo das medidas identificadas na Auditoria Energética

Apresentam-se de seguida os principais pressupostos utilizados para a quantificação energética das diferentes medidas identificadas.

6.1 MELHORIA DO ATUAL SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DE CONSUMOS

Um Sistema de Monitorização de Consumos (SMC) é uma ferramenta que confere aos responsáveis da instalação o conhecimento aprofundado do perfil de consumo dos principais consumidores energéticos. Esta ferramenta permitirá detetar eventuais desvios ao consumo padrão da instalação, detetar consumos residuais bem como acompanhar a evolução dos consumos após a implementação de medidas de melhoria.

Um SMC permite monitorizar, contabilizar e arquivar os consumos energéticos das instalações, tornando possível relacioná-los com os perfis de produção, assim como detetar desvios aos padrões normais de consumo energético de cada equipamento/sistema e/ou sector de produção, e este acompanhamento é feito online.



Figura 6.1 – Diagrama de funcionamento do SMC

A utilização de Sistemas de Monitorização de Consumos é geralmente atrativa, podendo conduzir economias até 5% dos sistemas monitorizados. Para a instalação em análise, a economia decorrente da implementação desta medida foi quantificada em 1,5 % para a energia elétrica e fuelóleo, visto que algumas situações foram já identificadas e quantificadas separadamente em outras medidas.

A conjugação de dados *online* (em tempo real) com a Gestão de Energia apresenta como vantagens:

- Conhecimento aprofundado do consumo e custo energético de cada fase, processo ou sistema;
- Avaliação da eficiência energética de um sector ou equipamento por comparação com outros de funcionamento semelhante;
- Registo histórico de dados (aquisição, análise e comparação de dados) permitindo o planeamento de ações de forma a otimizar consumos e tarifas, com a consequente redução da fatura energética;
- Identificação de consumos anómalos ou evitáveis associados a avaria, manutenção deficiente ou má utilização de recursos;
- Avaliação do rendimento de equipamentos e da influência de variáveis externas no seu consumo;
- Simulação da fatura de energia elétrica;
- Correlação dos níveis de consumo energético e das emissões de CO₂ com a produção;
- Obtenção de indicadores energéticos de desempenho da instalação;
- Avaliação dos fatores que afetam o consumo energético, permitindo a análise em detalhe da sua influência na produção atual ou futura;

- Identificação de alterações na prestação de equipamentos consumidores ou produtores de energia, indicando necessidade de intervenção técnica para reparar danos ou de proceder à manutenção;
- Previsibilidade dos consumos, relativamente a aumentos ou diminuição dos níveis de produção;
- Avaliação dos consumos energéticos após a implementação de medidas de alteração efetuadas na instalação, nomeadamente medidas de eficiência energética ou de alterações de processos;
- Possibilidade de implementação de medidas de melhoria contínua no que respeita à redução do custo energético de produção.

A seleção dos pontos de monitorização propostos tem em conta a representatividade de cada um dos circuitos existentes em termos do consumo global da instalação, sendo exemplos destes pontos os locais identificados no quadro seguinte.

Nº	Localização	Sistema monitorizado	Calibre (A)	Existência de contador
1	PT1	Telecontagem - energia ativa	n.a.	Sim
2	PT1	Telecontagem - energia reativa indutiva	n.a.	Sim
3	PT1	Telecontagem - energia reativa capacitiva	n.a.	Sim
4	PT1	C1 Q.P.11 - Lixa/Máquina aspirar/Máquina pregar	630	Sim
5	PT1	C2 Q.P.10 Ribeira Máquina tintas/Fulons inox/Central água	630	Sim
6	PT1	C3 Compressor novo	400	Sim
7	PT1	C4 Compressor antigo	400	Sim
8	PT1	C5 Q. Fulons	400	Sim
9	PT1	C6 Q.P.1 Inox T2	400	Sim
10	PT1	Q. Desum.	63	Não
11	PT1	Q.P. Caleiros	400	Não
12	PT1	Q.P.12	400	Não
13	PT1	Q.P.1.T1 (Condicionadores)	1.000	Não
14	PT1	Q.P.2.T1	630	Não
15	PT1	Q.P.3 Parcial Fulons	250	Não
16	PT2	Geral PT2 (T3)	2.500	Sim
17	PT2	Q. Acabamentos	1.250	Não
18	PT2	Gematta 162	400	Não
19	PT2	Forno máquina pintar 161	400	Não
20	PT2	Forno máquina pintar 183	400	Não
21	PT2	Central de bombas de água	400	Não
22	PT2	Q.G.5	1.250	Não
23	PT2	Rotoprensa	100	Não
24	PT2	Q.G.4 Cortes	400	Não

Quadro 6.2 – Identificação dos pontos de medição elétricos propostos para o SMC

Propõe-se ainda a monitorização de algumas grandezas que não possuem comunicação e das quais já é feito um registo diário consistente, mas que ainda não são digitalizadas.

Nº	Localização	Sistema monitorizado	Existência de contador	Registo
1	Central térmica	Consumo de fuelóleo	Sim	Diário online
2	Central térmica	Alimentação de água ao gerador de vapor	Sim	Diário online
3	Central bombagem	Água captada	Sim	Diário online

Quadro 6.3 – Registos online de grandezas

No quadro seguinte apresenta-se o valor da economia de energia proposta, bem como a redução nos encargos, o investimento e o respetivo retorno para a medida proposta.

	Energia Elétrica		Fuelóleo		Total
	(kWh/ano)	(€/ano)	(kWh/ano)	(€/ano)	(€/ano)
Situação Atual	5.407.038	632.696	4.874.889	193.752	826.448
Situação Proposta	5.325.932	623.206	4.801.766	190.846	835.374
Total economia	81.106	9.490	73123,335	2906,28	12.397
Investimento (€)	14.400				
PRI (Anos)	1,2				

Quadro 6.4 – Economia anual (kWh, €), Investimento e Retorno Simples de Investimento

6.2 MELHORIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Com base na caracterização efetuada no sector de iluminação, foi possível propor soluções que possam contribuir para a redução do consumo de energia, tais como a substituição de luminárias existentes por luminárias com melhor rendimento luminoso e equipadas com componentes mais eficientes (conjunto lâmpada + acessórios).

Caracterizaram-se do ponto de vista luminotécnico alguns dos espaços considerados representativos, nos quadros seguintes é possível comparar estes espaços com a solução proposta de melhoria.

	Situação Atual	Situação Proposta
Tipo de aplicação	T5	LED
Área (m ²)	2.125	
Nível de Iluminância (lux)	87	150
Densidade de potência (W/m ² /100lux)	5,6	0,5
Consumo de Energia (kWh/ano)	54.492	41.690

Quadro 6.5 – Comparação da situação atual vs situação proposta para o espaço Nave acabamentos

	Situação Atual	Situação Proposta
Tipo de aplicação	T5	LED
Área (m ²)	1.750	
Nível de Iluminância (lux)	108	150
Densidade de potência (W/m ² /100lux)	10,9	2,7
Consumo de Energia (kWh/ano)	108.592	46.877

Quadro 6.6 – Comparação da situação atual vs situação proposta para o espaço Nave secagem

	Situação Atual	Situação Proposta
Tipo de aplicação	T5	LED
Área (m ²)	2.375	
Nível de Iluminância (lux)	90	150
Densidade de potência (W/m ² /100lux)	7,5	2,3
Consumo de Energia (kWh/ano)	75.866	38.385

Quadro 6.7 – Comparação da situação atual vs situação proposta para o espaço Fulons

As soluções propostas melhoram os níveis de iluminância dos espaços, apresentando uma densidade de potência mais reduzida com reflexo no consumo de energia (que chega a atingir uma redução de 56,8% no espaço Nave de secagem).

O quadro seguinte resume as economias energéticas por zona decorrentes da substituição de luminárias.

Zona - Luminária	Luminárias				Potência Unitária		Func.	Consumo		Economia Proposta
	Qt. Atual	Qt. Prop	Tipo Lamp.		Atual	Proposto		Atual	Proposto	
			Atual	Prop.	(W/lumin.)	(W/lumin.)	(h/ano)	(kWh/ano)	(kWh/ano)	(%)
Nave acabamentos	8	8	T8	LED	90	32	5.292	3.810	1.355	64%
Nave acabamentos	6	6	T8	LED	90	32	5.292	2.858	1.016	64%
Nave acabamentos	2	2	T8	LED	45	20	5.292	476	212	56%
Nave acabamentos	10	10	T8	LED	19	11	5.292	1.000	582	42%
Nave acabamentos	3	3	T5	LED	336	170	5.292	5.334	2.699	49%
Nave acabamentos	10	10	T8	LED	145	47	5.292	7.673	2.487	68%
Nave secagem	93	93	T8	LED	145	47	5.292	71.363	23.131	68%
Nave secagem	4	4	T8	LED	336	170	5.292	7.112	3.599	49%
Nave secagem	11	11	T5	LED	336	170	5.292	19.559	9.896	49%
Nave secagem	1	1	T5	LED	105	47	5.292	556	249	55%
Fulons	44	44	T5	LED	336	170	4.704	69.544	35.186	49%
Fulons	4	4	T5	LED	336	170	4.704	6.322	3.199	49%
Ribeira	36	36	T5	LED	336	170	7.056	85.349	43.183	49%
Ribeira	8	8	T8	LED	145	47	7.056	8.185	2.653	68%
Ribeira	1	1	T5	LED	336	170	7.056	2.371	1.200	49%
Ribeira	1	1	T5	LED	105	47	7.056	741	332	55%
Condicionadores e Vácuo	10	10	T5	LED	336	170	7.056	23.708	11.995	49%
Condicionadores e Vácuo	4	4	T5	LED	336	170	7.056	9.483	4.798	49%
Lixa	4	4	T8	LED	76	32	7.056	2.134	903	58%
Gabinetes e Laboratório	2	2	T8	LED	76	28	2.940	445	165	63%
Gabinetes e Laboratório	18	36	T8	LED	151	28	2.940	8.002	2.964	63%
Gabinetes e Laboratório	12	24	T8	LED	151	28	2.940	5.334	1.976	63%
Gabinetes e Laboratório	8	16	T8	LED	151	28	2.940	3.556	1.317	63%
Total	300	338	-	-	-	-	-	344.916	155.094	55%

Quadro 6.8 – Economias de energia propostas por zona (substituição de luminárias)

Nota: O consumo de energia elétrica atual corresponde unicamente aos espaços intervencionados, podendo diferir do consumo global da zona previamente apresentada, se não forem intervencionados todos os pontos de iluminação.

Na figura seguinte, apresenta-se graficamente a representação dos consumos atuais face aos propostos.

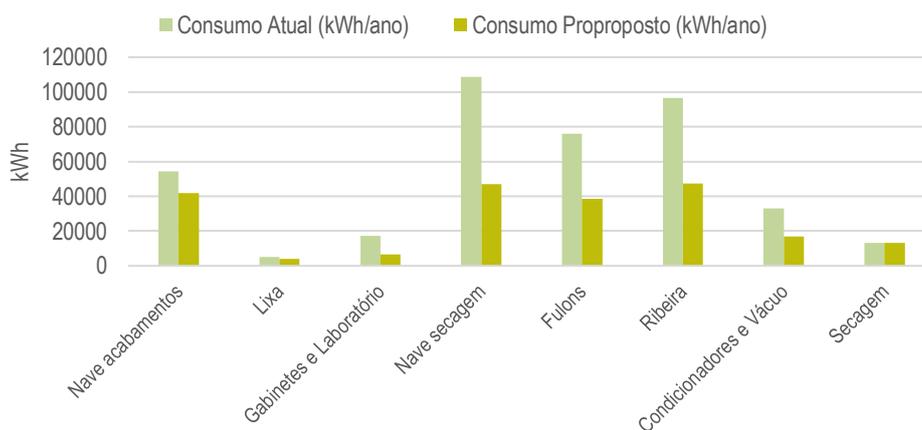


Figura 6.2 – Consumo atual e consumo proposto por zona (kWh/ano)

No quadro seguinte encontram-se resumidos os valores de economias e investimentos necessários à implementação global das soluções identificadas.

Energia Elétrica		
	(kWh/ano)	(€/ano)
Situação Atual	404.260	47.304
Situação Proposta	214.439	25.092
Total Economia	189.822	22.212
Investimento (€)	47.600	
PRI (anos)	2,1	

Quadro 6.9 – Economia anual, Investimento e Período de Retorno Simples de Investimento

A poupança anual estimada relativa á manutenção foi calculada com base no tempo de vida útil das lâmpadas, custos evitados de equipamentos e mão-de-obra empregue na substituição de equipamentos.

6.3 SUBSTITUIÇÃO DA ATUAL CENTRAL TÉRMICA POR SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

Verificou-se na instalação que cerca de 88% do vapor produzido no gerador de vapor tem como destino a produção de água quente, situação que se verifica ser bastante ineficiente, uma vez que apenas 12% do vapor é usado em processo (indiretamente). É sabido que existem orientações europeias no sentido de se reduzir progressivamente os combustíveis mais poluentes, como é o caso do fuelóleo. No horizonte temporal deste combustível está uma previsão do aumento do seu custo, da dificuldade progressiva da sua obtenção e a potencial penalização em termos de emissões.

Assim, propõe-se a instalação de um sistema de aquecimento de água com bombas de calor que satisfaça todas as necessidades térmicas da instalação, mantendo, numa fase transitória, o atual sistema de gerador de vapor como reserva. Propõe-se ainda aproveitar o recuperador já integrado no compressor de ar para que toda a energia recuperada seja utilizada no pré-aquecimento da água nova.

Para os consumidores de vapor (12%) preconizou-se a sua substituição por formas alternativas: no caso das tinas, estas serão alimentadas diretamente com a água quente necessária, no caso da secagem de fios das estufas das máquinas de pintar 163 e 182 será utilizada a recuperação térmica nas respetivas extrações e para o aquecimento da estufa da máquina de pintar 66, preconiza-se o seu *retrofit* para elétrica, caso não venha a ser desativada.

No quadro que se segue, encontra-se um resumo dos consumidores de energia térmica da instalação, bem como do tipo de aquecimento e da temperatura de processo requerida.

Processo	Forma de energia	Método de obtenção	T processo (°C)	Solução
Fulons 1 a 15	Água quente	Permutador vapor/água na central térmica	40	Água quente
Fulon tingimento 1 a 3	Água quente	Vapor direto no depósito de 50 kL	50	Água quente
Estufa Maq. Pintar 66	Vapor (baterias)	Baterias vapor	60	<i>Retrofit</i> elétrica
Secagem de fios	Vapor (bateria)	Bateria vapor	60	Recuperação exaustão
Tinas das máquinas 58 e 180	Vapor direto	Vapor direto na tina	35	Água quente
Condicionadores	Água quente	Permutador local vapor/água	40	Água quente
Máquinas de vácuo	Água quente	Permutador local vapor/água	40	Água quente

Quadro 6.10 – Consumidores de energia térmica

Na figura que se segue, pode observar-se o esquema de princípio da solução proposta.

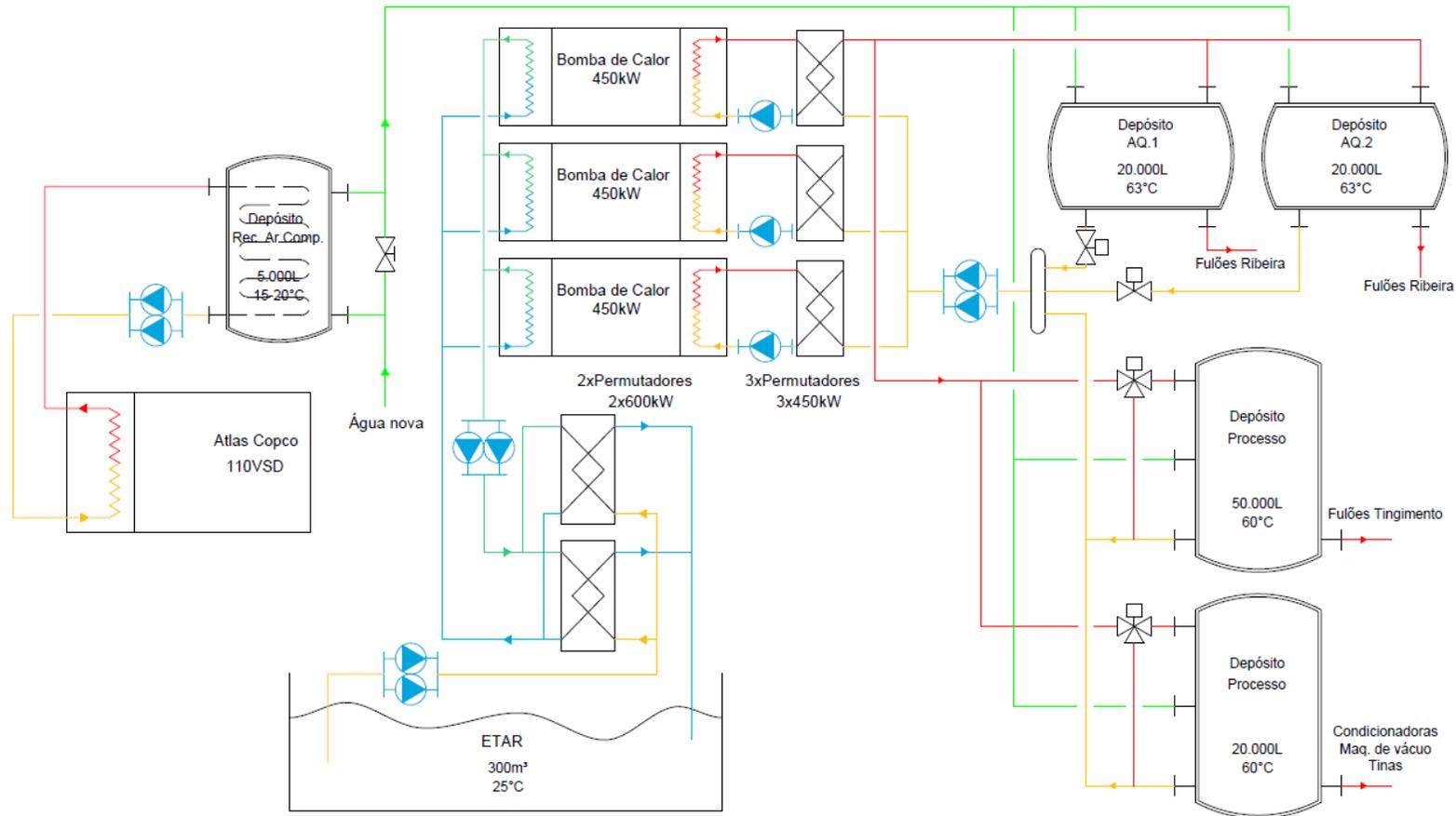


Figura 6.3 – Esquema de princípio da solução proposta

Pretende-se aproveitar o efluente industrial que tem viabilidade para aquecer o evaporador das bombas de calor, por intermédio de um permutador adequado para o efeito. Com bombas de calor água-água é possível obter rendimentos muito mais atrativos do que com a tradicional solução arrefecida a ar.

Salienta-se que este sistema produz como subproduto energético – água fria – a qual poderá ser utilizada para outras aplicações, como por exemplo, refrigeração de outros processos ou mesmo climatização das naves fabris.

No gráfico que se segue, encontram-se representados o caudal e a temperatura do efluente num dia típico.

Na tabela seguinte encontram-se os pressupostos de cálculo da medida.

Potência média medida na caldeira atual	608	kW
Potência de pico medida na caldeira atual	1.021	kW
Potência térmica das novas bombas de calor a prever	1.368	kW
Temperatura água entrada	55	°C
Temperatura água saída	65	°C

Quadro 6.11 – Pressupostos da medida

Com base nos pressupostos recolhidos durante a auditoria e tendo em conta o COP da bomba de calor, foram calculados os consumos de energia esperados com a implementação desta solução.

COP bomba de calor	3,415	kWh/kWhe
Energia térmica a ser entregue para a instalação	3.576.455	kWh/ano
Energia térmica a debitar pelo compressor de ar	252.393	kWh/ano
Energia térmica a debitar pela bomba de calor	3.324.061	kWh/ano
Energia elétrica a ser consumida pela nova solução	973.371	kWhe/ano
Energia elétrica a ser consumida pela bomba recuperação ar comprimido	7.388	kWhe/ano
Energia elétrica a ser consumida pela bomba da ETR <-> Permutador	20.317	kWhe/ano
Energia elétrica a ser consumida pela bomba do permutador <-> Bomba de calor	36.939	kWhe/ano
Energia elétrica a ser consumida pela bomba de distribuição	86.191	kWhe/ano

Quadro 6.12 – Consumos propostos da bomba de calor e os restantes equipamentos

A energia térmica a ser entregue para a instalação, no valor de 3.576.455 kWh/ano, foi determinado com base no balanço energético da caldeira de vapor atual (a fuelóleo/nafta) e com o número de horas de funcionamento ano. Esta energia térmica entregue anualmente também foi confirmada com base no consumo anual de fuelóleo e a eficiência de conversão Energia final por Energia primária libertada pelo combustível (chama-se a atenção que as faturas de fuelóleo são discretas, possibilitando desta forma que parte do combustível faturado em Dezembro 2017(2018) seja consumido em Janeiro 2018(2019)).

Da energia térmica a debitar, 3.324.061 kWh serão debitados pela nova bomba de calor e os remanescentes 252.393 kWh serão recuperados no compressor de ar. Com base no COP médio anual das bombas de calor para as condições de funcionamento previstas (3,4) e na energia a ser entregue por este, estima-se o consumo elétrico anual de 973.371 kWh. Considerando o consumo da bomba de circulação da recuperação do compressor de ar, a bomba de recuperação da condensação e evaporação das bombas de calor, bomba de circulação de água quente no secundário, consumo das resistências elétricas na máquina de pintar 66 e descontando o consumo atual do queimador e das bombas dos condensados, obtém-se o consumo anual elétrico previsto de 1.100.427 kWh.

No quadro que se segue, encontra-se o resultado do estudo da viabilidade técnico-económica da medida.

	Energia Elétrica		Fuelóleo Pesado		Outros	Total
	(kWh/ano)	(€/ano)	(kWh/ano)	(€/ano)	(€/ano)	(€/ano)
Situação Atual	5.407.038	632.696	4.874.889	193.752	23.500	849.948
Situação Proposta	6.507.465	761.461	0	0	3000	764.461
Total Economia	-1.100.427	-128.765	4.874.889	193.752	20.500	85.487
Investimento	466.000					
PRI (anos)	5,5					

Quadro 6.13 – Economia anual, Investimento e Período de Retorno Simples de Investimento

6.4 INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS INTELIGENTES DE CORTE DE AR COMPRIMIDO

Os sistemas consumidores de ar comprimido apresentam, muitas vezes, ineficiências na utilização do mesmo quando se encontram em *stand-by* ou até paradas, bem como fugas internas.

Como forma de mitigar esta situação, propõem-se válvulas de corte automático, que permitem reduzir ao máximo as perdas de ar comprimido em cada um dos consumidores sobre os quais atuam.

Possuem ainda a mais valia de oferecer monitorização da pressão e do caudal de ar comprimido consumido, podendo ser integradas em rede *profibus* para controlo e/ou monitorização.

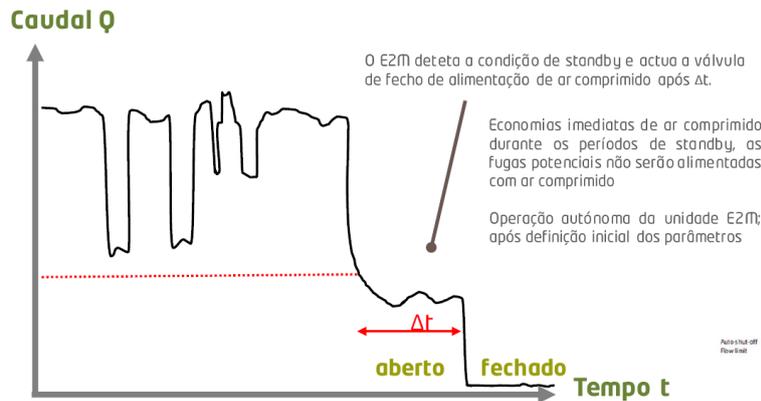


Figura 6.4 – Exemplo de caudal de ar em funcionamento/*stand-by*/corte

Unidades Pneumáticas



Figura 6.5 – Exemplo de unidades integrantes do sistema de corte automático do ar comprimido

Esta medida de melhoria contempla a instalação de 18 válvulas de corte automático. Foi medido o caudal de fugas internas de uma máquina, tendo sido medida a máquina de rolos do meio. O caudal verificado foi depois extrapolado para as restantes aplicações identificadas.

Id	Aplicação	Localização	Pressão (bar)	Tipo de ligação ao consumidor	DN	Controlo existente	Caudal fugas máquina (m³/min)	Horas de trabalho anuais	Horas de paragem anuais	Desperdício ar comprimido (m³/ano)	Consumo energia (kWh/ano)	Custo ar comprimido (€/ano)
1	Maq 162	Acabamentos	7	Rígida	G1"	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
2	Maq 181	Acabamentos	7	Rígida	G1"1/2	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
3	Maq 183	Acabamentos	7	Rígida	G1"1/2	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
4	Rotoprensa	Acabamentos	7	Rígida	G1/2"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
5	Maq 46	Acabamentos	7	Rígida	G1"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
6	Maq 48	Acabamentos	7	Rígida	G1"1/2	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
7	Maq rolos do meio	Acabamentos	7	Flexível	G3/4"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
8	Amaciador	Secagem	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
9	Condicionador	Secagem	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
10	Maq. Estirar	Secagem	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
11	Maq. Estirar	Secagem	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
12	Maq. Prega 1	Acabamentos	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
13	Maq.pintar 66	Acabamentos	7	Rígida	G1"1/2	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
14	Maq. Lixar	Acabamentos	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	2.080	6.680	30.798	4.091	479
15	Vácuo	Secagem	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
16	Condicionador	Secagem	7	Rígida	G1/2"	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
17	Feeder	Secagem	7	Rígida	G1/2"	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
18	Vácuo	Secagem	7	Rígida	G3/4"	Válvula manual	0,077	4.160	4.600	21.208	2.817	330
-	Total	-	-	-	-	-	-	-	-	477.650	63.454	7.425

Quadro 6.14 – Determinação do desperdício de ar comprimido evitável

Com estas válvulas, é possível reduzir o consumo elétrico da central de ar comprimido em 63,4 MWh/ano apresentando-se no quadro seguinte o resumo desta medida de utilização racional de energia.

	Energia Elétrica	
	(kWh/ano)	(€/ano)
Situação Atual	92.279	10.798
Situação Proposta	28.825	3.373
Total economia	63.454	7.425
Investimento (€)	12.800	
PRI (Anos)	1,7	

Quadro 6.15 – Economia anual (kWh, €), Investimento e Retorno Simples de Investimento

6.5 SUBSTITUIÇÃO DE PURGAS CONVENCIONAIS POR ELETRÓNICAS CAPACITIVAS

Foi efetuada a avaliação das condições de purga dos dispositivos presentes na central e rede de ar comprimido, assim como a avaliação de fugas de ar comprimido na central.

O reservatório dispõe de purga manual com recurso a ar comprimido para eliminação dos condensados do seu interior. A purga manual de condensados pode constituir uma situação a evitar na utilização do ar comprimido pela probabilidade elevada do mau funcionamento destes dispositivos no final de algumas horas de operação (agravadas por práticas deficientes de manutenção) e pela dependência do fator humano na realização das purgas. Esta última situação pode conduzir a perdas elevadas de ar comprimido ou a situações de deterioração da qualidade do ar comprimido pela ausência de purgas. Não se encontrando disponíveis dispositivos de leitura que permitam a situação ótima na realização das purgas manuais, propõe-se a instalação de purgadores eletrónicos sem perdas de ar.

Os filtros dispõem de purgas temporizadas, as quais constituem uma situação a evitar pelo desperdício de ar comprimido, uma vez que esta irá funcionar independentemente de ser necessária ou não. Poderá também verificar-se uma situação ainda mais gravosa que será a insuficiência de tempo de abertura que poderá conduzir à não drenagem total e eventual enchimento da tubagem com água.

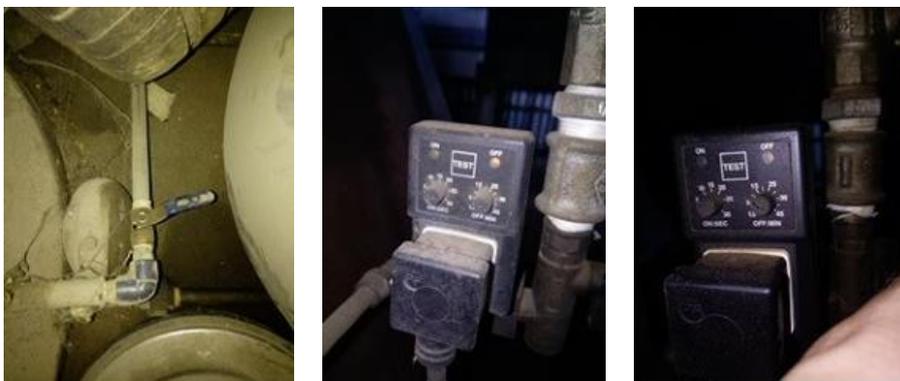


Figura 6.6 – Equipamentos de drenagem de condensados existentes na central de ar comprimido

De forma a estimar o volume de ar comprimido desperdiçado e custos associados nas purgas manuais foram utilizados os pressupostos identificados no quadro seguinte, tendo em conta 8760 horas de funcionamento.

Nº	Equipamento	Tempo total de descarga/operação (seg.)	Tempo de descarga (min/24horas)	Pressão (Bar)	Diâmetro de descarga (mm)	Fuga de ar comprimido (l/s)	Caudal de ar comprimido (m³/min)	Consumo de ar comprimido (m³/ano)	Consumo de energia (kWh/ano)	Custo do ar comprimido (€/ano)
1	Purga temporizada do filtro 1	10	10	7	8	80,0	4,66	16.994	2.258	264
2	Purga temporizada do filtro 2	10	10	7	8	80,0	4,66	16.994	2.258	264
3	Purga de bóia & manual do depósito	60	1440	7	1	1,0	0,06	29.470	3.915	458
4	Purga maq pintar 46	10	10	7	8	80,0	4,66	16.994	2.258	264
5	Purga maq pintar 48	10	10	7	8	80,0	4,66	16.994	2.258	264
6	Purga maq pintar 162	10	10	7	8	80,0	4,66	16.994	2.258	264
-	Total	-	-	-	-	-	-	114.442	15.203	1.779

Quadro 6.16 – Caracterização das purgas identificadas

No quadro seguinte apresenta-se o valor da economia de energia proposta, bem como a redução nos encargos, o investimento e o respetivo retorno.

	Energia Elétrica	
	(kWh/ano)	(€/ano)
Situação Atual	15.203	1.779
Situação Proposta	0	0
Total economia	15.203	1.779
Investimento (€)	1.800	
PRI (Anos)	1,0	

Quadro 6.17 – Economia anual (kWh, €), Investimento e Retorno Simples de Investimento

6.6 ELIMINAÇÃO DE FUGAS DE AR COMPRIMIDO

No decorrer do trabalho de campo foi possível detetar o desperdício de ar comprimido na rede (fugas e ineficiências na utilização), pelo que se recomenda aos responsáveis da manutenção, tão rápido quanto possível, a sua eliminação e a sensibilização de todo o pessoal, no sentido de evitar o desperdício de ar comprimido. Esta deverá ser complementada com formação aos colaboradores de forma a estes alertarem os serviços de manutenção para a eliminação das fugas existentes nos seus postos de trabalho.

De forma a quantificar a relevância do desperdício de ar comprimido, foi efectuada a medição do consumo da central na situação em que não existiram consumidores activos (ausência de produção). Este ensaio decorreu no período compreendido entre 3:15 e as 4:15 do dia 13/07/2019.

No gráfico seguinte apresenta-se o diagrama de carga correspondente ao período de ensaio para a determinação do desperdício em ar comprimido

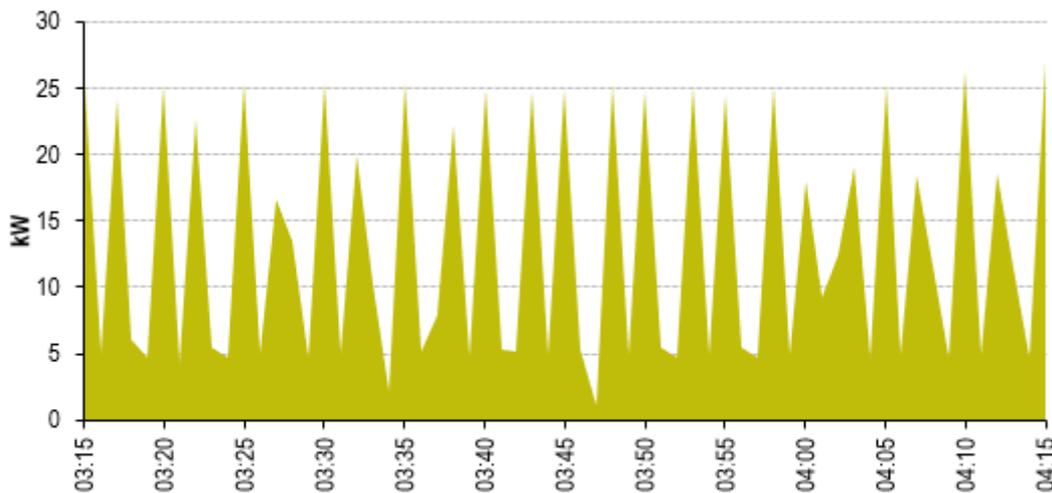


Figura 9.1 – Diagrama de carga no ensaio efetuado para quantificação do desperdício em ar comprimido

As fugas identificadas localizam-se sobretudo junto dos consumidores, nas válvulas, "records" flexíveis, ligadores rápidos e outros acessórios (ver figura seguinte que ilustra alguns exemplos de fugas de ar comprimido detetadas na instalação). De referir que a maioria das fugas podem ser detetadas e eliminadas pelos responsáveis e colaboradores da instalação.



Figura 6.7 – Exemplos de fugas detetadas na rede de Ar Comprimido

Com base no número de horas de funcionamento da instalação, o quadro seguinte apresenta o valor da economia de energia proposta, bem como a redução nos encargos, o investimento e o respetivo retorno para o cenário equacionado, assim como os indicadores de avaliação financeira. De referir que a avaliação efetuada pressupõe a existência de um consumo base permanente associado a fugas estimado em 8%.

	Energia Elétrica	
	(kWh/ano)	(€/ano)
Situação atual	92.279	10.798
Situação Proposta	72.682	8.505
Total economia	19.597	2.293
Investimento (€)	4.300	
PRI (Anos)	1,9	

Quadro 6.18 – Economia anual (kWh, €), Investimento e Retorno Simples de Investimento

6.7 REDUÇÃO DA TEMPERATURA DE ASPIRAÇÃO DOS COMPRESSORES DE AR

A redução de temperatura do ar de aspiração no compressor permite um aumento da quantidade de massa de ar que pode ser aspirada para o mesmo trabalho de compressão. Em consequência, a potência elétrica absorvida pelo compressor aumenta linearmente com o aumento da temperatura do ar.

Verificou-se no trabalho de campo que o ar de admissão é aspirado diretamente da sala dos compressores, a qual se encontra a uma temperatura mais elevada que o espaço exterior à sala, tal como se pode verificar pela observação do gráfico da medição da temperatura do ar na central.

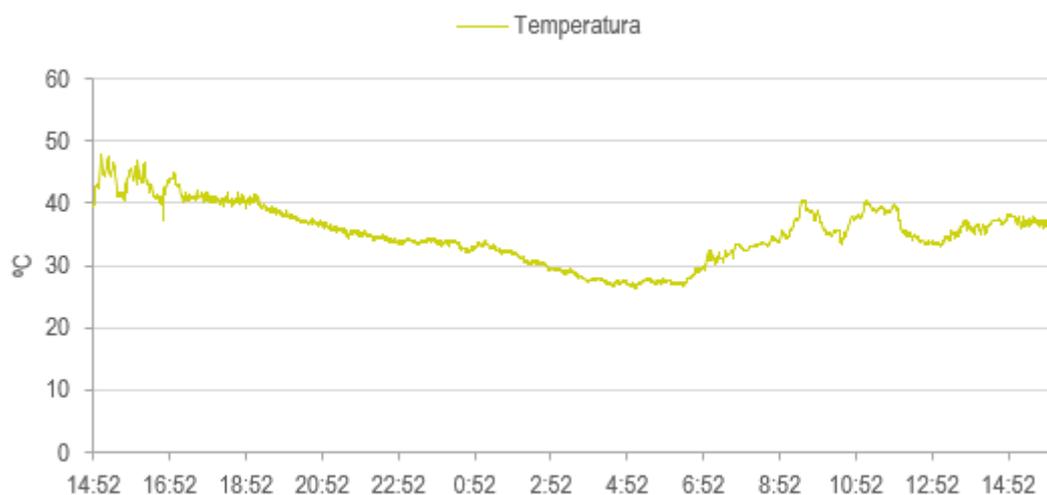


Figura 6.8 – Temperatura do ar na central de ar comprimido

Deste modo propõe-se que o ponto de aspiração do ar seja exterior ao espaço onde os compressores estão instalados, cuja temperatura é sempre mais elevada face ao ar atmosférico. Caso seja necessário canalizar o ar, a conduta a instalar deve ter o menor comprimento possível, isenta de curvas e ter grande diâmetro (diminuição das perdas de carga). O filtro de aspiração deve ser mantido limpo, requerendo-se uma avaliação periódica da sua condição.

De acordo com a localização da instalação foi obtido o perfil de temperatura exterior para avaliação do potencial existente na redução do consumo de energia. Assumindo que para cada 4°C de aumento na temperatura do ar de aspiração, o consumo de energia aumenta em 1% para obter o mesmo volume gerado, os dados seguintes sintetizam os resultados obtidos:

Tmédia interior (°C)	35,2
Consumo da central (kWh/ano)	360.562
Tmédia exterior (°C)	16,1
Potencial de Economia (%)	4,8%

Quadro 6.19 – Avaliação do potencial de economia por redução da temperatura de aspiração do ar

No quadro seguinte apresenta-se o valor da economia de energia proposta, bem como a redução nos encargos, o investimento e o respetivo retorno.

	Energia Elétrica	
	kWh/ano	€/ano
Situação Atual	360.562	42.191
Situação Proposta	343.324	40.174
Total economia	17.237	2.017
Investimento (€)	4.400	
PRI (Anos)	2,2	

Quadro 6.20 – Economia anual (kWh, €), Investimento e Retorno Simples de Investimento

7. CONCLUSÕES

A Auditoria Energética permitiu caracterizar os consumos de energia da instalação, identificando-os e quantificando-os de forma discriminada nos diferentes sectores e equipamentos mais relevantes.

Forma de Energia	Quantidade	tep	GJ	€	tCO ₂
Energia Elétrica (kWh)	5.407.038	1.162,5	19.465,3	632.696	2.541,3
Fuelóleo Pesado (kg)	438.740	419,0	17.549,6	193.752	1.356,0
Gasóleo / Diesel (m ³)	22	18,0	754,4	21.322	55,8
Total	-	1.599,5	37.769,4	847.770	3.953,1

Quadro 7.1 – Caracterização energética da instalação no ano de referência

A caracterização energética permitiu a obtenção dos indicadores energéticos da instalação, nomeadamente, consumos específicos de energia - CEE (kgep/t), Intensidade Energética - IE (kgep/VAB) e Intensidade Carbónica - IC (kg CO₂eq/tep).

Produto	Quantidade	Consumo de Energia	Intensidade Energética	Consumo Específico	Intensidade Carbónica
		(tep)	(kgep/€)	(kgep/m ²)	(tCO ₂ /tep)
Curtumes (m ²)	1.251.154	1.599,5	0,185	1,278	2,471

Quadro 7.2 – Indicadores Energéticos no ano de referência para os produtos identificados

Foi possível evidenciar a existência de diversas oportunidades de melhorar o desempenho energético da instalação, com a redução estimada do consumo de energia primária em 17%.

Sistemas	MURE	Economia anual		Investimento	PRI		
		tep	%			€/ano	tCO ₂
Sistema de Energia	6.1	23,7	1,5%	12.397	58,5	14.400	1,2
Iluminação	6.2	40,8	2,6%	22.212	89,2	47.600	2,1
Aquecimento de Processos – Vapor	6.3	182,4	11,4%	85.487	838,9	466.000	5,5
Ar Comprimido	6.4	13,6	0,9%	7.425	29,8	12.800	1,7
	6.5	3,3	0,2%	1.779	7,1	1.800	1,0
	6.6	4,2	0,3%	2.293	9,2	4.300	1,9
	6.7	3,7	0,2%	2.017	8,1	4.400	2,2
Total	-	271,8	17,0%	133.610	1.041	551.300	4,1

Quadro 7.3 – Impacte das Medidas de URE identificadas por sistema consumidor

As medidas identificadas permitem alcançar as metas definidas no regulamento do Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) conforme se ilustra no quadro seguinte.

Indicadores Energéticos	Consumo de Energia	Intensidade Energética	Consumo Específico	Intensidade Carbónica
	(tep)	(kgep/€)	(kgep/m ²)	(tCO2/tep)
Período de referência (2018)	1.599,5	0,185	1,278	2,471
Metas Legais (-6%)	1.503,6	0,174	1,202	2,471
Metas Alcançadas (-17%)	1327,8	0,154	1,061	2,193

Quadro 7.4 – Indicadores Energéticos para a Instalação

A instalação Couro Azul é uma entidade Consumidora Intensiva de Energia (CIE), estando sujeita às obrigações definidas pelo Decreto-Lei n.º 71/2008 que regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).

8. ANEXOS

8.1 ANEXO 1 – CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS DE URE NO PREN

Escalaão consumos: >1.000 tep; Anos implementação PREn: 8 anos; Ano Auditoria: 2019; Ano referência: 2018; Período implementação: 2019 - 2026

Medidas	Economia anual			Investimento (€)	PRI (anos)	PREN	Implementação das medidas							
	(tep)	(%)	(€)				2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
6.1 - Melhoria do Atual Sistema de Monitorização de Consumos	23,7	1,5%	12.397	14.400	1,2	X			X					
6.2 - Melhoria de Eficiência Energética no Sistema de Iluminação	40,8	2,6%	22.212	47.600	2,1	X		X						
6.3 - Otimização do Sistema de Arrefecimento das Calandras	182,4	11,4%	85.487	466.000	5,5	X				X				
6.4 - Instalação de Válvulas Inteligentes de Corte de Ar Comprimido	13,6	0,9%	7.425	12.800	1,7	X	X							
6.5 - Substituição de Purgas Convencionais Por Eletrónicas Capacitivas	3,3	0,2%	1.779	1.800	1,0	X	X							
6.6 - Eliminação de Fugas de Ar Comprimido	4,2	0,3%	2.293	4.300	1,9	X			X					
6.7 - Redução da Temperatura de Aspiração dos Compressores de Ar	3,7	0,2%	2.017	4.400	2,2	X		X						
Total	271,8	17,0%	133.610	551.300	4,1									

Quadro 8.1 – Cronograma de implementação das medidas de URE no PREn

Nota: No caso de instalações com consumo superior a 1000 tep, as medidas com um período de retorno do investimento (PRI) inferior ou igual a cinco anos devem ser implementadas nos primeiros três anos.

8.2 ANEXO 2 – OUTRA INFORMAÇÃO RELEVANTE

Referência	Equipamento	Marca	Modelo
CCE-A4		LEM	Analyst 3QC + Sondas de correntes Flexíveis (15A/150A/3000A)
CCE-A8 L1		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A8 L2		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A8 L3		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A9 L1		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A9 L2		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A

Referência	Equipamento	Marca	Modelo
CCE-A9 L3		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A10		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A11		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A13 L1		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A13 L2		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A13 L3		Chauvin Arnoux	CA 8334B + Sondas de corrente rígidas 200A
CCE-A14 L1		Chauvin Arnoux	Chauvin Arnoux C.A 8334 B + Sonda de correntes flexíveis 6500A

Referência	Equipamento	Marca	Modelo
CCE-A14 L2		Chauvin Arnoux	Chauvin Arnoux C.A 8334 B + Sonda de correntes flexíveis 6500A
CCE-A14 L3		Chauvin Arnoux	Chauvin Arnoux C.A 8334 B + Sonda de correntes flexíveis 6500A
CCE-A16 L1		Chauvin Arnoux	Chauvin Arnoux C.A 8334 B + Sonda de correntes flexíveis 6500A
CCE-A16 L2		Chauvin Arnoux	Chauvin Arnoux C.A 8334 B + Sonda de correntes flexíveis 6500A
CCE-A16 L3		Chauvin Arnoux	Chauvin Arnoux C.A 8334 B + Sonda de correntes flexíveis 6500A
CCE-DT4 C1		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT4 C2		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K

Referência	Equipamento	Marca	Modelo
CCE-DT5 C1		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT5 C2		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT6 C1		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT6 C2		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT7 C1		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT8 C1		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT8 C2		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K

Referência	Equipamento	Marca	Modelo
CCE-DT10 C1		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DT10 C2		Testo	175-T3 + Sondas de Temperatura Tipo K
CCE-DTH2		HOBO	FlexSmart
CCE-DTH3		Testo	175-H1

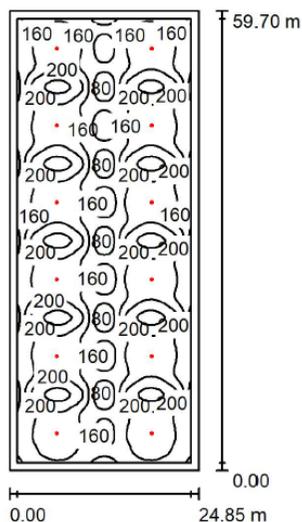
Quadro 8.2 – Lista de equipamentos utilizada

Pren	Consumo de Energia (tep)	Intensidade Energética (kgep/€)	Consumo Específico (kgep/t.)	Intensidade Carbónica (tCO ₂ /tep)
Período de referência (2018)	1.599,5	0,185	1,278	2,471
Metas Legais (-6%)	1.503,6	0,174	1,202	2,471
Metas Alcançadas (-17%)	1327,8	0,154	1,061	2,193

Quadro 8.3 – Indicadores energéticos das Mures para PReN



Ribeira / Resumo



Altura da sala: 9.500 m, Altura de montagem: 8.500 m, Factor de manutenção: 0.90

Valores em Lux, Escala 1:767

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano de uso	/	172	71	251	0.412
Solo	20	160	82	212	0.513
Tecto	70	27	17	31	0.648
Paredes (4)	50	40	18	141	/

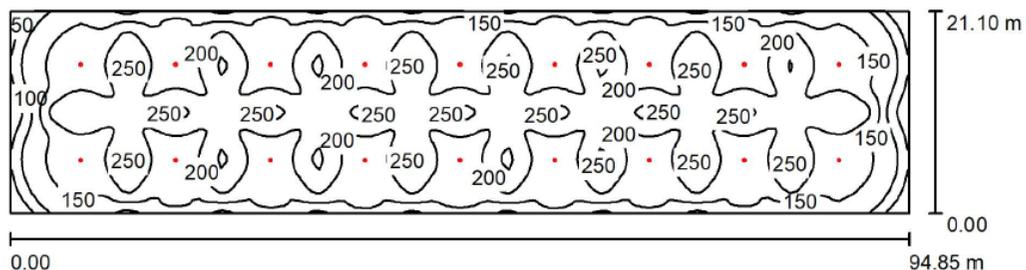
Plano de uso:	Altura:	1.000 m	UGR	Longitudinal-	Transversal	em relação ao
Grelha:	128 x 128 Pontos		Parede esquerda	26	26	eixo da
Zona marginal:	1.000 m		Parede inferior	26	26	luminária
			(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação (Factor de correcção)	Φ (Luminária) [lm]	Φ (Lâmpadas) [lm]	P [W]
1	12	TRILUX 2380 TB 20000-840 (1.000)	21698	21700	170.0
			Total: 260378	Total: 260400	2040.0

Potência específica: 1.38 W/m² = 0.80 W/m²/100 lx (Superfície básica: 1483.54 m²)

Fulons / Resumo



Altura da sala: 9.500 m, Altura de montagem: 8.500 m, Factor de manutenção: 0.90

Valores em Lux, Escala 1:679

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano de uso	/	184	20	257	0.110
Solo	20	179	35	284	0.197
Tecto	70	29	17	36	0.566
Paredes (4)	50	42	18	122	/

Plano de uso:

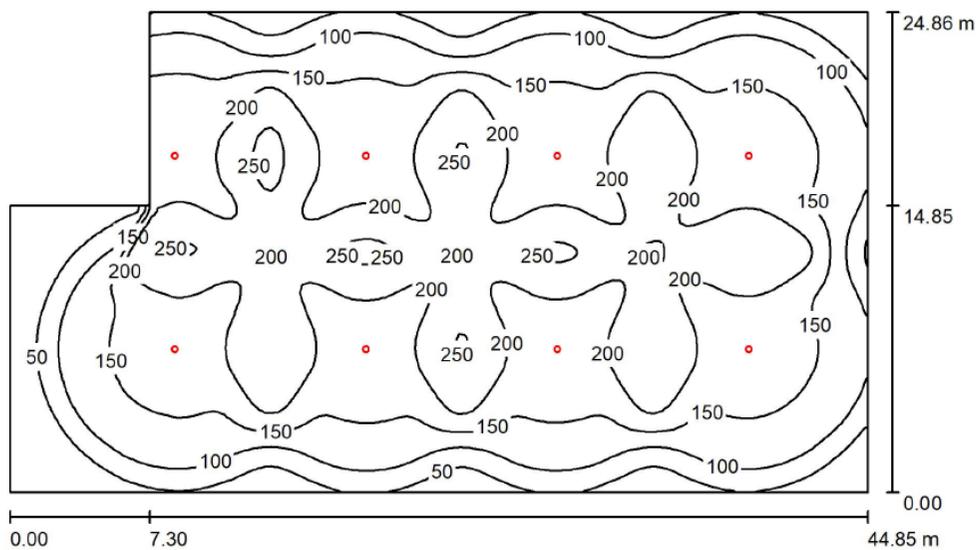
Altura: 1.000 m
Grelha: 128 x 128 Pontos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação (Factor de correcção)	Φ (Luminária) [lm]	Φ (Lâmpadas) [lm]	P [W]
1	18	TRILUX 2380 TB 20000-840 (1.000)	21698	21700	170.0
			Total: 390568	Total: 390600	3060.0

Potência específica: 1.53 W/m² = 0.83 W/m²/100 lx (Superfície básica: 2001.33 m²)

Cozinha / Resumo



Altura da sala: 9.500 m, Altura de montagem: 8.500 m, Factor de manutenção: 0.90

Valores em Lux, Escala 1:321

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano de uso	/	156	11	260	0.071
Solo	20	153	13	284	0.085
Tecto	70	24	12	42	0.471
Paredes (6)	50	31	11	1561	/

Plano de uso:

Altura: 1.000 m
Grelha: 128 x 128 Pontos
Zona marginal: 0.000 m

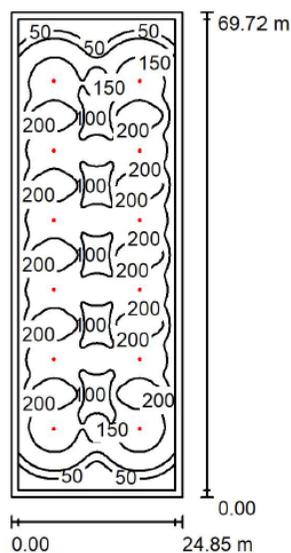
Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação (Factor de correcção)	Φ (Luminária) [lm]	Φ (Lâmpadas) [lm]	P [W]
1	8	TRILUX 2380 TB 20000-840 (1.000)	21698	21700	170.0
Total:			173586	173600	1360.0

Potência específica: $1.31 \text{ W/m}^2 = 0.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superfície básica: 1041.85 m^2)



Secagem / Resumo



Altura da sala: 9.500 m, Altura de montagem: 8.500 m, Factor de manutenção: 0.90

Valores em Lux, Escala 1:896

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano de uso	/	154	13	250	0.085
Solo	20	142	13	211	0.089
Tecto	70	23	11	30	0.488
Paredes (4)	50	28	13	102	/

Plano de uso:		UGR	Longitudinal-	Transversal	em relação ao eixo da luminária
Altura:	1.000 m				
Grelha:	128 x 128 Pontos				
Zona marginal:	1.000 m				
		(CIE, SHR = 0.25.)			

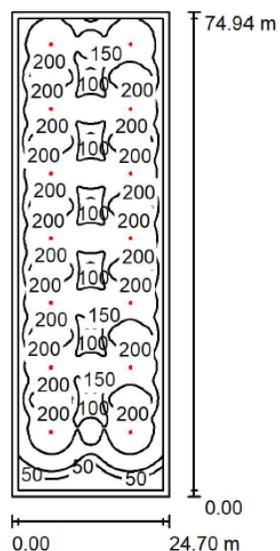
Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação (Factor de correcção)	Φ (Luminária) [lm]	Φ (Lâmpadas) [lm]	P [W]
1	12	TRILUX 2380 TB 20000-840 (1.000)	21698	21700	170.0
			Total: 260378	Total: 260400	2040.0

Potência específica: $1.18 \text{ W/m}^2 = 0.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superfície básica: 1732.72 m^2)



Acabamento / Resumo



Altura da sala: 9.500 m, Altura de montagem: 8.500 m, Factor de manutenção: 0.90

Valores em Lux, Escala 1:963

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano de uso	/	164	13	252	0.080
Solo	20	152	13	213	0.085
Tecto	70	25	11	31	0.453
Paredes (4)	50	35	12	136	/

Plano de uso:		UGR	Longitudinal-	Transversal	em relação ao eixo da luminária
Altura:	1.000 m	Parede esquerda	26	26	
Grelha:	128 x 128 Pontos	Parede inferior	26	26	
Zona marginal:	1.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de luminárias

N°	Unid.	Denominação (Factor de correcção)	Φ (Luminária) [lm]	Φ (Lâmpadas) [lm]	P [W]
1	14	TRILUX 2380 TB 20000-840 (1.000)	21698	21700	170.0
Total:			303775	303800	2380.0

Potência específica: $1.29 \text{ W/m}^2 = 0.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superfície básica: 1851.02 m^2)

