



# ESTUDO DE MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA NUMA INDÚSTRIA DO SETOR AUTOMÓVEL E METALOMECÂNICO

**DIOGO FERREIRA REGEDOR**

outubro de 2022

# **ESTUDO DE MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA NUMA INDÚSTRIA DO SETOR AUTOMÓVEL E METALOMECÂNICO**

Diogo Ferreira Regedor  
1160919

**2022**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# **ESTUDO DE MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA NUMA INDÚSTRIA DO SETOR AUTOMÓVEL E METALOMECÂNICO**

Diogo Ferreira Regedor  
1160919

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Energias Sustentáveis, realizada sob a orientação do Prof. Manuel Carlos Felgueiras.

**2022**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Doutora Nídia de Sá Caetano

Professora Coordenadora do Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutor Manuel Carlos Malheiro de Carvalho Felgueiras

Professor Adjunto do Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Supervisor**

Engenheiro Joaquim Guedes

Co-CEO da empresa Ecoinside – Solução em Ecoeficiência e Sustentabilidade, Lda.

## **Arguente**

Doutor José Rui da Rocha Pinto Ferreira

Professor Associado, Faculdade de Engenharia do Porto



## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram, de alguma forma na elaboração deste trabalho.

Quero agradecer ao orientador durante esta dissertação, Doutor Manuel Carlos Felgueiras que me veio acompanhar durante o desenvolvimento da dissertação e que possibilitou o meu crescimento e aquisição de novos processos de escrita e críticas que me fez melhorar ao longo do tempo da realização desta dissertação.

Um agradecimento à empresa Ecoinside mais em concreto ao Dr. António Cunha Pereira e ao Eng.º Joaquim Guedes, pela oportunidade de desenvolvimento da minha dissertação e pela possibilidade de trabalhar com uma boa equipa e pela possibilidade mostrada durante o tempo de dentro e fora da empresa e pela possibilidade de completar os meus conhecimentos.

Aos meus colegas e companheiros que me ajudaram em tempos difíceis e que fazem parte da minha vida. Um agradecimento em especial ao Diogo Florêncio, Pedro Moreira e à Cristiana Ribeiro, que me acompanharam e ajudaram nesta fase final do percurso académico.

Para finalizar um grande agradecimento aos meus pais pelo apoio incondicional.

O Prof. Manuel Carlos Felgueiras, orientador desta dissertação, é Membro Fundador do Núcleo de Investigação em Sistemas de Teste (LABORIS), depois incluído no Centro de Inovação em Engenharia e Tecnologia Industrial (CIETI, UIDB/04730/2020), uma unidade do ISEP reconhecida pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4202-5551>;

Scopus Author ID: [35145654700](https://orcid.org/0000-0002-4202-5551);

Web of Science Researcher [ID: R-5312-2016](https://orcid.org/0000-0002-4202-5551)

## **PALAVRAS-CHAVE**

ARCE; Auditoria energética; Eficiências energética; Medidas de racionalização de energia; SGCIE; Sustentabilidade

## **RESUMO**

Muitas atividades humanas requerem energia elétrica que é, principalmente, produzida a partir de combustíveis fósseis, o que provoca um aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera. A maioria dos países europeus está dependente dos combustíveis fósseis para corresponder às necessidades energéticas. O elevado consumo europeu atingiu o seu pico em 2006 e, para a resolução deste problema, o conselho europeu criou a diretiva nº2006/32/CE permitindo estabelecer um conjunto de medidas para promover a eficiência energética e reduzir o seu excessivo consumo. No caso de Portugal, e mesmo a nível mundial, um dos maiores consumidores são as instalações industriais, sendo responsáveis por uma das maiores percentagens de consumos energéticos. Para monitorizar os consumos de energia e promover também a eficiência energética por parte das instalações consumidoras intensivas de energia, o governo português implementou, posteriormente, em 2008 o Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de energia (SGCIE), que é regulado atualmente pelo Decreto-Lei nº 68-A/2015. Este decreto de lei obriga todas as empresas não Pequenas Médias Empresas (PME) e instalações consumidoras intensivas de energia (CIE) que não eram abrangidas anteriormente pelo Decreto-Lei no 71/2008 a realizarem uma auditoria energética com uma periodicidade de 4 anos.

Com a perspetiva de aplicar o Decreto-Lei nº 68-A/2015 realizou-se um trabalho no âmbito de estágio curricular na empresa Ecoinside, com o objetivo da realização de um estudo de medidas de racionalização de energia, como a respetiva análise de viabilidade económica. A auditoria foi realizada pela empresa, com base no Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), a uma indústria com consumos inferiores a 500 toneladas equivalentes de petróleo (tep). A empresa em estudo tem como produção primária a transformação de veículos comuns em veículos pré-hospitalares. Após analisar o caso de estudo, foi possível aplicar medidas que melhoraram a eficiência da instalação, reduziram as emissões de CO<sub>2</sub> e a poupança de energia.

É de referir que a instalação pode melhorar mais, uma vez que existem outros equipamentos com grandes consumos, tornando-se assim fulcral que haja o acompanhamento das medidas e que haja uma recolha de dados para a implementação de um novo Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARC).



**KEYWORDS**

ARCE; energy audit; Energy efficiency; energy rationalization measures; SGCIE; sustainability

**ABSTRACT**

Many human activities require electrical energy that is mainly produced from fossil fuels, which causes an increase in the concentration of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. Most European countries are dependent on fossil fuels to meet energy needs. The high European consumption reached its peak in 2006 and, in order to solve this problem, the European Council created Directive 2006/32/EC, allowing the establishment of a set of measures to promote energy efficiency and reduce its excessive consumption. In the case of Portugal, and even worldwide, one of the biggest consumers is industrial facilities, being responsible for one of the biggest percentages of energy consumption. In order to monitor energy consumption and also promote energy efficiency on the part of energy-intensive installations, the Portuguese government subsequently implemented, in 2008, the Intensive Energy Consumption Management System (SGCIE), which is currently regulated by the Decree- Law No. 68-A/2015. This decree law obliges all non-Small Medium Enterprises (SMEs) and energy intensive consuming installations (CIE) that were not previously covered by Decree-Law no 71/2008 to carry out an energy audit every 4 years.

With a view to applying Decree-Law nº 68-A/2015, work was carried out as part of a curricular internship at the company Ecoinside, with the objective of carrying out a study of energy rationalization measures, such as the respective feasibility analysis. economic. The audit was carried out by the company, based on the Management System for Intensive Energy Consumption (SGCIE), of an industry with consumption of less than 500 tons of oil equivalent (toe). The company under study has as its primary production the transformation of ordinary vehicles into pre-hospital vehicles. After analyzing the case study, it was possible to apply measures that improved the efficiency of the installation, reduced CO<sub>2</sub> emissions and energy savings.

It should be noted that the installation can be further improved, since there are other equipment with high consumption, thus making it essential to monitor the measures and to collect data for the implementation of a new Agreement for the Rationalization of Consumption of Energy (ARC).



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Siglas

A	Área
ARCE	Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia
As	Área da superfície
CE	Consumo Específico
CEE	Comunidade Económica Europeia
CELE	Sistema de Comércio de Licenças de Emissões
CIE	Consumidor Intensivo de Energia
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
cp	Calor específico
CRI	Índice de restituição cromática
DGAIEC	Direcção-Geral das Alfândegas e Impostos Especiais sobre o Consumo
ETAR	Estação de tratamento de águas residuais
FC	Fator de Conversão
FE	Fator de Emissão
GEE	Gases com Efeito de Estufa
IC	Intensidade Carbónica
IE	Intensidade Energética
INE	Instituto Nacional de Estatística
<i>L</i>	Comprimento
MRE	Medida de Racionalização de Energia
m	Massa
O <sub>2</sub>	Oxigénio
PCI	Poder Calorífico Inferior
PCS	Poder Calorífico Superior
PME	Pequena e média empresa
PREn	Plano de Racionalização do Consumo de Energia
PRI	Período de retorno de investimentos
RGCE	Regulamento de Gestão do Consumo de Energia
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
SGE	Sistema de Gestão de Energia
Ts	Temperatura absoluta
TIR	Taxa interna de retorno

$T_{viz}$	Temperatura da vizinhança
UE	União Europeia
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VAL	Valor atualizado líquido
$E$	Iluminação
$\Phi$	Taxa de fluxo luminoso
$\sigma$	Constante de Stefan-Boltzman
$\varepsilon$	Emissividade
$h$	Coeficiente de transferência de calor
$k$	Condutividade térmica do fluido
$\Delta t$	Diferença térmica
$\Delta x$	Espessura do objeto
$\Delta H_{vap}$	Entalpia específica de vaporização

#### Lista de Unidades

$\text{KgCO}_2$	Quilograma de dióxido de carbono
$\text{KgCO}_2/\text{ano}$	Quilograma de dióxido de carbono por ano
$\text{kVA}r\text{h}$	Energia reativa indutiva consumida durante um intervalo de tempo
min	Minuto
t	Tonelada
tep	Tonelada equivalente de petróleo
%	Porcentagem
€/kWh	Euro por quilowatt-hora
€/MWh	Euros por megawatt-hora
€/tep	Euros por tonelada equivalente de petróleo

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- COMPARAÇÃO ENTRE OS CONSUMOS DE ENERGIA E AS METAS ESTIPULADAS PARA 2020 E 2030 (ADAPTADO DE:) [4].	2
FIGURA 2 – EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> NO EU-27 COMPARANDO 3 GRANDES PRODUTOS FINAIS (2014-2017) [5].	3
FIGURA 3- PRINCIPAIS CONSUMIDORES DE ENERGIA EU-27 (2018) [8].	4
FIGURA 4- PRINCIPAIS CONSUMIDORES DE ENERGIA EM PORTUGAL (2018) (ADAPTADO DE:[9].	5
FIGURA 5 – DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA EM PORTUGAL [9].	6
FIGURA 6 – PAÍSES COM MAIOR DEPENDÊNCIA NA EUROPA, EM 2018 [9].	7
FIGURA 7 – ALTERAÇÕES LEGISLATIVAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS PARA A REDUÇÃO DE CONSUMOS ENERGÉTICOS E DE CO <sub>2</sub> .	12
FIGURA 8- METODOLOGIA PARA A OBTENÇÃO DA ARCE E OS VALORES DAS METAS DO PREN [12].	13
FIGURA 9 – DIFERENTES FASES DA UMA AUDITORIA ENERGÉTICA [18].	17
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DE TODAS AS ETAPAS PARA A OBTENÇÃO DA CERTIDÃO ISO 50 001 [21].	21
FIGURA 11-MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA [23].	26
FIGURA 12- TRANSFERÊNCIA DE CALOR ATRAVÉS DE UMA SUPERFÍCIE PLANA [22].	27
FIGURA 13– ESPECTRO DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA [22].	31
FIGURA 14 – VÁRIAS FASES DO PROCESSO DE ANODIZAÇÃO [25].	33
FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENTES FASES DO PROCESSO DA LACAGEM.	34
FIGURA 16 – PERÍODOS DE MAIOR E MENOR PROCURA ENERGÉTICA NAS DIFERENTES HORAS E NOS DIFERENTES DIAS DA SEMANA, DURANTE AS ESTAÇÕES DE INVERNO E VERÃO, RESPETIVAMENTE NO CICLO DIÁRIO [29].	40
FIGURA 17 – PERÍODOS DE MAIOR E MENOR PROCURA ENERGÉTICA NAS DIFERENTES HORAS E NOS DIFERENTES DIAS DA SEMANA, DURANTE AS ESTAÇÕES DE INVERNO E VERÃO, RESPETIVAMENTE NO CICLO SEMANAL [29].	40
FIGURA 18 -PERÍODO DE PROCURA DE ENERGIA AOS DOMINGOS NO CICLO SEMANAL [29].	40
FIGURA 19- RELAÇÃO ENTRE AS POTÊNCIAS E ENERGIAS COM OS VÁRIOS TIPOS DE TENSÕES ENCONTRADAS NAS EMPRESAS [31].	42
FIGURA 20- EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE A A I [35]–[43].	47
FIGURA 21- FEMTO ECT D6 (SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO) [44].	48
FIGURA 22 – VÁRIAS SECÇÕES DA EMPRESA EM ESTUDO.	52

FIGURA 23– PAVILHÃO PRINCIPAL .....	53
FIGURA 24-PERCURSO FEITO NA CONSTRUÇÃO DE UM VEÍCULO PRÉ-HOSPITALAR E A AS SUAS VÁRIAS FASES.....	54
FIGURA 25-EQUIPAMENTO DE AR COMPRIMIDO .....	54
FIGURA 26-UNIDADE DE SECAGEM DO AR COMPRIMIDO .....	55
FIGURA 27-ZONA DE ANODIZAÇÃO.....	56
FIGURA 28-VOLUME DE GÁS NATURAL USADO PELA EMPRESA NOS ANOS DE 2019 E 2020.....	64
FIGURA 29-CUSTOS ESPECÍFICOS DAS DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS UTILIZADAS NOS ANOS 2019. ....	69
FIGURA 30- CUSTOS ESPECÍFICOS DAS DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS UTILIZADAS NOS ANOS 2020. ....	69
FIGURA 31- CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA EM CADA MÊS DO ANO 2020. ....	72
FIGURA 32- RECOLHA DE DADOS POR UM ANALISADOR DE ENERGIA. ....	74
FIGURA 33-DIAGRAMA DE CARGA DO RETIFICADOR. ....	75
FIGURA 34-DIAGRAMA DE CARGA DO LASER.....	76
FIGURA 35- DIAGRAMA DE CARGAS DA LACAGEM. ....	77
FIGURA 36- DIAGRAMA DE CARGA DO COMPRESSOR. ....	78
FIGURA 37-DIAGRAMA DE CARGA DO LAVADOR DE GASES. ....	79
FIGURA 38-DIAGRAMA DE CARGA DO CHILLER. ....	80
FIGURA 39-VARIAÇÃO DO CONSUMO MENSAL DO GÁS NATURAL PELOS RESPECTIVOS EQUIPAMENTOS.	88
FIGURA 40 -ESQUEMA DO CIRCUITO DE ARREFECIMENTO DA ÁGUA DOS BANHOS DE ANODIZAÇÃO. ...	90

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1- EXEMPLOS DE VALORES DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA PARA ALGUNS MATERIAIS, A 300 K [22]. .....	28
TABELA 2 – DIFERENTES TIPOS DE CONVECÇÃO NATURA E OS SEUS RESPECTIVOS COEFICIENTES [22]. ...	29
TABELA 3-VALORES DA EMISSIVIDADE DE ALGUMAS SUPERFÍCIES A 300 K [22]. .....	32
TABELA 4– RESUMO DOS VALORES DA RELAÇÃO ENTRE REAGENTE E OS PRODUTOS [7]......	38
TABELA 5-ESCALÕES E OS SEUS RESPECTIVOS FATORES MULTIPLICATIVOS [7] .....	42
TABELA 6 – LÂMPADAS E SUAS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS [32]. .....	44
TABELA 7 – LÂMPADAS E SUAS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS PORMENORIZADAS [7]......	44
TABELA 8 -DESCRIÇÃO DOS BANHOS DE ANODIZAÇÃO. ....	56
TABELA 9- QUANTIDADE DE ALUMÍNIO TRATADO EM RELAÇÃO AO ANO DE 2020. ....	57
TABELA 10-DESCRIÇÃO DOS BANHOS DA LACAGEM. ....	57
TABELA 11- QUANTIDADE DE ALUMÍNIO TRATADO EM (M <sup>2</sup> ) PELO PROCESSO DE LACAGEM NO ANO 2020. .....	58
TABELA 12 – FONTES DE ENERGIA QUE SÃO UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PERCENTAGENS. ....	59
TABELA 13-PREÇO DOS DIFERENTES PERÍODOS CONSUMIDA EM CADA EMPRESA. ....	60
TABELA 14 -VALORES DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA AO LONGO DOS VÁRIOS PERÍODOS HORÁRIOS DO ANO 2019. ....	60
TABELA 15 - VALORES DA ENERGIA ELÉTRICA CONSUMIDA AO LONGO DOS VÁRIOS PERÍODOS HORÁRIOS DO ANO 2020. ....	61
TABELA 16 – VALORES DO PODER CALORIFICO SUPERIOR (PCS) E OS VOLUMES DE GÁS NATURAL CONSUMIDOS NOS ANOS DE 2019 E 2020. ....	62
TABELA 17-VOLUME DE GASÓLEO UTILIZADA EM (L) NOS ANOS DE 2019 E 2020. ....	64
TABELA 18– VOLUMES DE GASÓLEO NA ZONA DE PRODUÇÃO NO A NO DE 2019 E 2020. ....	65
TABELA 19- CONSUMOS EM TEP DAS VÁRIAS FONTES ENERGÉTICAS UTILIZADAS E SUAS RESPECTIVAS PERCENTAGENS ANO 2019. ....	66
TABELA 20 -CONSUMOS EM TEP DAS VÁRIAS FONTES ENERGÉTICAS UTILIZADAS E SUAS RESPECTIVAS PERCENTAGENS. ....	67
TABELA 21 -CONSUMO TOTAL EM TEP, REFERENTE AO ANO 2020. ....	67
TABELA 22 - CUSTO ESPECÍFICO DAS VÁRIAS FONTES ENERGÉTICAS NOS ANOS 2019. ....	68
TABELA 23- CUSTO ESPECÍFICO DAS VÁRIAS FONTES ENERGÉTICAS NOS ANOS 2020. ....	68

TABELA 24 - MÉDIA DOS CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA ANUAL, POR PERCENTAGEM, EM 2020 .....	70
TABELA 25-VOLUME DE GASES EMITIDO NOS ANOS 2019 E 2020, RESPECTIVAMENTE. ....	70
TABELA 26- CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA NO ANO DE 2020. ....	71
TABELA 27- INTENSIDADE ENERGÉTICA NO ANO 2020 E A METAS FUTURAS.....	73
TABELA 28- COMPARAÇÃO DOS VALORES DA INTENSIDADE CARBÓNICA ENTRE O ANO DE 2019 E 2020. .....	73
TABELA 29-SOMATÓRIOS DAS TARIFAS DA ENERGIA ATIVA E DA REDE.....	84
TABELA 30-VALOR DAS TARIFAS MÉDIAS. ....	85
TABELA 31-VALORES FINAIS DO CONSUMO E DOS CUSTOS DA ILUMINAÇÃO ATUAL E PREVISTA. ....	85
TABELA 32- RESULTADOS FINANCEIRO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA UNIDADE FOTOVOLTAICA...	87
TABELA 33- RESUMO DOS VÁRIOS PERÍMETROS DAS UNIDADES DE QUEIMA.....	89
TABELA 34- EQUIPAMENTOS IDENTIFICADOS COM BAIXA FATOR DE POTÊNCIA.....	92
TABELA 35 – RESUMO DAS ANÁLISES DAS POUPANÇAS ANUAL, INVESTIMENTOS E <i>PAYBACKS</i> DAS MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO.....	94

## Índice

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Sustentabilidade.....	1
1.2	Enquadramento atual .....	2
1.3	Contextualização histórica .....	5
1.4	Conteúdo da dissertação .....	7
2	ENQUADRAMENTO LEGAL E ENERGÉTICO.....	11
2.1	Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia.....	11
2.1.1	Consumidores Intensivos de Energia .....	13
2.1.2	Organização e funcionamento do SGCIE .....	14
2.1.3	Benefícios, incentivos e incumprimentos.....	15
2.1.4	Auditoria energética.....	16
2.1.5	Metodologia para a obtenção de uma auditoria energética .....	17
2.1.6	Indicadores energéticos .....	20
2.2	ISO 50 001 .....	21
3	CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	25
3.1	Transferência de calor.....	25
3.1.1	Condução térmica .....	27
3.1.2	Convecção de calor .....	28
3.1.3	Radiação térmica.....	30
3.2	Processo de fabrico .....	32
3.2.1	Anodização .....	33
3.2.2	Lacagem.....	34
3.3	Combustão .....	35

3.3.1	Relação ar/ combustível .....	36
3.3.2	Combustão completa .....	36
3.3.3	Combustão incompleta .....	36
3.4	Consumo de energia elétrica .....	38
3.4.1	Períodos horários da eletricidade .....	39
3.4.2	Energia Ativa e Reativa .....	41
3.5	Sistema de iluminação .....	43
3.5.1	Luminotecnia.....	43
3.6	Instrumentos de medição .....	45
3.6.1	Instrumentos utilizados para a realização da auditoria energética .....	45
3.6.2	Sistemas de monitorização.....	48
4	CASO DE ESTUDO .....	51
4.1	Apresentação da empresa Ecoinside .....	51
4.2	Estrutura da empresa em estudo.....	51
4.3	Anodização .....	55
4.4	Lacagem .....	57
4.5	Consumos energéticos .....	58
4.5.1	Energia elétrica.....	58
4.5.2	Gás natural .....	62
4.5.3	Gasóleo.....	64
4.5.4	Comparação dos consumos energéticos em anos consecutivos.....	66
4.5	Custo energético .....	68
4.6	Volume de GEE gerado.....	70
4.7	Indicadores energéticos .....	71
4.7.1	Consumo específico de energia.....	71
4.7.2	Intensidade energética.....	73
4.7.3	Intensidade carbónica .....	73
4.8	Diagrama de cargas.....	74

4.8.1	Retificador .....	75
4.8.2	Laser .....	76
4.8.3	Lacagem.....	77
4.8.4	Compressor .....	78
4.8.5	Lavador de gases .....	79
4.8.6	Chiller .....	80
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>83</b>
5.1	Medidas de racionalização.....	83
5.1.1	Iluminação .....	83
5.1.2	Dimensionamento de unidades fotovoltaicas.....	86
5.1.3	Produção de calor e frio .....	88
5.1.4	Sistemas de monitorização.....	91
5.1.5	Implementação de uma bateria de condensadores.....	91
5.2	Sumário .....	93
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>99</b>
6.1	Conclusão .....	99
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>103</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>
8.1	Apêndice A – Ciclo semanal dos fornecimentos em Portugal .....	109
8.2	Apêndice B – Levantamento das características dos equipamentos.....	110
8.3	Apêndice C – Proposta de investimento para a iluminação .....	111
8.4	Apêndice D – Volumes consumidos pelos equipamentos de queima .....	113
8.5	Apêndice E – Dimensionamento da unidade fotovoltaica.....	113
8.6	Apêndice F- Cálculos do dimensionamento da bateria de condensadores.....	115



# INTRODUÇÃO

- 1.1 Sustentabilidade e eficiência energética
- 1.2 Enquadramento atual
- 1.3 Contextualização histórica
- 1.4 Conteúdo da dissertação



# 1 Introdução

Atualmente existe um grande paradigma socioeconómico e ambiental devido ao avanço abrupto da evolução tecnológica, que teve destaque na primeira revolução industrial que ocorreu no século XVIII. Este acontecimento surge devido a muitos fatores, sendo que o principal é o uso de combustíveis fósseis como fonte primária e fundamental de energia. Com o uso deste recurso houve um aumento na qualidade de vida na sociedade e com esse desenvolvimento, começou-se a criar uma dependência e uma procura elevada, o que levou a um aumento dos preços deste recurso e conseqüentemente teve um grande impacto no setor dos recursos enérgicos.

Com a grande utilização dos combustíveis fósseis e com os problemas ambientais que foram criados devido ao seu uso exaustivo, procuraram-se novas opções que conseguissem ser mais facilmente suportadas tanto pela sociedade como para os setores de atividade económica. Deste modo houve uma necessidade de criar métodos para a otimização da utilização de recursos, de forma a diminuir o impacto económico, tornar os preços mais competitivos e também diminuir a influência que este impacto tem no meio ambiente. Tornou-se assim imperativo fazer análises à utilização dos recursos enérgicos, de forma a fazer uma melhor implementação de medidas e, por sua vez, uma melhor racionalização. Com o intuito de aplicar estas medidas foi realizado um trabalho de auditoria enérgica liderada pela empresa Ecoinside. Esta é uma empresa de renome na área de implementação de soluções sustentáveis e de ecoeficiência a partir do desenvolvimento inteligente de projetos e de soluções com base em tecnologias inovadoras. Estas medidas foram implementadas na empresa em estudo na qual é responsável pela transformação de automóveis em veículos pré-hospitalares, com o intuito de reduzir os gastos enérgicos, diminuição de CO<sub>2</sub> formado e aumento da eficiência enérgica.

## 1.1 Sustentabilidade

Atualmente, muitas empresas começam a preocupar-se, cada vez mais, com o meio ambiente, procurando novos métodos para diminuir os seus consumos enérgicos, favorecendo a sustentabilidade e reduzindo custos [1]. Uma das formas mais eficazes para essa diminuição é a prática da eficiência enérgica. Esta consiste em realizar uma ou mais tarefas utilizando menores consumos enérgicos, com a ajuda da tecnologia atual. Atualmente existem muitas possibilidades que geram energias de forma eficiente.

O termo sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável, tem aparecido cada vez mais devido à sua importância social, económica e ambiental. É imperativo manter um desenvolvimento sustentável, visto que é aquele que vai permitir à geração atual satisfazer todas as suas necessidades sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Atualmente, a sociedade é consumista, provocando um grande consumo de recursos naturais. Como resultado dos elevados consumos a capacidade de regeneração de recursos naturais pelo planeta fica comprometido e não consegue acompanhar a procura exigida pela sociedade. Muitos dos recursos utilizados são considerados finitos, e devido à sua elevada extração estão comprometidos, pelo que é necessário que haja a aplicação de planos e estratégias para um desenvolvimento sustentável. É premente a implementação de estratégias nacionais para o desenvolvimento sustentável, tendo sido um apelo das Nações Unidas e da União Europeia, entre outras entidades [1]–[3].

## 1.2 Enquadramento atual

Com base nos dados fornecidos pelo EUROSTAT, pode-se observar que o consumo de energia líquida nos EU-27, relativo ao ano 2019, foi de 984 Mtep, o qual representa mais 2,6% da meta apresentadas para 2020 e mais 16,3% do que previsto para as metas 2030. Comparado com os valores de consumos finais na EU-27 do ano de 2018 consegue-se ver uma diminuição [4].

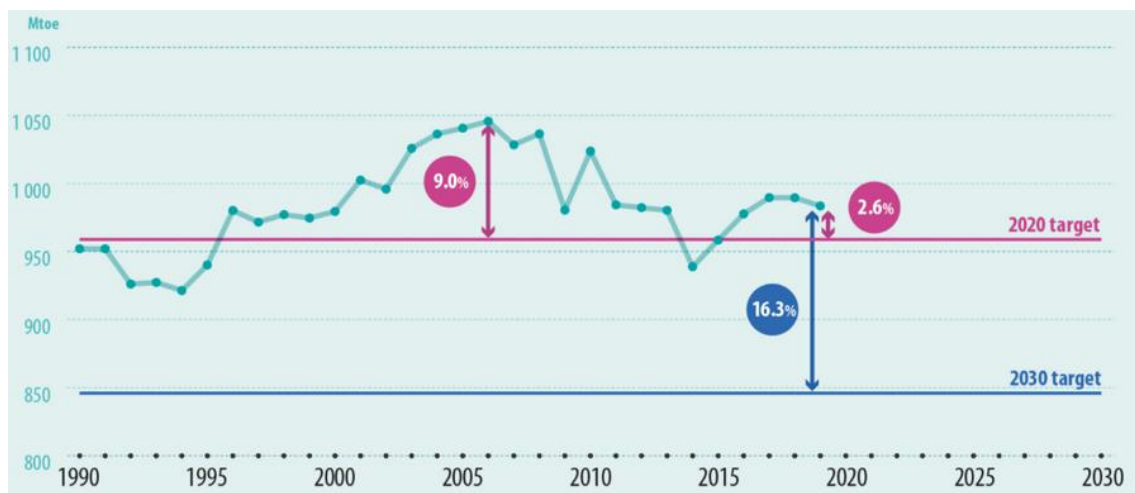


Figura 1- Comparação entre os consumos de energia e as metas estipuladas para 2020 e 2030 (Adaptado de:) [4].

Na Figura 1 é possível observar as metas pretendidas para o ano de 2020 e consequentemente para o ano 2030, sendo respetivamente 959 Mtep e 846 Mtep. Conseguimos comparar os valores desde 1990-2019 e também como se relacionam com as metas estipuladas.

Um dos objetivos que se pretende alcançar com a diminuição da energia produzida é a diminuição do CO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera. Através dos estudos efetuados ao longo dos últimos anos, destacaram-se três setores na contribuição para a elevada percentagem de emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Estes setores são a produção de energia, construção civil e setor alimentar. Na Figura 2 estão evidenciadas as emissões de CO<sub>2</sub> que cada setor realizou entre os anos 2014 e 2019. Nesta Figura podemos observar que, ao longo desses cinco anos, houve uma diminuição das emissões entre 2017 e 2019 por parte do setor energético e uma menor diminuição por parte dos setores da construção civil e alimentar.

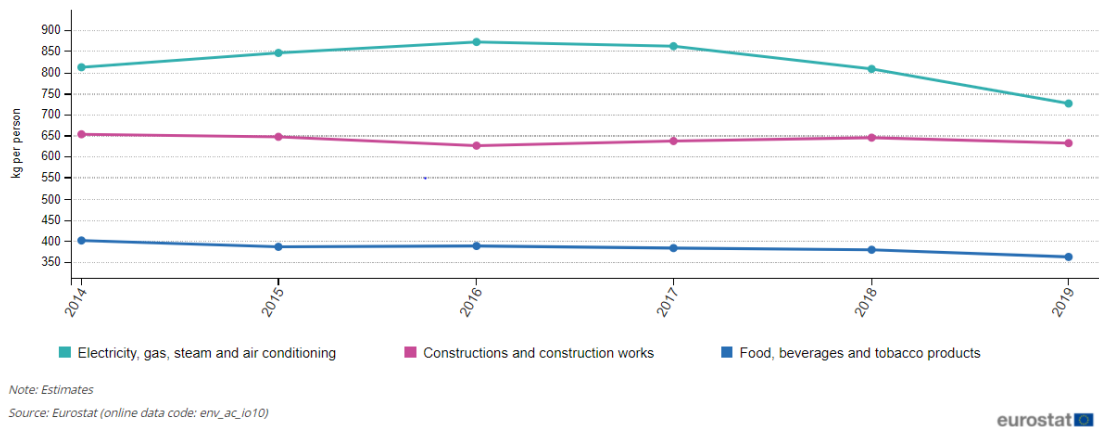


Figura 2 – Emissões de CO<sub>2</sub> no EU-27 comparando 3 grandes produtos finais (2014-2017) [5].

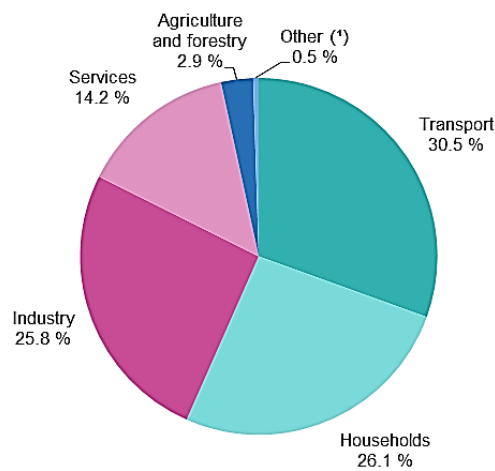
Pelos dados emitidos recentemente pela Comissão Europeia, conseguiu-se observar uma redução das emissões de gases com efeito de estufa em 2019. Segundo esses dados, a emissão de gases com efeito estufa na UE-27 diminuíram 3,7% numa base anual, com isto podemos concluir que houve uma redução dessas emissões equivalente a 24% em relação a 1990.

O Sistema de Comércio de Licenças de Emissões (CELE) registou uma grande diminuição destas emissões em 2019, o qual desceu 9,1%, ou seja, 152 milhões de toneladas equivalentes de dióxido de carbono (Mt CO<sub>2</sub>eq) comparado com 2018. Esta descida foi possível, principalmente, devido ao setor energético que teve um impacto substancial na diminuição destas emissões, próximo dos 15%. Esta diminuição de emissões resulta da substituição parcial do carvão por energias renováveis para a produção de eletricidade. As emissões provenientes da indústria reduziram cerca de 2% [6].

Com isto, consegue-se constatar que existe uma tendência na substituição dos combustíveis fósseis pelas energias limpas sem que os setores sofressem alterações a nível de produção, ou seja, conseguiram conciliar a diminuição das emissões de gases com efeito estufa com a manutenção da produção. Com os dados apresentados anteriormente, é possível constatar a importância do estudo e a implementação de Medidas de Racionalização Energia (MRE) no aumento da eficiência energética e por sua vez na diminuição dos Gases Efeito Estufa (GEE) [7].

Através dos estudos desenvolvidos pela Eurostat em 2018, conseguimos determinar a existência de setores com grandes consumos de energia na sua forma final, sendo estes os setores dos transportes, doméstico, industrial, serviços, agricultura, entre outros. Na Figura 3 é possível observar a distribuição dos consumos de energia na sua forma final em percentagem em todos os setores consumidores. Na europa é possível observar que o setor com maior consumo de energias é o setor dos transportes com 30,5%, seguidos do setor doméstico com 26,1% e o setor de indústria com 25,8%, no ano de 2018.

**Final energy consumption by sector, EU-27, 2018**  
(% of total, based on tonnes of oil equivalent)



(\*) Data on "international aviation" are not included in category Transport and hence are included in the category "Other".

Source: Eurostat (online data code: nrg\_bal\_s)

eurostat 

Figura 3- Principais consumidores de energia EU-27 (2018) [8].

Através dos dados fornecidos pela DGEG relativos ao ano de 2018, e apresentados na Figura 4, identificam-se os setores consumidores de energia em Portugal, podendo observar que o setor predominante continua a ser o dos transportes com 35,7%, seguido do setor industrial com 29,5% e o setor doméstico com 17,7% [9].

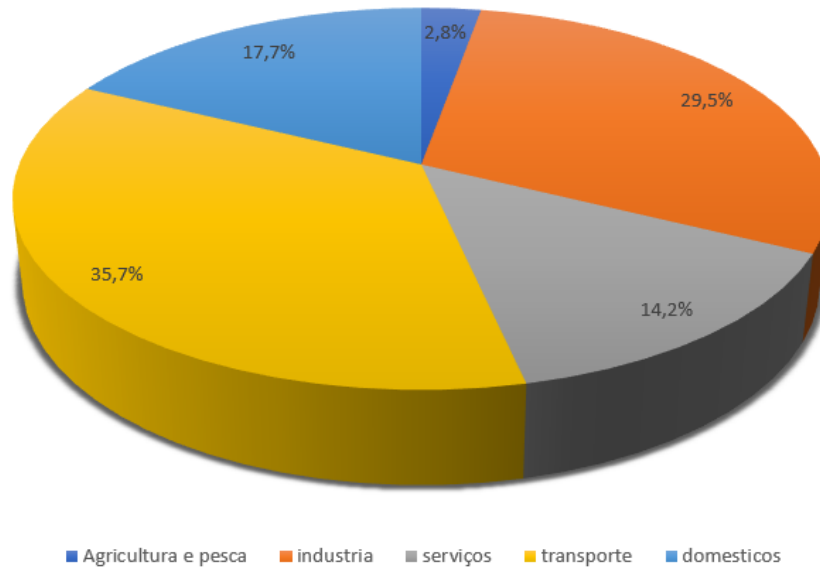


Figura 4- Principais consumidores de energia em Portugal (2018) (Adaptado de:[9]).

### 1.3 Contextualização histórica

Devido à crise do petróleo que ocorreu na década de 70 mais concretamente entre 17 de outubro 1973 – 18 março de 1974, houve um aumento substancial do preço do barril de petróleo, o qual chegou a aumentar até 400%. Com os problemas causados pelos elevados custos da fonte primária na época, originou um défice comercial em toda a Europa e nas indústrias relacionadas diretamente com o petróleo. Com este défice a Europa entrou num estado de estagnação, resultando em inúmeras falências e na crise das indústrias que estavam na base de arranque da revolução industrial, tais como a siderurgia, a metalurgia, os têxteis e derivados destas. Para mitigar este problema a Comunidade Económica Europeia (CEE) fez um alerta para a dependência energética.

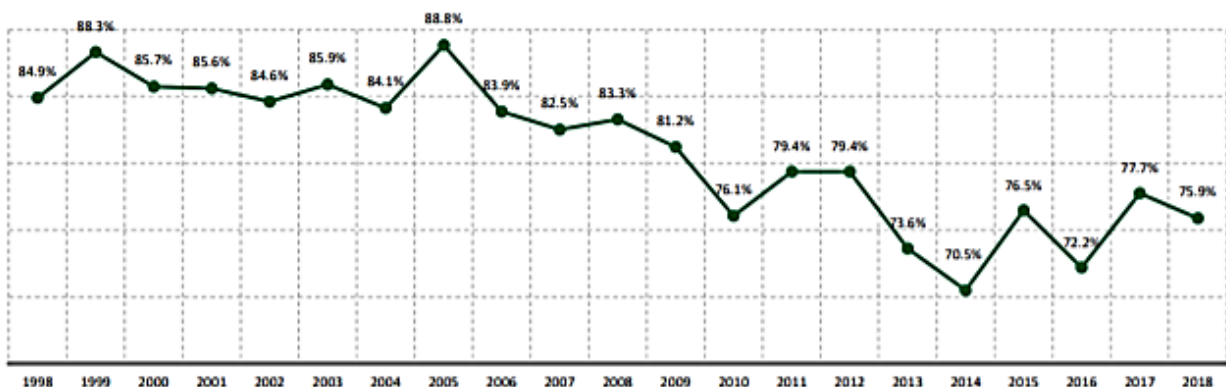
No caso português para solucionar este problema, foi lançado um decreto-lei nº58/1982. Este documento visa a implementação de medidas para um melhoramento à gestão de energia, na qual constitui um meio eficaz para minorar as dificuldades resultantes da crise energética, utilizando técnicas de custo não elevado, de fácil aplicação e de resultados positivos a curto prazo. Estes investimentos envolvidos traduzem-se em ações de economia efetiva de energia ao nível das empresas que os suportam, tornando-se afinal, a muito curto prazo, em benefício dos próprios consumidores. Este decreto de lei com o regulamento da Portaria 359/82, de 7 de abril criaram o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (RGCE), no qual tem como principal objetivo instaurar nos agentes económicos, a análise da energia como facto de custo, estabelecendo uma metodologia de intervenção para a gestão dos consumos específicos energéticos. Através de implementação de exames das condições de

utilização de energias (auditorias energéticas) em empresas ou instalações consumidoras intensivas de energias, é estabelecido um plano de racionalização. Este plano consiste num conjunto de planos e/ou cumprimentos obrigatórios dados às empresas para que haja uma evolução ao nível dos consumos intensivos de energia, num determinado prazo e para que seja possível no futuro definir novas metas. Encontra-se abrangida por este regulamento toda e qualquer instalação consumidora de energia em relação à qual se verifique uma das seguintes condições:

- Tenha um consumo energético anual superior a 1000 tep (tonelada equivalente de petróleo);
- Tenha equipamentos cuja soma dos consumos energéticos nominais exceda 0,5 tep/hora;
- Tenha um equipamento cujo consumo energético nominal exceda 0,3 tep/hora.

Segundo este regulamento as empresas que oficialmente estão registadas são obrigadas à realização deste exame com a periodicidade de 5 em 5 anos [7].

Na Figura 5 é possível observar que em Portugal existe uma grande dependência energética, a qual rondam os valores de 70% - 90%, consequência da inexistência de produção nacional de fontes de energia fósseis, como o petróleo ou gás natural, que têm um peso muito significativo no consumo total de energia primária. A aposta nas energias renováveis e na eficiência energética tem permitido a Portugal baixar a sua dependência energética para níveis inferiores a 80%. Na Figura 6 é possível comparar os vários países da União Europeia (EU-28) em relação à dependência energética, e verificou-se que em 2018, Portugal ocupava a 7ª posição dos países com a maior dependência energéticas, mais 20% comparado com a média da EU-28 [9].



Fonte: DGEG

Figura 5 – Dependência energética em Portugal [9].

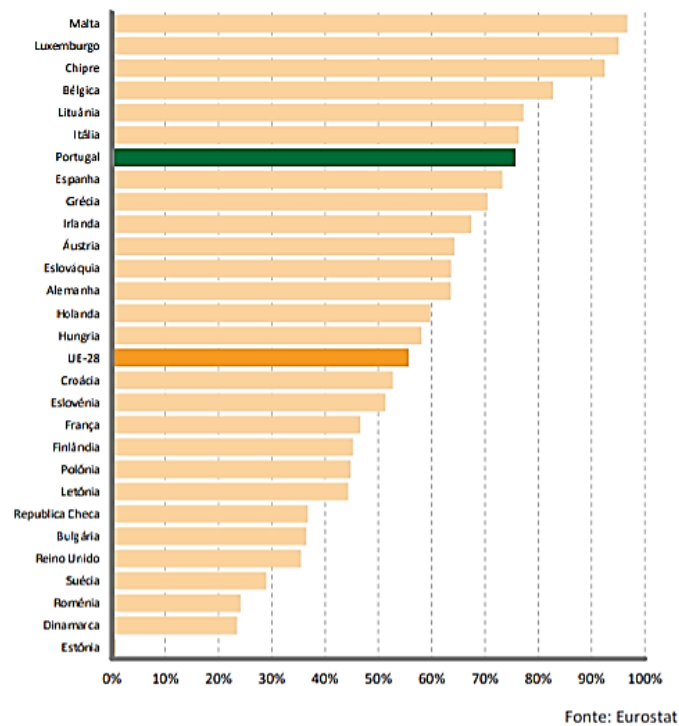


Figura 6 – Países com maior dependência na Europa, em 2018 [9].

## 1.4 Conteúdo da dissertação

Esta dissertação tem como o objetivo o estudo de MRE a uma empresa do setor automóvel e metalomecânico e vai estar dividida em seis capítulos. Na Introdução realizou-se uma pequena introdução ao tema das energias e é feita uma pequena abordagem histórica e atual dos consumos energéticos na União europeia e também no caso particular de Portugal. No segundo capítulo é feito um enquadramento legal e é abordado o sistema de gestão de energia em Portugal, assim como também é referido a organização e o funcionamento do SGCIE, é realizado também uma pequena introdução ao tema das auditorias energéticas. No terceiro capítulo foi feito um levantamento dos conceitos fundamentais, que permitem entender melhor os temas tratados de forma a facilitar a sua compreensão. Alguns dos temas abordados no capítulo 3 foram: transferências térmicas, processos de combustão, sistemas de iluminação e instrumentos de medição. No capítulo 4 é realizado o processamento dos dados retirados em campo com os objetivos de analisar os consumos energéticos, calcular os índices energéticos e analisar os equipamentos presentes na empresa tanto a nível de quantidade como de consumo energético. No capítulo 5 é feito o estudo das possíveis medidas de racionalização de energia, sendo calculado o valor da redução de consumo energético, investimentos e *paybacks*. No último capítulo é realizada a conclusão e os possíveis trabalhos futuros.



# ENQUADRAMENTO LEGAL E ENERGÉTICO

- 2.1 Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia
- 2.2 ISO 50 001



## 2 Enquadramento legal e energético

Neste capítulo apresentar-se-á matéria relativa aos consumos intensivos de energia, tendo em conta a legislação atual, como é realizada uma auditoria energética referindo a sua metodologia, os seus benefícios e incentivos, e no caso de incumprimento por parte da empresa, as suas punições. Na parte final deste capítulo vai ser abordado a ISO 50 001, sendo esta a norma que constitui uma referência para a implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE).

### 2.1 Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

O Parlamento e o Conselho Europeu estabeleceram um conjunto de medidas para promover a eficiência energética, com a finalidade de cumprir as metas energéticas estipuladas e monitorizar os consumos energéticos dos CIE. Para essa finalidade, o Parlamento Europeu criou a Diretiva nº2006/32/CE. Foi criado à posteriori em 2008 o Sistema de Gestão de consumos intensivos de energia, para complementar o primeiro Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) como medida para a promoção da eficiência energética. Com a publicação da diretiva 2018/2002 veio-se a alterar a Diretiva 2012/27/EU de 14 de novembro de 2012 do Parlamento Europeu e do Conselho que tinha como referência a eficiência energética, que por sua vez veio a alterar as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/EU e revogou a Diretiva nº2006/32/CE [7], [10].

O Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) é regulado pelo Decreto-Lei nº 71/2008, de 15 de abril, que foi alterado pela Lei n.º 7/2013 de 22 de janeiro e pelo Decreto-Lei n.º 68-A/2015, de 30 de abril. Este sistema é uma das medidas previstas no Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), que revoga o antigo Regulamento da Gestão do Consumo de Energia (RGCE, criado pelo Decreto-Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro e regulamentado pela Portaria n.º 359/82, de 7 de Abril) [11].

Através da Figura 7 podemos observar a evolução das leis para a redução de energia e de emissões de CO<sub>2</sub> desde 2006 até a um futuro próximo.

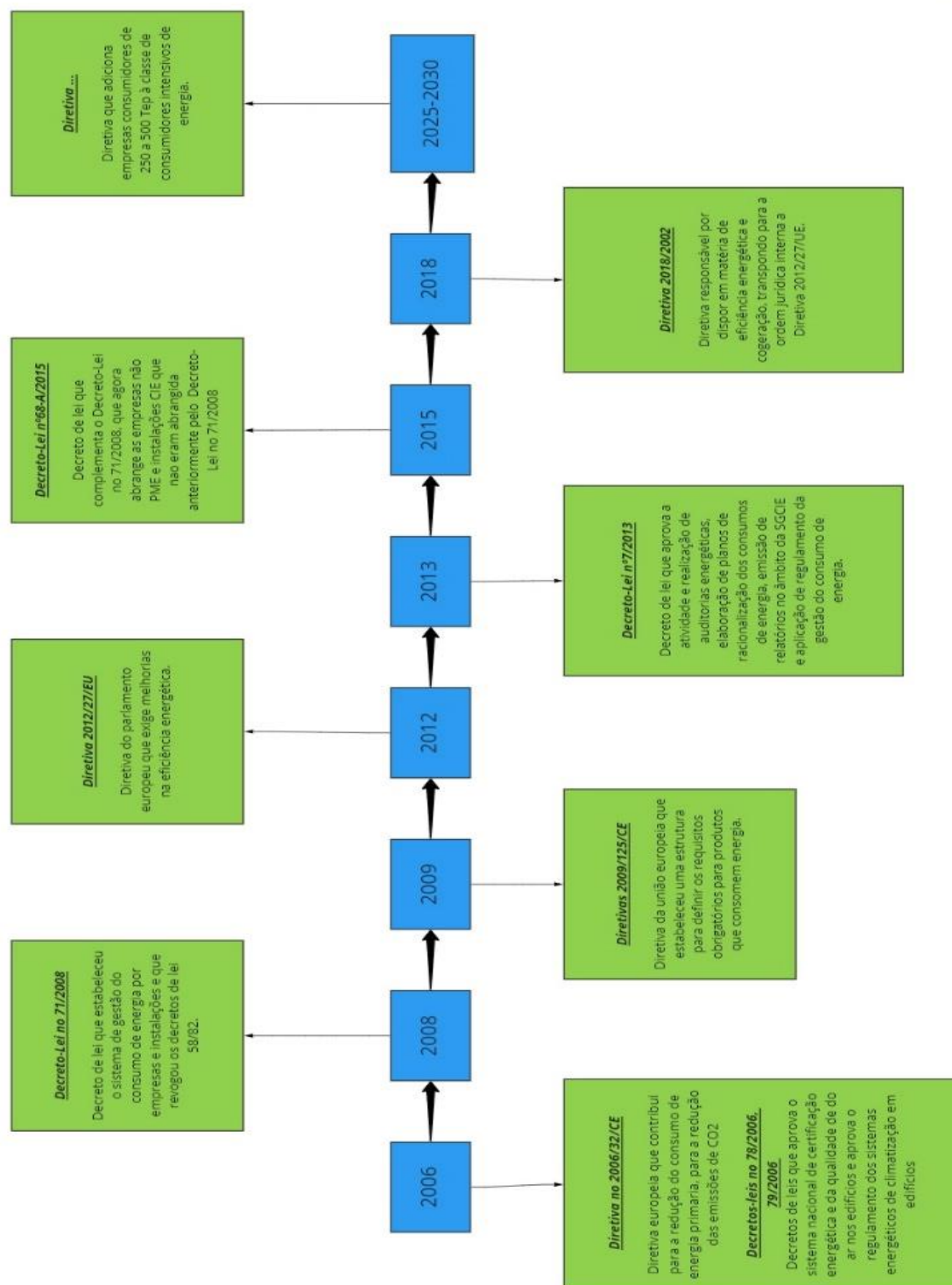


Figura 7 – Alterações legislativas na implementação de medidas para a redução de consumos energéticos e de CO2.

Este sistema aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia com consumos energéticos iguais ou superiores a 500 tep/ano, resultando da revisão do RGCE-Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia, uma das medidas constantes do PNAEE – Plano Nacional de Ação em Eficiência Energética.

O SGCIE existe para que as instalações consumidoras intensivas de energia, façam periodicamente auditorias energéticas, com o objetivo de aumentar a sua eficiência energética e para a continua implementação de projetos para a utilização de fontes de energia renováveis. Prevê, ainda, a elaboração e a realização de Planos de Racionalização dos Consumos Energéticos, os quais vão servir para desenvolver um plano com metas de redução de consumos. Quando estes são aprovados, constituem Acordos de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE), as instituições ao cumprirem o acordo obtêm incentivos pelos operadores dessas instalações. Na Figura 8 pode-se observar as várias fases para a obtenção do ARCE, assim como as metas pretendidas de PREn para a próxima avaliação [12].

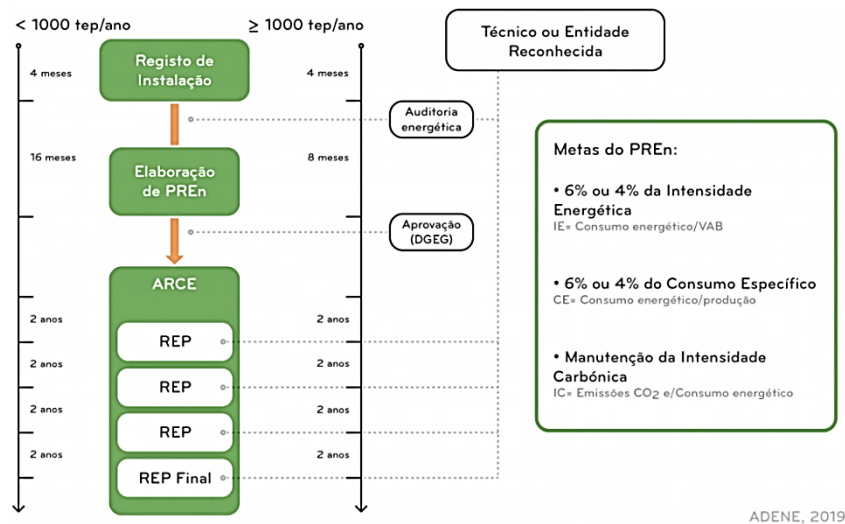


Figura 8- Metodologia para a obtenção da ARCE e os valores das metas do PREn [12].

### 2.1.1 Consumidores Intensivos de Energia

O Decreto-lei n.º 71/2008 define como CIE todas as atividades que, no período de um ano civil, tenham tido consumos energéticos superiores a 500 tep. Exceções a esta condição são as seguintes:

- Instalações de cogeração juridicamente autónomas;

- Empresas de transportes ou empresas com frotas próprias CIE;
- Edifícios abrangidos pelos Decretos-leis n.º 78/2006, 79/2006 e 80/2006, de 4 de abril, excluindo casos em que os mesmos se encontrem integrados na área de uma instalação CIE;

Instalações CIE sujeitas ao Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão [13].

### 2.1.2 Organização e funcionamento do SGCIE

Através do Artigo 3º do decreto-lei 71/2008 os intervenientes no SGCIE são:

- Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), que supervisiona e realiza a fiscalização do funcionamento do SGCIE;
- Direcção-Geral das Alfândegas e Impostos Especiais sobre o Consumo (DGAIEC), que é da sua competência a concessão e controlo das isenções do ISP;
- Agência para a Energia (ADENE), que realiza a gestão operacional do SGCIE, tendo como funções:
  - a) Assegurar o funcionamento regular do sistema;
  - b) Organizar e manter o registo das instalações CIE;
  - c) Receber os planos de racionalização do consumo de energia, submetendo-os à aprovação da DGEG;
  - d) Receber e analisar os pedidos de credenciação de técnicos ou entidades, submetendo-os à aprovação da DGEG;
  - e) Acompanhar a atividade dos operadores e técnicos no âmbito do cumprimento da disciplina do presente decreto-lei.

Através do Artigo 4º do decreto-lei 71/2008 os operadores que exploram instalações CIE, estão sujeitos a diversas obrigações, tais como:

- a) Promover o registo das instalações;
- b) Realizar auditorias energéticas, com o propósito de aumentar a eficiências energias nas instalações, podendo também incluir aspetos relativos à substituição por fontes de energia de origem renovável, entre outras medidas;

- c) Elaborar um Plano de Racionalização dos consumos de Energia (PREn), tendo como base os dados fornecidos pelas auditorias, previamente realizadas, apresentando-os à ADENE;
- d) Executar e cumprir os Planos de Racionalização dos consumos de Energia (PREn) aprovados, sob a responsabilidade técnica de um técnico credenciado [13].

### 2.1.3 Benefícios, incentivos e incumprimentos

As instalações CIE que são abrangidas por um ARCE, ou seja, que o acordo foi aprovado pela DGEG, usufruem de alguns benefícios, tais como:

- Isenção do ISP;
- Incentivos financeiros (as empresas com consumos inferiores a 1000 tep/ano podem receber uma recompensa até 50% dos custos das auditorias energéticas obrigatórias, desde que consigam cumprir metade das medidas estabelecidas na ARCE);
- Apoios financeiros até 25% nos investimentos para equipamentos e sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energias até a um máximo de 10 000 euros na medida da disponibilidade do fundo de eficiência energéticas.

No caso do incumprimento das metas estipuladas ou a não implementação das medidas na ARCE e no caso de no próximo ano no relatório final constatar que o operador não recuperou os desvios pode implicar:

- Caso o desvio no final do período da ARCE for igual ou superior a 25%, o operador pagara um montante de 50 euros por tep/ ano, no caso de ser reincidente será agravado em 100%;
- Quando o desvio no final do período do ARCE for igual ou superior a 50% o valor a pagar será calculado com base na concessão dos apoios previstos nos benefícios e pelos valores proporcionais aos benefícios decorrentes do facto da instalação se encontrar abrangida pelo ARCE.

No caso do operador conseguir recuperar a penalização do desvio ao cumprimento do ARCE, no ano subsequente, é possível obter um reembolso de 75% dos montantes pagos.

É imperativo o registo das empresas no SGCIE e o cumprimento das metas estabelecidas, pois oferecem às organizações um maior controlo e redução dos consumos energéticos

e os seus respetivos custos. A implementação de novas e mais rigorosas MRE do ARCE, vem demonstrar a preocupação ambiental por parte das organizações [13].

#### 2.1.4 Auditoria energética

A auditoria energética consiste num levantamento detalhado de todos os aspetos relacionados com o uso das energias ou que de alguma forma contribua para a caracterização dos fluxos energéticos, também realiza a identificação das medidas com viabilidade técnico-económica possíveis de implementar, de modo a aumentar a eficiência energética e ou a reduzir a fatura energética associadas às atividades da instalação em questão. A auditoria energética deverá conseguir [14], [15]:

- Quantificar os consumos energéticos (por instalação global e principais secções e ou equipamentos) e a sua importância no custo final do(s) produto(s);
- Avaliar as condições de utilização de energia;
- Calcular os respetivos consumos específicos de energia;
- Verificar as diferentes formas de energia utilizadas pela instalação;
- Identificar potenciais áreas de poupança energética;
- Propor a alteração de fontes energéticas, caso seja necessário;
- Realizar balanços de massa e energia aos principais equipamentos consumidores de energia térmica;
- Obter Diagramas de Carga (DDC);
- Comparar os quocientes entre consumo energético total e o valor acrescentado bruto (kgep/VAB) da atividade empresarial;
- Propor intervenções com Viabilidade técnico económica;
- Efetuar um levantamento e as características dos equipamentos consumidores e ou sistemas consumidores de energia, complementada pelas medições necessárias;
- Esclarecer como é transformada a energia e quais os seus custos;
- Verificar a existência do bom funcionamento dos aparelhos de controlo e regulação do equipamento de conversão e utilização de energia [14], [15].

Pode considerar-se uma auditoria energética rentável quando são identificadas medidas de eficiência energética cujo custo de implementação, acrescido do custo da própria auditoria, seja inferior ao valor monetário das economias de energia resultantes daquelas num período de quatro anos, considerando-se para o efeito custos de energia constantes e excluindo-se quaisquer custos de financiamento do projeto [16].

As Auditorias Energéticas são obrigatórias desde que entrou em vigor o Decreto-Lei nº68-A/2015, que tem como finalidade regular as matérias de eficiência energética e

resulta da transposição da diretiva nº2012/27/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, no qual diz que:

*“a realização de uma auditoria energética é de aplicação para grandes empresas, com mais de 250 colaboradores ou cuja faturação seja superior a 50 M € ou saldo geral seja de 43 M € relativa à eficiência energética” [17].*

Este relatório estabelece que as empresas que não sejam Pequenas e Médias Empresas (PME), realizem auditorias energéticas, por pessoal técnico qualificado por empresas certificadas e tem a obrigação da renovação deste documento de pelo menos 4 em 4 anos. As empresas não PME são incumbidos pelo cumprimento do Decreto-Lei nº 68-A/2015, no qual são responsáveis pelos seus próprios consumos de energia, e que são os titulares dos respetivos contratos de fornecimento de energias.

### 2.1.5 Metodologia para a obtenção de uma auditoria energética

A execução de uma boa auditoria é importante para a criação de um Plano de Racionalização dos consumos de energia (PREn) completo, por isso o tipo de abordagem ou metodologia aplicada no trabalho é bastante relevante. No caso das Auditorias Energéticas, a metodologia dividiu-se em 4 etapas, como é possível observar na Figura 9.

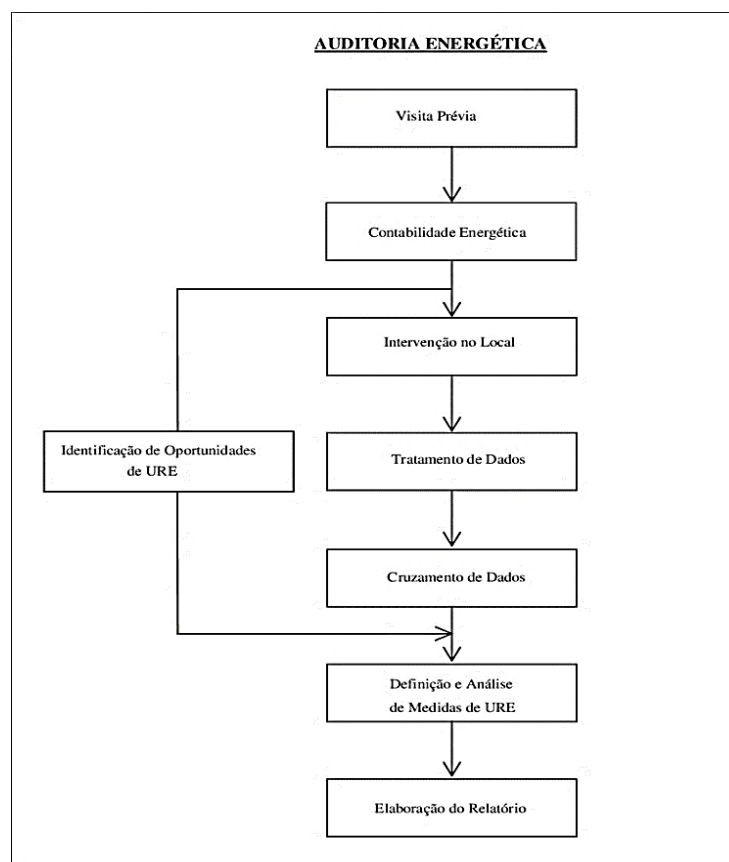


Figura 9 – Diferentes fases da uma auditoria energética [18].

Sendo assim, a metodologia para a execução de uma auditoria energética é constituída por várias fases [19]:

### **Primeira fase – Estudo Prévio**

Fase de grande importância devido ao estudo da preparação que irá ter forte impacto na qualidade do trabalho a ser desenvolvido, e é composta pelas seguintes etapas:

- Visita prévia à empresa;
- Recolha de dados históricos da empresa nos últimos 3 anos;
- Estudo e análise do processo de produção implementado na instalação;
- Levantamento dos equipamentos utilizados na produção.

Através da visita prévia consegue-se ter um primeiro contacto com a instalação, nesta fase é possível fazer uma análise sobre os processos que fazem parte da produção, podendo assim estabelecer fluxogramas desses mesmo processos, que irão ser acompanhados posteriormente pelos auditores no trabalho de campo. Durante esta primeira visita também são avaliados os locais onde serão efetuadas as medições e registos energéticos necessários, também serão recolhidos os dados dos últimos 3 anos, sendo estes:

- Consumos de energia final;
- Faturas energéticas;
- Produções anuais, em unidades físicas (kg,t,l);
- Valores brutos da produção;
- Custos anuais de exploração.

### **Segunda fase – Intervenção no local da instalação**

Na fase de preparação da auditoria a equipa técnica volta ao local para começar o trabalho de campo que servirá para a recolha de toda a informação necessária para o preenchimento do relatório e para corrigir possíveis erros retirados da primeira fase. Na intervenção ao local onde é feita a análise das conduções de utilização de energia procedendo a um conjunto de medições, registos e análises que vão permitir:

- Determinar os consumos de energia final em cada setor de produção;
- Determinar os consumos específicos globais e por tipo de produto produzido;
- Elaborar balanços energéticos (térmicos, de massa e de energia) dos equipamentos;

- Analisar os equipamentos produtores e consumidores de energia, ao seu nível de consumos e eficiência energética;
- Propor soluções técnicas, ou de gestão.

### **Terceira fase – Tratamento da informação recolhida no local e do estudo já previamente feito**

Durante a fase de tratamento toda a informação deverá ser orientada no sentido de produzir todo um conjunto de indicadores e de outros resultados, no qual é constituído principalmente pelos seguintes elementos:

- Consumos de energia final;
- Consumos unitários dos equipamentos principais em termos energéticos;
- Rendimentos energéticos dos principais equipamentos consumidores;
- Intensidades energética;
- Análises técnico-económicas de custo-benefício das soluções tecnológicas inventariadas;
- Soluções organizacionais para a implementação de um sistema de gestão de energia permanente, se não existir.

### **Quarta fase – Elaboração do relatório da auditoria energética**

A auditoria declara-se concluída quando é elaborado o respetivo relatório, este documento deverá ser apresentado ao gestor da empresa e ao gestor de energia com toda a informação recolhida e trabalhada de forma organizada e coerente [19].

### **Legislação que regulamenta as auditorias energéticas**

A regulamentação técnica com vista à aplicação do Decreto-Lei n.º 73/2008 retificado pela Lei n.º 7/2013 de 22 janeiro e pelo Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de abril é dada pela:

- Portaria n.º 519/2008, de 15 de abril - aprova os requisitos de habilitação e experiência profissional a observar para a credenciação de técnicos e identidades do SGCIE;
- Despacho n.º 1713/2008, de 26 de junho - procede à publicação dos fatores de conversão das diferentes formas de energia para tonelada equivalente de petróleo (tep) e os fatores de conversão para o cálculo da intensidade carbónica;
- Despacho n.º 17449/2008, de 21 de junho - fornece informações e sugestões de forma a serem alcançados os objetivos da auditoria energética do PREN e dos respetivos REP;
- Portaria n.º 1530/2008, de 29 de dezembro - estabelece as taxas de imposto sobre os produtos petrolíferos liquefeitos (ISP) ao qual estão isentas instalações sujeitas a um ARCE ou ao abrigo do Plano Nacional de Atribuição das Licenças de Emissão (PNALE).

### 2.1.6 Indicadores energéticos

É de extrema relevância que sejam determinados indicadores para classificar a eficiência energética nas indústrias. Os indicadores normalmente usados para fazer este tipo de avaliações são os consumos específicos de energia (CE), intensidade energética (IE) e a Intensidade carbónica (IC) [20].

Pode-se calcular o consumo específico de energia através da Equação 1 [20]:

$$CE = \frac{C [kgep]}{P[un.]}$$

Equação 1

em que C- Consumo total de energia e P-Volume de produção Total.

Esta fórmula é representada pelo quociente entre o consumo total de energia, representado pela letra C com o volume total de produção, que é representado com a letra P, contabiliza apenas 50% da energia proveniente de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis. É considerado o melhor indicador para avaliar o estado da instalação, visto que relaciona o consumo energético com a produção obtida.

Pode-se calcular a intensidade energética através da Equação 2 [20]:

$$IE = \frac{C[kgep]}{VAB[e]}$$

Equação 2

em que C- Consumo total de energia e VAB – Valor acrescentado bruto.

É quociente entre o consumo total de energia (P) e o Valor Acrescentado Bruto (VAB) em Euros, é um indicador que não depende apenas dos consumos energéticos, mas também do desempenho financeiro da organização.

Pode-se calcular a intensidade carbónica através da Equação 3 [20]:

$$IC = \frac{GEE\ emitidos [KgCO2e]}{C[kgep]}$$

Equação 3

na qual GEE representa Gases efeitos estufa emitidos e C o Consumo total de energia.

A Intensidade Carbónica (IC) é representada pelo quociente entre a quantidade de GEE emitida com o consumo total de energia (C). No entanto, o IC só permite calcular a evolução do mix-energético da instalação [20].

## 2.2 ISO 50 001

Este modelo de sistema de gestão tem como objetivo a implementação de tecnologias mais eficientes, com o efeito de reduzir a emissão dos gases de efeito estufa e melhorar a eficiência. O aumento da eficiência permite reduzir os custos energéticos e diminuir outros impactos ambientais. A norma ISO 50 001 constitui um referencial para a implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE), sendo assim, capaz de organizar a integração da gestão das áreas das energias com as áreas da qualidade e ambiente (ISO 9 001 e ISO 14 001), respetivamente. Para a obtenção do certificado ISO 50 001 é necessário passar por 6 etapas. Através da Figura 10, é possível identificar todos as etapas para a obtenção da certificação ISO 50 001.

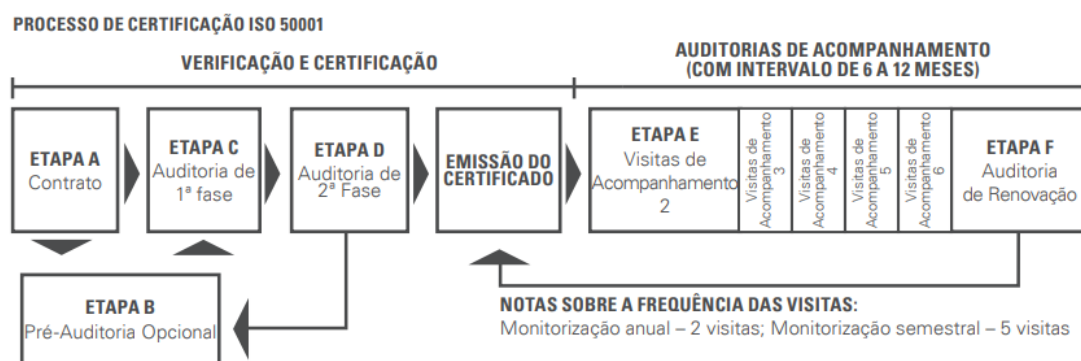


Figura 10 – Representação de todas as etapas para a obtenção da certidão ISO 50 001 [21].

Através da Figura 10, fornecida pela sociedade geral de superintendência (SGS) na publicação “SGSISO - 50001”, pode-se ver que o processo de certificação da ISO 50 001 esta dividida em 6 etapas.

A primeira é etapa (A) caracterizada pela construção da proposta da SGS, de seguida a etapa (B), sendo esta opcional, onde é realizado uma auditoria prévia com o objetivo de identificar os pontos fortes e as possíveis melhorias. Na terceira etapa (C) é realizada a primeira fase da auditoria, responsável pela análise de documentos do sistema de gestão de energia, seguidamente é realizada a quarta etapa (D), na qual é feita a entrevista aos colaboradores e a verificação de registos. Posteriormente, é emitido o certificado e segue-se para a quinta etapa (E). A quinta etapa é caracterizada pelas auditorias de acompanhamento e a verificação do sistema de gestão de energia e da implementação do plano com as medidas previamente adotadas. Por fim, passa-se para etapa final (F) onde é realizada uma auditoria de renovação após 3 anos [21].



# CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- 3.1 Transferência de calor
- 3.2 Tratamento de superfície do alumínio
- 3.3 Combustão
- 3.4 Consumos de energia elétrica
- 3.5 Sistema de iluminação
- 3.6 Instrumentos de medição



### 3 Conceitos fundamentais

Este capítulo tem como objetivo explicar os conceitos científico-técnicos que são as bases fundamentais desta tese. Os temas que serão abordados são a transferência de calor, processos de fabrico no caso de estudo, combustão, instrumentos de medição normalmente utilizados em auditorias energéticas e em sistemas de monitorização na indústria, sistemas de iluminação e alguns aspetos da utilização de energia elétrica. Este tema é importante, visto que as transferências de calor vão ser justificados pelos cálculos de perdas de calor efetuados na auditoria energética.

#### 3.1 Transferência de calor

A transferência de calor é um fenómeno físico que ocorre quando uma fração de energia interna de um corpo é transferida para outro corpo ou meio envolvente, devido a diferença de temperatura existente. Sabe-se que a energia se transfere sempre do meio de maior temperatura para o de menor e a energia que é transferida de um corpo ou para um corpo é designada de *Calor*. É possível equacionar por meio de duas fórmulas:

A equação 4 [22] relaciona o calor transmitido ( $Q$ ), através da variação de energia interna do corpo ( $m$ ), da diferença térmica realizada ( $\Delta T$ ) e pelo conhecimento do calor específico do corpo ( $cp$ ) [22].

$$Q = m \cdot cp \cdot \Delta T (J)$$

Equação 4

$m$  - Massa

$cp$  - calor específico

$\Delta T$  - variação de temperatura

Na equação 5 [22] é possível calcular pela evaporação da massa ( $m$ ) e a entalpia específica de vaporização ( $\Delta H_{vap}$ ), sendo representada na seguinte fórmula:

$$Q = m \cdot \Delta H_{vap} (J)$$

Equação 5

m - Massa

$\Delta H_{vap}$  - Entalpia específica de vaporização

É possível observar na Figura 11 as várias transferências de calor que podem ocorrer por três formas distintas: condução, convecção e radiação.

- A primeira forma de transferência – condução, o calor é transmitido de um meio para o outro devido à agitação das moléculas, permitindo a sua colisão e a energia é transmitida de umas para outras.
- Outra forma é a convecção, esta transferência realiza-se nos meios líquido e gasoso, um exemplo prático, é o caso da água, esta ao ferver passa ao estado gasoso, sofrendo expansão e torna-se menos densa na proximidade da fonte de calor, deslocando-se no sentido ascendente e conseqüentemente a água superficial, sendo mais fria, move-se para baixo e assim sucessivamente.
- Na última forma, a da radiação, a transferência de calor realiza-se através de ondas eletromagnéticas, uma vez que estas ondas conseguem ser emitidas pelo vácuo, não necessitando de um corpo para as transmitir.

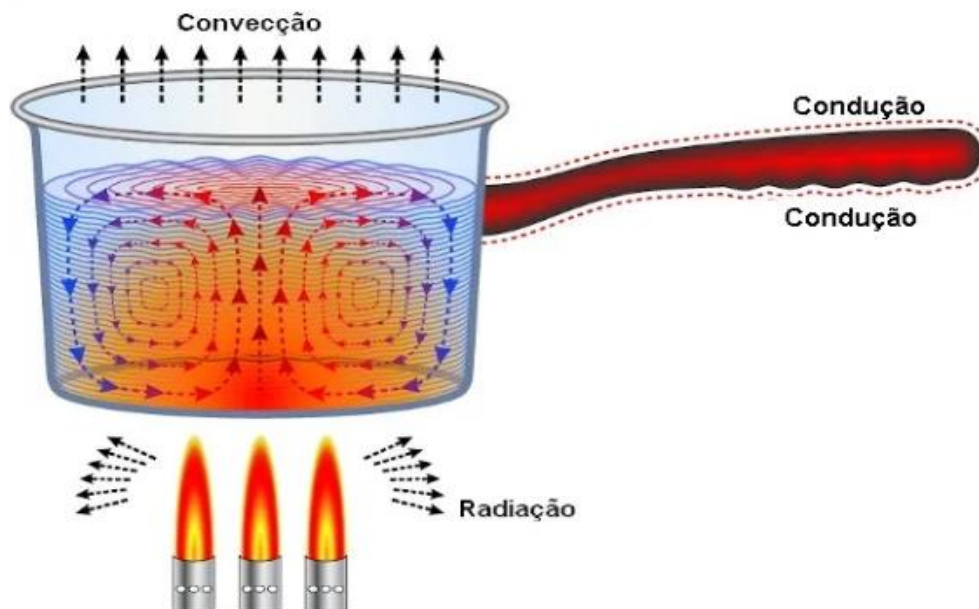


Figura 11-Mecanismos de transferência de energia [23].

### 3.1.1 Condução térmica

Este mecanismo está associado à transferência de energia ao nível molecular, no qual as partículas mais energéticas, as mais agitadas, encontram-se em locais de maior temperatura e transferem energia por meio vibracional, rotacional e translacional para moléculas menos energéticas, que se encontram em locais com menores temperaturas. Estas transferências podem ocorrer em meios sólido, líquido ou gasoso, sendo que nos fluídos em particular, nos gases, devido à menor força de coesão, existe colisão entre partículas [22]. É possível dizer que a taxa de calor conduzida por um meio físico é proporcional à área de transferência, podendo assim concluir que depende da geometria, do tipo de material e da diferença de temperaturas [22]. Considerando a Figura 12, pode-se observar que existe uma determinada espessura ( $L$ ) ou  $\Delta x$ , e uma correspondente área que pode ser calculada através da fórmula:  $A=W \times H$  ( $m^2$ ). É possível observar que a taxa de calor ( $\dot{Q}$ ) é duplicado quando os valores de  $\Delta T$  e  $A$  passam para dobro, sendo assim podemos verificar que a variação da temperatura e a área da superfície são diretamente proporcionais à taxa de calor. Contudo, se a espessura do objeto, por sua vez, for aumentada para o dobro é possível observar que há uma diminuição da taxa de calor, então pode se verificar que o valor da espessura vai ser inversamente proporcional [22].

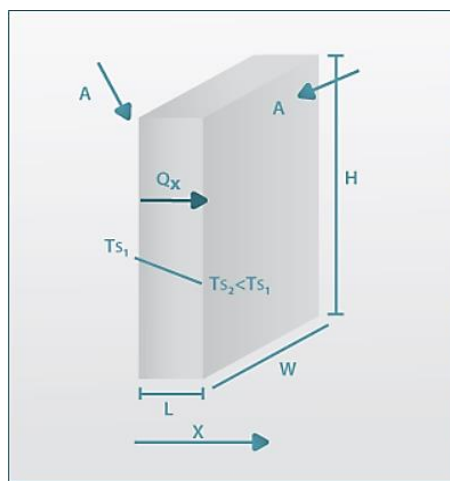


Figura 12- Transferência de calor através de uma superfície plana [22].

Com estas informações apresentadas anteriormente podemos deduzir a Equação 6 [22].

$$\dot{Q}_{cond} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Equação 6

A – Área da superfície

k – Constante de condutividade térmica

$\Delta T$  - Diferença térmica

$\Delta x$ - Espessura do objeto

Através da equação 6 pode-se ver que o valor da transferência vai depender também do calor da condutividade do material. Na Tabela 1 é possível observar cada material com a sua respetiva condutividade,  $K_t$ .

Tabela 1- Exemplos de valores de condutividade térmica para alguns materiais, a 300 K [22].

Material	$K_t$ (W.m <sup>-1</sup> . K <sup>-1</sup> )
Diamante	2300
Cobre (puro)	401
Ferro (puro)	80
Vidro	0,78 – 1,4
Madeira	0,10 – 0,19
Água	0,61
Ar	0,026

### 3.1.2 Convecção de calor

A convecção é o modo como a energia é transferida de uma superfície sólida para um líquido ou gás adjacente. Esta transferência dá-se em simultâneo a nível molecular (por condução), sendo esta mais eficaz. Quanto maior for a velocidade do fluido, maior será a transferência de calor por convecção, este movimento pode ser provocado por agentes externos, tais como a atuação de uma ventoinha, de um agitador ou mesmo de uma bomba centrífuga, ou por sua vez também pode ser pela diferença de densidade resultante do aquecimento do mesmo fluido [22].

Com isto pode-se concluir que existem dois tipos de convecção, no primeiro caso temos uma convecção forçada enquanto no segundo caso existe uma convecção natural.

Convecção forçada – Convecção resultante por um agente mecânico externo que força o movimento do fluido.

Convecção natural – Convecção resultante somente pela diferença de temperaturas no fluido, que irão formar as forças de *Buoyancy*.

Apesar da convecção ser definida pela associação do fenómeno de condução e da transferência de calor em presença de movimento macroscópico do fluido, foi possível desenvolver um modelo simples para o cálculo da velocidade de transferência de calor que traduz o resultado conjunto destes dois fenómenos. Quando a velocidade do fluido tende para zero, a contribuição do movimento perde importância, podendo ser demonstrado na Equação 7 [22]:

$$Q'_{conv} = h \cdot A_s (T_s - T_\infty)$$

Equação 7

$h$ - Coeficiente de transferência de calor ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ )

$A_s$  – Área da superfície

$T_s$  - Temperatura da superfície

$T_\infty$  - Temperatura constante do fluido

O coeficiente de transferência de calor ( $h$ ) não é uma propriedade do fluido, mas sim um parâmetro empírico, cujo valor varia dependendo da sua geometria, das propriedades do fluido e da velocidade do movimento do mesmo fluido. Os valores do coeficiente de transferência de calor tomam valores mais elevados mediante as mudanças de estado físico e por sua vez os seus valores são menores no caso da convecção natural, como podem ser demonstrados na tabela 2 [22]. Na Tabela 2 estão explícitos os diferentes tipos de convecções e os seus respetivos coeficientes de transferência.

Tabela 2 – Diferentes tipos de convecção natural e os seus respetivos coeficientes [22].

Tipo de convecção	$h$ ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ )
Convecção natural em gases	2 - 5
Convecção natural em líquidos	50 - 1000

Convecção forçada em gases	15 - 250
Convecção forçada em líquidos	100 - 20000
Convecção com mudança de fase ebulição e condensação	2500 - 100000

É possível determinar com maior precisão o coeficiente de transferência de calor  $h$ , através de uma expressão onde foi definido o valor adimensional  $Nu$ , em homenagem a Wilhelm Nusselt. Esta grandeza é utilizada para determinar o coeficiente de transferência de calor por convecção que se baseia na análise dimensional, a qual é utilizada para determinar parâmetros através de relações de similaridade. Esse número é definido através da Equação 8 [22]:

$$Nu = \frac{h \cdot Lc}{k}$$

Equação 8

$h$ - Coeficiente de transferência

$Lc$  – comprimento

$k$  - Condutividade térmica do fluido

### 3.1.3 Radiação térmica

A radiação térmica é a energia emitida pela matéria na forma de ondas eletromagnéticas ou (fotões) por alteração na configuração eletrônica de átomos e moléculas. Essa energia é emitida entre os comprimentos de onda gama de 0,1 a 100  $\mu\text{m}$  do espectro eletromagnético. Pode-se dizer que qualquer corpo que emite uma temperatura superior a 0 Kelvin emite energia radiante. Este tipo de radiação difere de outros tipos de radiação, tais como as gama, micro-ondas, rádio e radiação X, pois não estão relacionados com a temperatura de corpos. Na Figura 13 é possível observar todo o espectro da radiação eletromagnética [22].

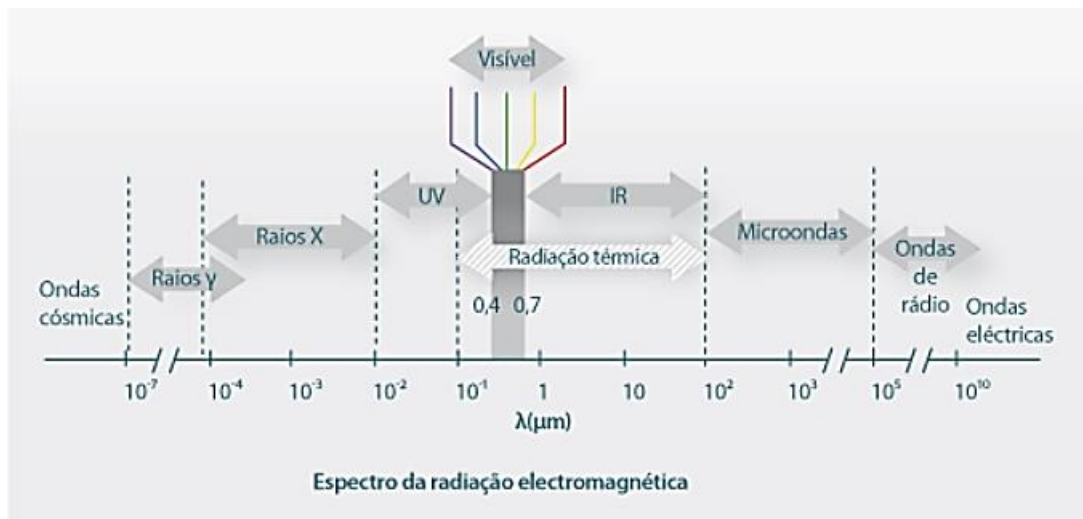


Figura 13– Espectro da radiação eletromagnética [22].

Este tipo de energia transmite-se a partir de sólidos, líquidos, gases e no vácuo, apesar de os gases não absorverem muita radiação não podem ser desprezados. A taxa máxima de radiação que um corpo pode emitir é dada pela Lei de Stefan-Boltzmann:

$$Q'_{emit,máx} = \sigma A_s T_s^4$$

Equação 9

Esta equação esta relacionada com a superfície ideal que emite a radiação máxima possível já que a sua emissividade é unitária. A radiação de uma superfície de um corpo normal é inferior à do corpo negro por isso a taxa é calculada através da Equação 10 [22]:

$$Q'_{emit} = \epsilon \sigma A_s T_s^4$$

Equação 10

$\epsilon$  -emissividade

$\sigma$  - constante de Stefan-Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$ )

$A_s$ - Área da superfície  $\text{m}^2$

$T_s$ - Temperatura absoluta (K)

O símbolo  $\epsilon$  representa a emissividade da superfície, no qual o seu valor pode variar de  $0 \leq \epsilon \leq 1$ . A emissividade é um valor para determinar o quão perto uma superfície se

aproxima de um corpo negro. Existe outra forma de caracterizar as propriedades de uma superfície que é pela sua absorvência ( $\alpha$ ), sendo esta a capacidade da superfície refletir a energia radioativa, sendo que os seus valores variam também entre os  $0 \leq \alpha \leq 1$  [22]. Algumas matérias têm valores de emissividade diferentes, sendo possível observar estas diferenças na Tabela 3.

Tabela 3-Valores da emissividade de algumas superfícies a 300 K [22].

Material	Emissividade, $\epsilon$
Vegetação, solo, água, pele	0,92 – 0,96
Asfalto	0,85 – 0,93
Aço inox polido	0,17
Ouro, prata ou cobre polidos	0,018 – 0,035

Todas as superfícies emitem radiação térmica, e o nível de emissão será tanto maior quanto maior for a temperatura desse mesmo corpo, se um corpo emitir mais do que recebe a sua temperatura irá diminuir, e com isso desenvolveu-se um cálculo para deduzir a velocidade de perda ou ganho de energia entre superfícies. Neste cálculo estará envolvido a área da superfície do corpo e a sua temperatura ( $t_s$ ) em relação a superfície vizinha ( $T_{viz}$ ), Equação 11 [22]:

$$Q'_{rad} = \epsilon \sigma A_s T_s^4 - T_{viz}^4$$

Equação 11

$\epsilon$  -emissividade

$\sigma$  - constante de Stefan-Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$ )

$A_s$ - Area da superfície  $\text{m}^2$

$T_s$ - Temperatura absoluta (K)

$T_{viz}$  – Temperatura da vizinhança (K)

### 3.2 Processo de fabrico

Neste subcapítulo serão abordados os processos utilizados pela empresa em estudo, para o tratamento do alumínio, que é utilizado para a transformação dos veículos pré-hospitalares.

### 3.2.1 Anodização

A anodização é um tratamento que é realizado na superfície do material que no caso de estudo será o alumínio. Este processo tem como objetivo produzir uma película protetora de alta qualidade e resistência. A anodização é realizada por um conjunto de equipamentos, sendo estes: tanques de banhos químicos, queimadores, cátodos, agitadores, fontes de alimentação, *chiller* e permutadores de calor. A anodização cria uma camada porosa de óxido que é formada durante o banho de imersão eletrolítico, que vai ser posteriormente colmatada [24]. É possível observar na Figura 14 todos os processos que constituem o tratamento de anodização:

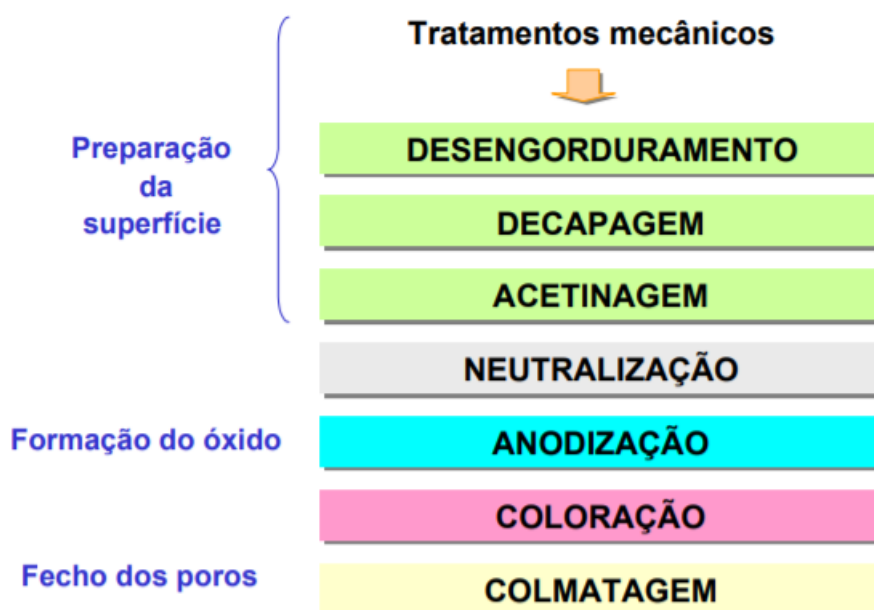


Figura 14 – Várias fases do processo de anodização [25].

O processo de anodização é repartido em cinco fases primárias: sendo estas a preparação do material, neutralização, anodização, coloração e colmatagem.

A primeira fase de implementação será preparação do metal, esta fase vai consistir na limpeza do material com o objetivo de remover gorduras ou outro tipo de químicos existente no metal. Neste processo o material será submetido a um banho com uma solução química desengordurante. De seguida o material é sujeito à etapa da decapagem, esta fase consiste na remoção da camada de óxido que é formada naturalmente no alumínio, com a remoção destas impurezas é possível ter uma superfície com um maior controlo de qualidade da anodização.

A segunda fase de implementação consiste na lavagem e neutralização que têm o papel de eliminar todos os outros elementos químicos, que possam restar das fases anteriores, mantendo a superfície limpa e neutra.

A terceira fase é constituída pela oxidação anódica, no qual o alumínio vai ser mergulhado em solução aquosa eletrolítica com a presença de um cátodo, esta solução normalmente é constituída por ácido sulfúrico, oxálico, fosfórico ou crómico, sabendo que este banho tem como objetivo a aplicação de uma oxidação forçada. Durante o arrefecimento o calor é libertado junto à superfície mantendo um nível bom de agitação, caso contrário, isto é, caso a dissipação do calor seja a um ritmo mais acelerado, levará a formação de manchas ou até de pequenas fendas.

Na quarta fase do processo é aplicado a coloração do metal, no qual o metal vai ser mergulhado numa solução corante, que ira impregnar o pigmento nos poros da camada cerâmica.

Na fase final é realizada a colmatação, que de uma forma simplificada, é a selagem de todas as superfícies porosa, sendo que os métodos mais comuns são por hidratação ou por impregnação. No caso do método de hidratação, o alumínio será mergulhado num banho desmineralizado a cerca de 98 °C ao que vai resultar a uma expansão, provocando assim a união dos poros. No processo de impregnação, o metal vai ser mergulhado numa mistura de água desmineralizada com sais metálicos, estes sais vão depositar-se nos poros da película protetora mantendo a assim selada [25].

### 3.2.2 Lacagem

A lacagem é um processo que consiste na utilização de uma camada protetora com o objetivo de melhorar a resistência do alumínio à corrosão, também serve para a obtenção da cor pretendida para o metal. A lacagem é considerada a aplicação eletrostática de uma pintura em pó formado por um polímero termoendurecível. O processo da lacagem é constituído por cinco fases sendo estas: desengorduramento e limpeza, decapagem, capa de fixação, pintura e polimerização [26]. Na Figura 15 podemos ver a ordem de trabalho do processo da lacagem.

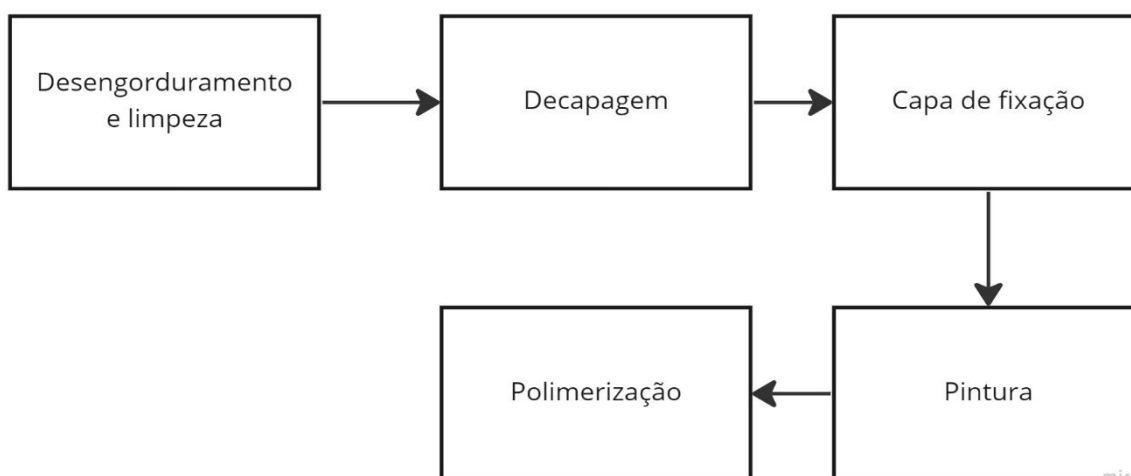


Figura 15 – Representação das diferentes fases do processo da lacagem.

Na primeira fase é realizada a limpeza e desengorduramento, que como visto no processo de anodização é mergulhado num banho químico removendo todas as gorduras e contaminantes presentes no material.

Na segunda fase é efetuado a decapagem, na qual tem como objetivo a remoção da película de óxido que envolve o alumínio, este processo pode ser feito em meio ácido, básico ou misto, conseguindo uma maior aderência a pintura.

Na terceira fase é iniciado com a imersão do alumínio num banho químico, promovendo uma maior penetração e estabilização da pintura, no final desta etapa o alumínio irá sofrer um processo de secagem para que de seguida possa receber a pintura.

A quarta fase consiste na aplicação da tinta no metal, este processo é feito através da pulverização de uma pintura electrostática, estas partículas de pintura são carregadas positivamente através de um campo elétrico à saída do pulverizador, visto que o material metálico está carregado negativamente, então as partículas do pó são atraídas ficando presas na superfície metálica.

Na última fase da lacagem é utilizado a polimerização, este processo consiste no aquecimento do metal num forno com temperatura controlada, no qual os valores podem variar os 180 °C e os 200 °C, num período máximo de 20 min. Através do aquecimento da placa metálica, consegue-se uma uniformização da camada protetora com o próprio material [7].

### 3.3 Combustão

O ser humano tem utilizado diversos tipos de energia ao longo do tempo, sendo que uma grande parte dessa energia é criada a partir da combustão. É possível observar este tipo de processos em alguns exemplos no nosso quotidiano como por exemplo: na queima de biomassa, nos fogões a gás, na queima de lenha e também é possível observar nos motores dos automóveis. Este processo pode ser definido como uma reação química que envolve um material combustível e um material comburente, que vai originar libertação de energia sob forma de luz e calor, este calor por sua vez vai ser utilizado nas mais diversas formas. Os combustíveis podem ser sólidos, líquido ou gasosos. Alguns exemplos destes tipos de combustíveis são:

- Sólido – Papel, madeira, carvão;
- Líquidos – Álcool, gasolina, diesel;
- Gasosos – Hidrogénio, gás natural.

Para avaliar o sistema de combustão são tidos em conta alguns parâmetros, tais como: a temperatura, a composição e relação combustível - comburente. No caso em estudo

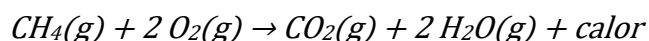
o combustível usado é o gás natural, no qual é maioritariamente metano  $\text{CH}_4$ , com pequenas porções de etanol.

### 3.3.1 Relação ar/ combustível

Pode-se dizer que existe uma queima completa de um combustível, quando existe uma quantidade estequiométrica de comburente no qual é definida pela relação molar entre os reagentes e combustíveis. Dependendo da quantidade de oxigénio presente na combustão pode-se obter dois tipos de reações completa ou incompleta.

### 3.3.2 Combustão completa

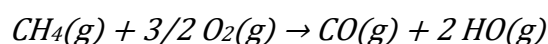
Diz-se combustão completa quando existe oxigénio suficiente para consumir todo o combustível da reação. Utilizando o caso em estudo conseguimos ver o composto feito de hidrocarbonetos, como por exemplo o metano ( $\text{CH}_4$ ), ao reagir com o oxigénio vão produzir dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água [27].



Equação 12

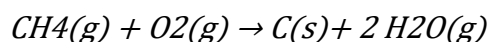
### 3.3.3 Combustão incompleta

Diz-se combustão incompleta quando não há oxigénio suficiente para consumir todo o combustível. No caso dos compostos orgânicos se houver uma combustão incompleta o produto da reação irá resultar em monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) e água ou em Carbono ( $\text{C}$ ) e água. A produção de monóxido de carbono é totalmente indesejada devido aos seus níveis altos de toxicidade para o meio ambiente, tendo como exemplo a morte de pessoas em lugares mal ventilados onde este gás está presente (garagens) [27]. Um exemplo de uma combustão incompleta:



Equação 13

No caso de quantidade de oxigénio for ainda menor, a sua produção irá originar carbono em vez do original monóxido de carbono. Tendo como exemplo outra combustão incompleta:



Equação 14

Em sistemas a gás natural o mais importante é o uso racional do gás, sobretudo, durante a sua queima para que haja todas as condições para um máximo aproveitamento energético e o mínimo de emissões poluentes para a atmosfera. Para sistemas de queima deste gás natural, os valores do excesso de ar estarão situados entre 5% e 10%. Pode-se também retirar pela equação 15 [22] a relação estequiométrica para os hidrocarbonatos  $C_xH_y$ , admitindo que cada mole de oxigénio existente é de 3,76 mol de azoto [7].



Equação 15

Tendo em conta as variáveis  $a$ ,  $x$ ,  $y$  para os hidrocarbonetos

$$a = x + \frac{y}{4}$$

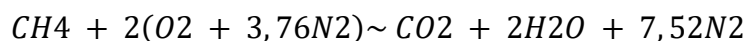
Equação 16

Que no caso do combustível é o metano ( $CH_4$ ):

$$a = 1 + \frac{4}{4} = 2$$

Equação 17

Podendo a relação estequiométrica ser expressa:



Equação 18

Para obter a massa do combustível desejado, associou-se a massa molar dos reagentes para obter a seguinte equação:

$$\frac{A}{C \text{ estequi}} = \frac{m \text{ ar}}{m \text{ comb}}$$

Equação 19

Passando a equação para valores obteve-se a seguinte expressão:

$$\frac{A}{C_{estequi}} = 4,76 \times a \times \frac{M_{ar}}{M_{comb}}$$

Equação 20

Mar – 28,851 g/Mol

Mc – 12,011 g/mol

MH – 1,008 g/mol

Considerando todos os valores acima indicados podemos apresentar a Equação 21 [7] que resulta em:

$$\frac{A}{C_{estequi}} = 4,75 \times 2 \times \frac{28,851}{(12,011 + (4 \times 1,008))} = 17,08$$

Equação 21

Podendo assim concluir que a relação ar/combustível será de 17,08. Nesta relação mássica, para os gases de combustão secos, os valores para teor de O<sub>2</sub> encontram-se entre 1,2% e 2,4% [7].

Na Tabela 4 estão resumidos os valores entre as relações reagentes e os produtos finais.

Tabela 4– Resumo dos valores da relação entre reagente e os produtos [7].

Combustível	Excesso de ar	A/C	Teor de O <sub>2</sub>
Gás Natural	5% - 10%	17,08	1,2% - 2,4%

### 3.4 Consumo de energia elétrica

Neste subcapítulo irá ser abordado o tema do consumo de energia elétrica, com o objetivo de haver uma maior compreensão acerca da utilização feita pela empresa e sobre as faturas. Para esta abordagem foram selecionados dois subtítulos: períodos horários e o tipo de energia utilizada pela empresa.

### 3.4.1 Períodos horários da eletricidade

O preço da eletricidade varia consoante os horários de consumo. No período horário em que há uma maior procura energética, o preço por kWh é maior. Por sua vez, o período onde a procura energética é menor o preço do kWh é mais baixo. Os períodos horários, definem assim os dias e horas de maior procura energética, fazendo o valor do custo da energia subir ou descer. O consumidor de energia elétrica normalmente tem potências contratadas inferiores ou iguais a 41,4kVA, fazendo assim parte do BTN (Baixa tensão normal), mas existem outros consumidores que contratam potências superiores a 41,4kVA, tais como as empresas do setor industrial que podem ter baixa, média ou alta tensão. Para os consumidores de energia em BTN é possível optarem entre 3 ciclos de contagem:

- Simples – 1 período ao longo do dia;
- Bi-horário – 2 períodos durante o dia (Fora de vazio, vazio);
- Tri-horário – 3 períodos durante o dia (ponta, cheias e vazio).

Está estabelecido que no ciclo simples o preço não varia ao longo do dia, enquanto nos outros dois ciclos existem diferenças no preço da energia durante o dia. Na opção do ciclo bi-horário o preço mais elevado corresponde ao período fora do vazio, no caso do ciclo tri-horário o preço mais elevado corresponde ao período de ponta e o de menor custo corresponde ao período de vazio.

No caso de o consumidor contratar uma potência superior a 41,4 kVA está abrangido por um quarto ciclo, denominado de Tetra-horário. Este quarto ciclo é composto por 4 períodos durante o dia nos quais são: ponta, cheia, vazio e o super vazio, este tipo de ciclo é muito comum em empresas industriais. Nesta opção, existe uma variação do preço em 4 períodos distintos no qual o maior custo de energia elétrica está relacionado com o período de ponta e o de menor custo ao período de super vazio [28].

Dentro dos períodos horários é possível observar a distribuição do consumo de eletricidade, ao longo do dia, durante os 7 dias da semana. Sabe-se que nos consumidores de baixa tensão, existem dois períodos horários: ciclo diário, os períodos horários são iguais todos os dias, sem distinção entre dias úteis e fins de semana e o ciclo semanal, em que existem diferentes períodos horários distribuídos por dias úteis, sábado e domingo. Este ciclo também diferencia os períodos de verão e de inverno. Os ciclos horários, para Portugal Continental, estão previstos no artigo 34º do recentemente atualizado regulamento nº785/2021. Na Figura 16 e 17 e 18 é possível

observar os períodos de maior procura, nos dias úteis, sábados e domingos no ciclo diário e ciclo semanal, respetivamente.

Figura 16 – Períodos de maior e menor procura energética nas diferentes horas e nos diferentes dias da semana, durante as estações de inverno e verão, respetivamente no ciclo diário [29].



Figura 17 – Períodos de maior e menor procura energética nas diferentes horas e nos diferentes dias da semana, durante as estações de inverno e verão, respetivamente no ciclo semanal [29].

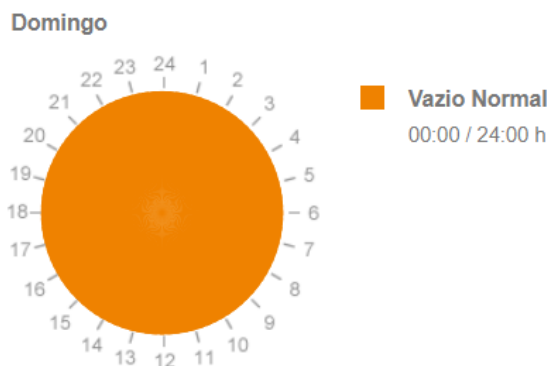


Figura 18 -Período de procura de energia aos domingos no ciclo semanal [29].

### 3.4.2 Energia Ativa e Reativa

A energia ativa, é a energia medida em kWh que está presente desde as instalações de baixo consumo até às de média-alta e que, por sua vez, é a energia que realiza trabalho num sistema, como energia térmica, mecânica e luminosa. Para a avaliação dos consumos de energia ativa e reativa o fator de potência é um indicador relevante, visto que define a relação entre a potência ativa e potência reativa, sendo por consequente também a relação entre a energia ativa e reativa. Pode-se dizer que quanto maior for o fator de potência (FP), melhor é a eficiência energética de um sistema, sendo que a maioria da energia absorvida pelo sistema é transformada em trabalho e que, por sua vez, quando apresenta um fator de potência baixo só uma pequena parte da energia recebida irá ser convertida em trabalho [30]. É importante obter valores altos de fator de potência, visto que um baixo fator de potência pode resultar num baixo rendimento dos equipamentos e maior consumo de energia reativa e ativa. Um dos exemplos mais comuns do uso da energia ativa é o caso dos motores, a energia ativa é responsável pela rotação do eixo do motor.

Numa instalação elétrica é possível realizar a medição da energia consumida através de um dispositivo que irá fazer a contagem do consumo da energia em kWh, sendo este equipamento o contador de energia ativa. O proprietário do contador pode ser tanto o comercializador de energia como o consumidor.

A energia reativa é uma energia que, ao contrário da energia ativa, não atua como fonte principal de energia, isto é, não é responsável pela realização direta de trabalho, mas sendo indispensável ao funcionamento de máquinas de indução, visto que, é responsável pela criação de fluxo magnético que irá fazer funcionar motores elétricos, geradores, compensadores síncronos, lâmpadas fluorescente e algumas fontes de alimentação de equipamentos elétricos.

Para a faturação da energia ativa existem algumas variáveis de forma a conseguir aplicar um preço para o consumo de energia elétrica, que neste caso é de acordo com (time-of-use). Neste tipo de acordo é definido preços diferentes ao longo das horas do dia que por sua vez também vai estar classificadas por horas de maior procura/consumo energético (hora de ponta, horas cheia, hora de vazio, e horas de super vazio), tendo assim 4 preços diferentes que vão variar dependendo se estão inseridos nos dias úteis ou sábados e domingos e ainda podem dividir preços mediante se é inverno ou verão.

As variáveis para a faturação para a energia reativa, vão se dividir em energia indutiva e capacitiva, que por sua vez é faturada em períodos de fora de vazio na medida que por sua vez é possível diminuir os custos globais pela parte do consumidor ao mesmo tempo que minimiza perdas de energia.

Os preços das variáveis da faturação são definidos:

- Preço da potência contratada pela empresa em euros por KW, por mês;
- Preço de potência em horas de ponta, definido em euros por kW, por mês;
- Preço de energia ativa, definidos em euros por kWh;

- Preço de energia reativa (indutiva e capacitiva), definido em euros por kVArh.

Analisando a Figura 19 é possível observar que a energia reativa nos clientes de baixa tensão, com potências abaixo de 41,4kVA (BTN), não é uma variável para a faturação. Para clientes com potências acima de 41,4 kVA ou escalões de tensão acima a energia reativa já é considerada uma variável importante para a faturação e é representado o custo unitário em kVArh [31].

	MAT	AT	MT	BTE	BTN
<b>Potência</b>					
Potência contratada	•	•	•	•	•
Potência em horas de ponta	•	•	•	•	
<b>Energia ativa</b>					
Preços diferenciados por trimestre	•	•	•	•	
Estrutura tetra-horária	•	•	•	•	
Estrutura tri-horária					•
Estrutura bi-horária					•
Estrutura simples					•
<b>Energia reativa</b>					
Indutiva	•	•	•	•	
Capacitiva	•	•	•	•	

Figura 19- Relação entre as potências e energias com os vários tipos de tensões encontradas nas empresas [31].

Para a realização do cálculo da energia reativa, é preciso ter em conta o fator  $\text{tg}(\phi)$ , que corresponde ao quociente entre a energia reativa e a energia ativa e quando maior for a  $\text{tg}(\phi)$ , maior será a taxa de energia reativa que foi consumida. O preço que é aplicado à energia reativa está diretamente relacionada com a medição nas horas fora de vazio que são classificadas em 3 escalões, em função das medições em cada período horário.

A tabela 5 mostra os escalões e os seus respetivos fatores multiplicativos.

Tabela 5-Escalões e os seus respetivos fatores multiplicativos [7]

Escalão	Descrição	Fator
1	$0,3 \leq \text{tg}(\phi) < 0,4$	0,33
2	$0,4 \leq \text{tg}(\phi) < 0,5$	1,00
3	$\text{tg}(\phi) \geq 0,5$	3,00

É possível concluir que não se pode desprezar os valores da energia reativa, visto que, dependendo dos escalões e do seu respetivo fator multiplicativo podem gerar um custo

relativo a pagar, uma forma de reduzir este tipo de custos é a instalação de condensadores que irão armazenar e gerar essa mesma energia, sendo que este tipo de investimento tem curto prazo de retorno (1 a 2 anos) [7].

### 3.5 Sistema de iluminação

A energia elétrica tem sido um dos grandes fatores que contribuem para custos elevados apresentados na faturação, podendo chegar a representar 25% do valor de energia consumida a nível nacional. A iluminação corresponde a cerca de 5% a 7% do consumo global da energia elétrica consumida numa empresa [32]. O restante valor está relacionado diretamente com investimento, energia consumida e manutenção. Tendo estes valores é relevante a procura de novos equipamentos mais eficazes, com a capacidade de reduzir significativamente os consumos energéticos. Assim atualmente é importante a procura de equipamentos que proporcionam os níveis de iluminação necessária para a área de trabalho com o fim de reduzir o desperdício de energia e diminuir os custos de manutenção.

#### 3.5.1 Luminotecnia

O conceito de luminotecnia é importante, pois é a partir deste conjunto de técnicas que foi possível escolher a quantidade e qualidade da distribuição de luz artificial necessárias tanto em espaços interiores, como em espaços exteriores e via pública. Todas estas técnicas foram possíveis, tendo a noção fundamental de fluxo luminoso, o qual se define a partir da quantidade necessária de luz por área a ser iluminada [33].

$$E (lx) = \frac{\Phi(lm)}{A(m^2)}$$

Equação 22

$E$  – Iluminação

$\Phi$  – Taxa do fluxo luminoso

$A$  - Área a ser iluminada

Para uma maior qualidade de iluminação, existem alguns parâmetros técnicos que são importantes a ter em consideração, tais como a eficiência luminosa, a temperatura de cor (expresso em Kelvin), índice de restituição cromática (CRI) e os níveis de encandeamento (URG), e o seu tempo de vida. A eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso (lumens) e a potência energética do equipamento medido em watts, sendo possível ser expressa pela equação 23 [7].

$$\eta (lm/w) = \frac{\Phi (lm)}{P (w)}$$

Equação 23

É possível observar nas Tabelas 6 e 7, valores dos tipos de lâmpadas e as suas respetivas características de desempenho.

Tabela 6 – Lâmpadas e suas respetivas características [32].

Tipo de lâmpada	Potência (W)	Eficácia Energética (lm/W)	Duração média (hrs)
Fluorescente	Tubular	4 - 215	7 500 – 24 000
	Compacta	5 - 58	10 000 – 20 000
Descarga de alta intensidade	Halogeneto metálico	32 - 2000	6 000 – 20 000
	Vapor de sódio a alta pressão	35 - 1000	16 000 – 24 000

Tabela 7 – Lâmpadas e suas respetivas características pormenorizadas [7].

Descrição	P(W)	$\Phi$ (lm)	$\eta$ (lm/W)
Halogéneo – 120 W	127,4	2249	17,7
Halogéneo – 60 W	59,9	1535	25,6
Fluorescente T5 – 54 W	51,3	4184	81,6
Iodetos Metálicos – 70 W	79,8	7912	99,2
LED, 830 – 35 W	34,2	4739	138,6
LED, 840 – 35 W	34,5	4806	139,3
LED, 750 – 16 W	16,2	2436	150,5

Os sistemas de iluminação a instalar em edifícios de comércio e serviços devem cumprir requisitos gerais e específicos para os parâmetros de iluminação, de acordo com as normas europeias EN 12464-1 e EN 15193, bem como requisitos para a densidade de potência e requisitos de controlo, de regulação de fluxo e de monitorização e gestão, conforme descrito nas secções seguintes.

Tendo como requisito geral, a eficiência nominal dos equipamentos de iluminação a instalar em todos os edifícios de comércio e serviços, não deve ser inferior ao que legalmente decorre da aplicação das medidas de execução da Diretiva 2009/125/CE, relativa à conceção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia [34].

### 3.6 Instrumentos de medição

Neste subcapítulo vão ser abordados os instrumentos utilizados na realização das várias fases da obtenção de dados, tanto na auditoria energética como na monitorização dos mesmos.

#### 3.6.1 Instrumentos utilizados para a realização da auditoria energética

Para a realização da recolha de dados de uma determinada indústria é preciso utilizar instrumentos de medição específicos para a melhor avaliação possível. A diversidade dos instrumentos que serão utilizados nas fases da obtenção de dados estão dependentes da natureza dos processos presentes na empresa em estudo. Com o objetivo de obter dados precisos é importante, antes de cada medição, fazer a calibração dos equipamentos para o preenchimento de uma ficha completa e rigorosa de onde foram retiradas diversas grandezas, tais como:

- Temperatura (A) – O dispositivo utilizado neste parâmetro foi o termómetro infravermelho, que tem como objetivo capturar uma imagem, onde consegue exibir várias leituras de diferente temperatura de forma rápida e simples no mesmo ambiente, e conseguindo obter dados de locais que por vezes são inacessíveis, através desses dados recolhidos é possível fazer uma leitura mais simplificada e precisa.
- Caudal de um fluido (B) - O dispositivo utilizado para fazer as medições deste parâmetro foi o Anemómetro, que tem como função medir a velocidade e intensidade dos ventos ou fluidos em movimento. São equipamentos com uma elevada precisão e conseguem fornecer dados de diversas formas, um dos exemplos possíveis é calcular o caudal de ar que circula dentro de uma conduta.
- Humidade relativa do ar (C) - O dispositivo utilizado para a obtenção destes dados foi o Higrómetro digital, este aparelho tem como objetivo a realização de medições de

temperatura e humidade relativa presente na atmosfera, este equipamento pode variar a nível de precisão, ambiente e aplicação.

- Composição dos gases de combustão (D) – Na recolha destes dados são utilizados analisadores de gases de combustão, que são aparelhos digitais, tendo como principal objetivo a medição dos elementos ( $O_2$ ,  $CO$  e  $CO_2$ ), que se formaram durante os processos térmicos de uma combustão.
- Velocidade (E) - O dispositivo utilizado foi o Tacómetro (taquímetro), é um dispositivo de medição que vai registar a quantidade de voltas de um determinado eixo, calculando assim o número de rotações e vibrações realizadas por uma máquina, um dos exemplos onde se utiliza regularmente este dispositivo é nas contagens de rotações dos motores.
- Pressão (F) - O dispositivo utilizado na obtenção da pressão foi o manómetro, este equipamento tem como objetivo medir as diferentes pressões entre fluidos e pressões atmosféricas.
- Comprimento (G) - O dispositivo utilizado pode ser tanto fita métrica como lasers.
- Intensidade luminosa (H) - O dispositivo utilizado é o luxímetro, este dispositivo tem como objetivo a medição da intensidade da luz que é emitida num espaço antes e depois de sofrer uma intervenção na luminosidade.
- Grandezas elétricas (I) – A partir do analisador de energia é possível medir o fluxo da potência ativa e reativa num sistema elétrico, com isto é possível a transformação desses dados para um diagrama de cargas específicas, sendo assim possível facilitar as suas leituras.



20-A



20-B



20-C



20-D



20-E



20-F



20-G



20-H



20-I

Figura 20- Equipamentos de medição de A a I [35]–[43].

### 3.6.2 Sistemas de monitorização

Durante a recolha de informação é utilizado outro tipo de equipamento que ficam em permanência no estabelecimento com o objetivo de medir consumos de secções. É possível obter uma recolha constante dos dados, visto que estes equipamentos, que por vezes são específicos, estão em constante comunicação, permitindo a troca de informação através de pacotes de dados devido a certos protocolos que estão em uso, sendo um deles o RS232 ou o RS485. O RS485 é mais comum em equipamentos atualmente devido a uma maior transmissão de dados à mesma distância [44]. Um dos exemplos com este tipo de tecnologia é o *Femto ECT D6* um analisador de energia, que pode ser observado na Figura 21.



Figura 21- *Femto ECT D6* (sistema de monitorização) [44].

Os equipamentos de monitorização normalmente utilizados podem fazer diversas medições. Os instrumentos que são utilizados com regularidade são: os analisadores de energia elétrica, contadores de gás e contadores de entalpias, sendo estes capazes de medir caudais, temperaturas e fazer cálculos energéticos [44]. A instalação deste tipo de equipamentos para além de fazer o controlo e tratamento da informação, consegue fazer com que a indústria tenha uma maior gestão a nível energético, por sua vez estas implementações também ajudam ao estudo de novas MRE. A informação recebida por este tipo de equipamentos é relevante, visto que facilita a tomada de decisões, tendo estas um risco baixo.

# CASO DE ESTUDO

- 4.1 Apresentação da empresa Ecoinside
- 4.2 Estrutura da empresa em estudo
- 4.3 Anodização
- 4.4 Lacagem
- 4.5 Custo energético
- 4.6 Volume de GEE gerada
- 4.7 Indicadores energéticos
- 4.8 Diagrama de cargas



## 4 Caso de estudo

Neste capítulo vai ser apresentada a empresa Ecoinside que possibilitou a realização desta dissertação, a empresa em estudo, onde foi realizada a auditoria energética. Este estudo é constituído por análise dos consumos energéticos, custos energéticos, emissões de gases de efeito de estufa, auditoria energética, assim como, também, a construção de novas metas.

### 4.1 Apresentação da empresa Ecoinside

A empresa Ecoinside - soluções em ecoeficiência e sustentabilidade, Lda., foi criada em 2006 e atualmente reside em Vila Nova de Gaia. A Ecoinside resultou do 1º curso de empreendedorismo da Universidade do Porto, presta serviços na área da ecoeficiência, sustentabilidade ambiental e valorização económica da biodiversidade a instituições e empresas. Tem como objetivo promover o desenvolvimento inteligente através, de projeções de soluções, utilizando tecnologias inovadoras com o intuito de reduzir custos e a minimizar o impacto ambiental. Na diminuição de custos estão incluídos a redução dos custos energéticos, otimizações de consumos, redução das emissões de gases, entre outros.

A Ecoinside tem como principais serviços a realização de auditorias energéticas, contratos de desempenho energético, certificações energéticas, instalação de sistemas de iluminações LED e atualmente instalação e monitorização de centrais fotovoltaicas.

### 4.2 Estrutura da empresa em estudo

A empresa em estudo tem referencial a nível europeu, e especializa-se na transformação de automóveis em veículos pré-hospitalares. Esta empresa trabalha numa área dividida por setores de trabalho. Os setores que requerem mais atenção são as zonas de banhos (anodização e lacagem), no qual são realizados os tratamentos do alumínio utilizado na construção dos veículos e o pavilhão principal, no qual é efetuada a montagem e as verificações. Este local é onde está concentrada a maior fonte de energia luminosa.

Existem outras instalações presentes nesta empresa, tais como: instalações para tratamento de águas residuais e armazéns onde são guardados os resíduos. No entanto, por terem consumos muito reduzidos a nível energético, não serão utilizados nos cálculos.

A área de maior dimensão que nos é apresentada pela empresa é o pavilhão principal onde está localizada a chaparia, ar condicionado, parte elétrica, carpintaria, montagem, zona de testes/inspeção, limpeza, posto de marcenaria, corte de madeiras, postos elétricos, estofadores, laser e serralharia de aço. Na Figura 22 é possível observar as várias instalações associadas à empresa em estudo, como também a identificação de cada secção.

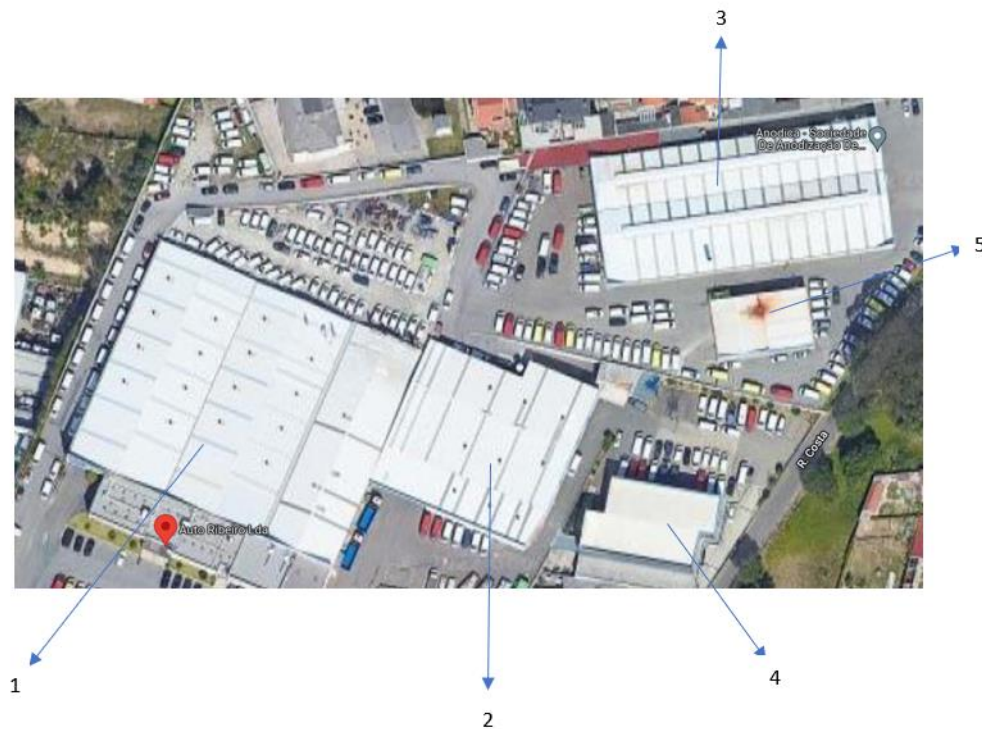


Figura 22 – Várias secções da empresa em estudo.

Na Figura 22 é possível observar que a empresa está dividida em 5 secções. A primeira secção corresponde ao pavilhão no qual são realizados os processos de produção primária, também estão presentes neste pavilhão, as partes administrativas, técnicas e de gestão. De seguida, está referenciado o segundo pavilhão, que corresponde à área de armazenamento e da serralharia do aço. O pavilhão 3 é responsável pela secção dos processos de anodização e lacagem. A linha de montagem de carrinhos, macas e de estrados está localizada no pavilhão 4 e, por último, o pavilhão 5 onde estão localizadas várias unidades de grande consumo, tais como: ar comprimido, *chiller* e caldeira a gásóleo. Neste último pavilhão, também está localizada a estação de tratamento de águas residuais (ETAR).

A área de maior dimensão que nos é apresentada pela empresa é o pavilhão principal onde está localizada a chaparia, ar condicionado, parte elétrica, carpintaria, montagem, zona de testes/inspeção, limpeza, posto de marcenaria, corte de madeiras, postos elétricos, estofadores, laser e serralharia de aço. Na Figura 23 é possível observar as várias secções dentro do pavilhão principal.

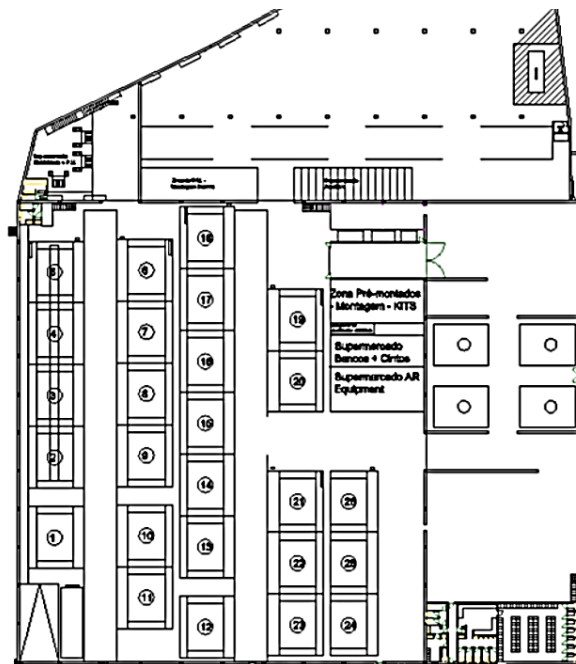


Figura 23– Pavilhão principal

Durante esta primeira visita também são avaliados os locais onde serão executados as medições e registos energéticos necessários, também serão recolhidos os dados dos últimos 3 anos, sendo estes:

- Consumos de energia final;
- Faturas energéticas;
- Produções anuais, em unidades físicas (kg,t,l);
- Valores brutos da produção;
- Custos anuais de exploração.

No entanto, neste pavilhão é importante focar o local de maior uso energético, localizado na zona de produção. Esta zona está representada na Figura 24 onde podemos observar as divisórias e o percurso que o produto faz até ao fim da sua construção.

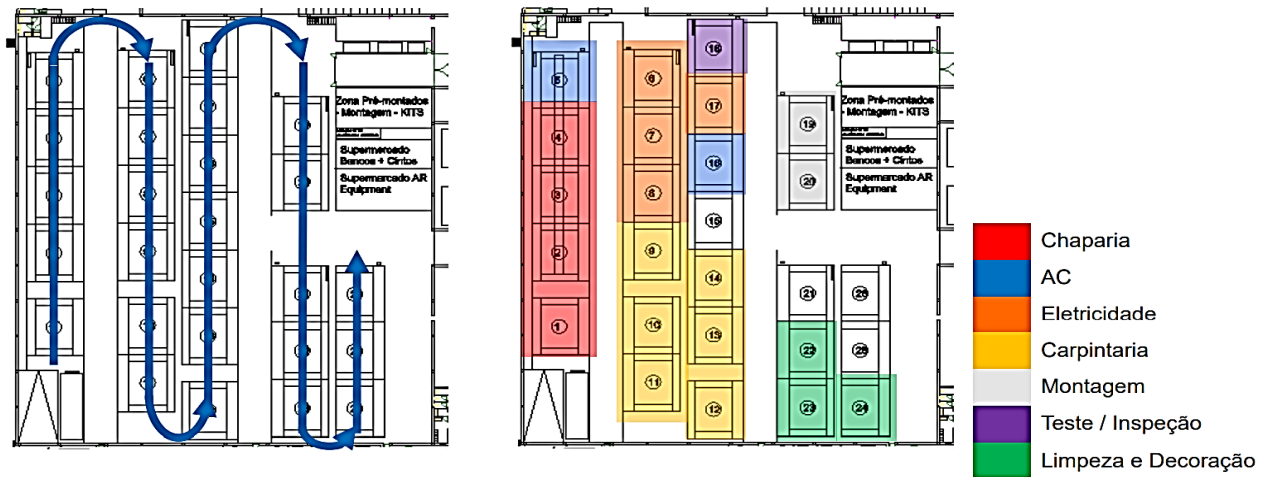


Figura 24-Percurso feito na construção de um veículo pré-hospitalar e a as suas várias fases.

No pavilhão principal encontramos os equipamentos com maior potência, sendo estes o queimador com uma potência de 255,86 kW que se localiza na zona de pintura e os compressores na zona técnica. Na Figura 25 e 26 é possível observar o equipamento de ar comprimido e a unidade de secagem do ar comprimido, respetivamente.



Figura 25-Equipamento de ar comprimido



Figura 26-Unidade de secagem do ar comprimido

Para além deste pavilhão, existe outra secção nesta empresa que é imprescindível examinar, que são os pavilhões onde ocorrem os processos de anodização e de lacagem. Nesta secção, também, foi possível identificar alguns equipamentos com potências elevadas. Na realização do processo de anodização, os equipamentos com maior potência são o primeiro retificador e o *chiller*. No processo de lacagem o equipamento de maior potência é o queimador que realiza a função de forno de polimerização.

### 4.3 Anodização

Este processo é iniciado através da inspeção do material, onde vai ser avaliada a sua superfície. Esta deve apresentar uma estrutura lisa e uniforme para uma melhor aderência à película protetora. De seguida, o material é carregado para uma ponte rolante que é operada por um trabalhador. Essa ponte é sobreposta à zona dos tanques de água e vai submergir o material em banhos de desgorduramento, lavagem, acetinagem e neutralização, como é possível observar na Figura 27.



Figura 27-Zona de anodização

De seguida os materiais são inseridos no banho eletrolítico de anodização. Nesta etapa existe calor que vai ser libertado pelos elétrodos dos retificadores para os banhos. Depois da reação química é necessário a realização do arrefecimento da solução que irá ser feita através de um *chiller*. Na fase final é feita a colmatagem do alumínio alterado durante a fase de anodização. Estas etapas podem ser descritas através da Tabela 8.

Tabela 8 -Descrição dos banhos de anodização.

Etapas	Volume (m <sup>3</sup> )	Temperatura
Lavagem	11,28	Ambiente
Desengorduramento alcalino	6	Ambiente
Lavagem	15	Ambiente
Acetinagem	15	65 °C
Neutralização	6,5	Ambiente
Anodização	12,36	Ambiente
Lavagem 1	6,5	Ambiente
Lavagem 2	6	Ambiente
Lavagem 3	6	Ambiente
Lavagem 4	6	Ambiente
Lavagem 5	6	60 °C
Colmatagem	6,5	Ambiente

Também foi possível obter a área tratada do alumínio no ano de 2020 no processo de anodização que está representada na Tabela 9:

Tabela 9- Quantidade de alumínio tratado em relação ao ano de 2020.

Anodização 2020												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Área tratada	3245	3947	4228	3230	3542	3650	4056	1513	3011	2917	2402	1591

#### 4.4 Lacagem

Este processo, tal como na Anodização, inicia-se com o pré-tratamento dos perfis. A etapa seguinte também é similar, onde os perfis irão ser submersos no líquido com a ajuda de uma ponte-rolante controlada por um operário. Depois dos consecutivos banhos o material irá sofrer a etapa final que corresponde à secagem dos perfis que é realizada numa estufa. É possível verificar na Tabela 10 as etapas, os volumes e as temperaturas do processo de lacagem.

Tabela 10-Descrição dos banhos da Lacagem.

Etapas	Volume (m <sup>3</sup> )	Temperaturas
Desoxidação/Conversão Alumínio	6	ambiente
Lavagem	6	ambiente
Lavagem	6	ambiente
Lavagem	6	ambiente
Lavagem	6	ambiente
Desengorduramento Quente Ferro	5,64	45 °C
Lavagem	5,64	ambiente

De seguida o material é introduzido numa câmara de pintura, onde será pulverizado com pintura eletrostática. Por fim, o revestimento dos perfis é polimerizado no forno. É possível observar a quantidade de área tratada pela lacagem no ano 2020 na Tabela 11.

Tabela 11- Quantidade de alumínio tratado em (m<sup>2</sup>) pelo processo de Lacagem no ano 2020.

Lacagem 2020												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Área tratada (m <sup>2</sup> )	5855	4259	5288	5944	6942	5382	6958	2465	5912	4150	3167	4196

## 4.5 Consumos energéticos

Neste subcapítulo irão ser abordados os consumos realizados pela empresa, no período de referência ao ano 2019 e 2020, isto é, ano relativo à auditoria energética. Os dados utilizados neste subcapítulo foram baseados nas faturas de eletricidade e gás natural. Estas instalações dispõem de 3 tipos de fontes primárias de energia, sendo estas a eletricidade, o gás natural e o gasóleo. Este último é utilizado na estufa e na frota, sendo o da frota consumido em quantidades tão reduzidas que não irão influenciar a instalação principal. Estes dados são importantes, visto que são os mesmos que irão permitir formar uma base sólida para que daqui a 8 anos se possa criar um acordo de racionalização dos consumos de energia (ARCE).

### 4.5.1 Energia elétrica

Com a análise recolhida em campo e através das faturas fornecidas pela empresa em relação aos anos 2019 e 2020, conseguimos obter dados importantes, sendo estes:

- A energia elétrica foi fornecida pela empresa Aldro energia e soluções, até ao mês de junho do ano de 2020 no qual foi substituída pelo contrato com outra empresa-Aspo.
- A potência contratada inicialmente era de 939 KW, sendo posteriormente alterada com a mudança de contrato para 411kW, em ambas as empresas o contrato foi efetuado em regime de media tensão (MT), em ciclo semanal com feriados.

Na Tabela 12 podemos observar a média das fontes de energia utilizadas para a produção da energia elétrica e é relevante referir que no início do ano de 2019, a energia

era formada principalmente a partir do carvão, sendo usado em média (22,6%). A sua utilização diminuiu até ao final do mesmo ano, atingindo um valor médio de 4,2%, sendo substituído pela energia eólica e o gás natural com os valores médios de 25,4% e 25,2%, respetivamente. No mês de maio, do ano 2020, verificou-se que o carvão, fonte produtora de energia, teve uma descida dos valores atingindo 1%, contrariamente à energia hídrica que teve uma subida significativa, tendo um valor máximo de 33%.

Tabela 12 – Fontes de energia que são utilizadas na produção de energia elétrica em percentagens.

Fontes de energia	2019	2020
Carvão	22,6%	4,2%
Eólica	22,1%	25,4%
Gás natural	17,4%	25,2%
Hídrica	15,2%	23,4%
Cogeração fóssil	8,7%	8,4%
Nuclear	2%	0%
Cogeração renovável	4,2%	3,8%
Outras renováveis	6,6%	8,6%
Resíduos sólidos	1%	1%

Sendo uma instalação elétrica MT, com ciclos semanais com feriados, podemos distribuir os períodos horários em 4 partes distintas (horas de ponta, cheias, vazio e super vazio), apresentando para cada parte preços de consumo diferente. Estes valores variam mediante o horário de maior ou menor procura energética. Nas faturas apresentadas pela empresa é possível determinar os períodos horários de maior ou menor consumo de energia elétrica e os seus respetivos preços. Os valores gastos pela empresa em energia elétrica foram mais elevados até a mudança de contrato com a empresa Aspo. Esta mudança pode-se considerar positiva, visto que o preço por KWh baixou substancialmente. Na Tabela 13, pode-se observar os preços nos diferentes períodos dos consumos de energia relativamente às duas empresas fornecedoras nos anos 2019 e 2020. Nas tabelas 14 e 15 encontram-se os consumos de energia referentes aos mesmos anos.

Tabela 13-Preço dos diferentes períodos consumida em cada empresa.

	Preço (€/kWh) Aldro	Preço (€/kWh) Aspo
Horas ponta	0,067406	0,0564
Cheia	0,064313	0,0404
Vazio	0,061507	0,0145
SV	0,05364	0,0141

Tabela 14 -Valores da energia elétrica consumida ao longo dos vários períodos horários do ano 2019.

	Horas ponta	Cheia	vazio	Super vazio	Total
janeiro	14 660	34 219	5 100	3 638	57 617
fevereiro	18 720	45 506	7 986	5 587	77 799
março	19 124	46 323	9 054	7 686	82 187
abril	11 537	28 155	4 438	2 951	47 081
maio	13 902	33 727	4 889	2 915	55 433
junho	13 362	33 104	7 750	4 690	58 906
julho	17 414	41 328	5 368	4 545	68 655
agosto	10 483	25 437	4 417	2 980	<b>43 317</b>
setembro	17 834	46 233	8 534	7 240	79 841
outubro	15 243	35 721	4 138	3 194	58 296
novembro	14 522	37 834	10 266	7 754	70 376
dezembro	19 319	49 567	7 755	6029	<b>82 670</b>
<b>Total</b>	<b>186 120</b>	<b>457 154</b>	<b>79 695</b>	<b>592 209</b>	<b>782 178</b>

Tabela 15 - Valores da energia elétrica consumida ao longo dos vários períodos horários do ano 2020.

	Horas ponta	Cheia	Vazio	Super vazio	Total
janeiro	15 485	36 637	6 778	5 100	64 000
fevereiro	18 950	44 683	11 467	9 823	<b>84 923</b>
março	19 684	47 219	8 752	6 729	82 384
abril	8 546	36 292	6 751	3 747	55 335
maio	14 082	50 661	9 709	5 012	79 464
junho	11 033	27 996	5 869	4 592	49 460
julho	12 638	31 144	4 517	3 794	52 093
agosto	11 434	28 773	6 744	6 212	53 163
setembro	16 059	41 366	8 454	7 534	73 413
outubro	11 497	27 454	5 013	3 962	<b>47 926</b>
novembro	15 018	36 769	6 640	5 616	64 043
dezembro	14 522	37 834	110 266	7 754	70 376
<b>Total</b>	<b>168 948</b>	<b>446 828</b>	<b>90 960</b>	<b>69 875</b>	<b>776 580</b>

Após a análise das Tabelas 14 e 15 foi possível concluir que:

- O consumo total de energia ativa em 2019 foi de 782 178 kWh e em 2020 de 776 580 kWh;
- O mês de maior consumo, no ano de 2019, foi dezembro com um consumo de 82 670 kWh e o menor foi agosto com 43 317 kWh;
- No ano correspondente a 2020, o mês com maior consumo foi fevereiro com um consumo de 84 923 kWh e o mês com menos consumo foi outubro com 47 926 kWh usados;
- O consumo no período de cheia foi sempre o maior, seguido do período de ponta, vazio e super vazio, respetivamente;
- Em 2020 em termos percentuais o mês de fevereiro corresponde a 10,9% do consumo total anual seguidos pelos meses de março e maio que correspondem a 10,6% e 10,2%,

respetivamente. Em contrapartida o mês com menor taxa percentual foi o mês de outubro com o valor de 6,2%;

- Em 2019 o mês com maior taxa percentual de energia consumida foi o mês de dezembro, que corresponde a 10,6%, seguidos do mês de março e setembro com taxas de 10,5% e 10,2%, respetivamente. O mês com menor consumo em percentagem é o mês de agosto com o valor de 5,6%;
- No ano 2020 em termos de consumos, o período de cheias corresponde a 57,54%, tendo o maior valor percentual, seguido do período de ponta com 21,75% e do vazio e super vazio com 11,71% e 9%, respetivamente.

#### 4.5.2 Gás natural

O consumo de gás natural é uma das grandes despesas que a empresa apresenta. Através das faturas foi possível obter dados relevantes, tais como a quantidade de energia consumida por mês, o volume utilizado e o poder calorífico em cada mês. Na Tabela 16 é possível observar a energia consumida, volume utilizado e poder calorífico. É de referir que não houve fatura do mês de outubro.

Tabela 16 – Valores do Poder Calorífico superior (PCS) e os volumes de gás natural consumidos nos anos de 2019 e 2020.

	2019			2020		
	Energia consumida	Volume	PCS	Energia consumidas	Volume	PCS
janeiro	54 972	4 608,96	11,92	73 829	6 210,02	11,89
fevereiro	67 233	5 658,031	11,88	74 536	6 206,99	12,01
março	63 150	5 346,03	11,81	68 022	5 719,99	11,89
abril	66 089	5 618,97	11,76	63 895	5 348,99	11,95
maio	69 410	5 817,97	11,93	95 313	8 051,98	11,84
junho	61 228	5 157,012	11,87	70 591	5 980	11,81
julho	59 640	4 994,97	11,94	45 328	3 781,97	11,98
agosto	75 651	6 376,98	11,86	28 677	2 424,27	11,83

	2019			2020		
setembro	12	1,02	11,87	86 030	7 272,21	11,83
outubro	0	0	11,87	65 201	5 569,03	11,71
novembro	11 993	1 009,51	11,88	74 860	6 356,01	11,78
dezembro	78 882	6 667,96	11,83	72 554	6 145,04	11,81
Total	608 260	51 257,25	11,87	818 836	69 067	11,86

Através dos dados apresentados na Tabela 16 podemos concluir que o consumo de gás natural em 2019 foi de 51 257,248 m<sup>3</sup> e em 2020 de 69 067 m<sup>3</sup>. É possível observar que o consumo total de energia referente ao ano de 2020 foi de 818 836 kWh. Também é possível observar que no ano de 2020 o maior consumo ocorreu no mês de maio com um valor de 95 131 kWh que corresponde a 11,7% do consumo total, por sua vez o menor consumo foi registado no mês de agosto com um valor de 28 677 kWh que corresponde a 3,5%. O custo total (não considerando IVA) com a aquisição de gás natural no ano de referência foi de 43 967,02 € correspondendo a um valor por kWh consumido de 0,054 €. Na Figura 28 é possível observar os consumos de gás natural em volumes, sabendo que em 2020 o maior volume utilizado foi em maio e o menor consumo foi em agosto.

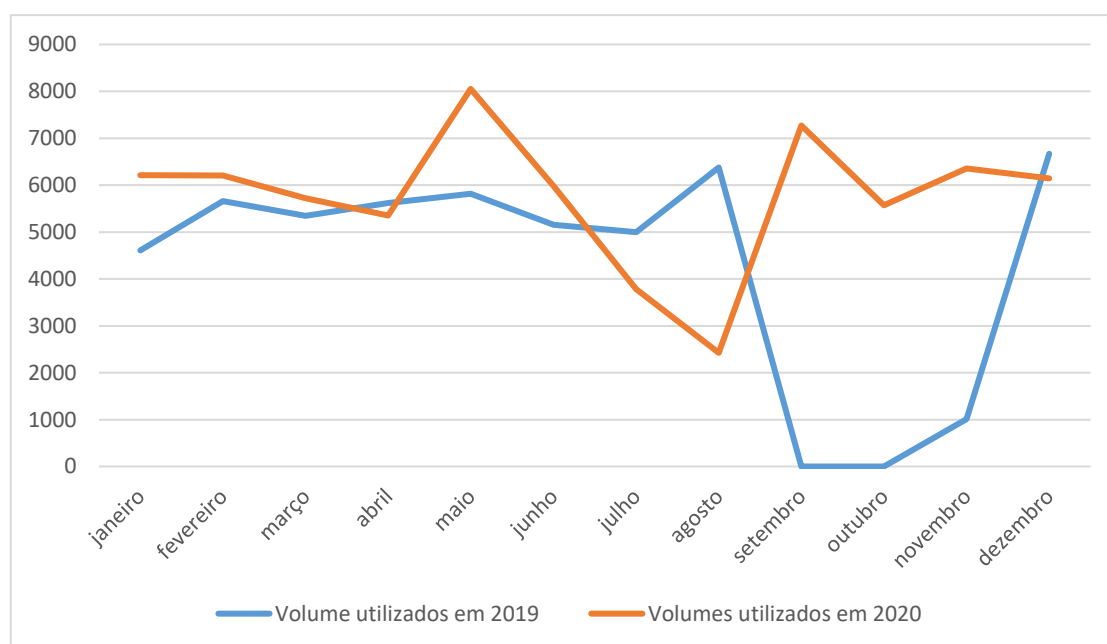


Figura 28-Volume de gás natural usado pela empresa nos anos de 2019 e 2020.

### 4.5.3 Gasóleo

#### 4.5.3.1 Gasóleo da estufa de pintura

Esta fonte mesmo tendo um baixo consumo é importante, visto que pode ser um ponto relevante para o desenvolvimento de um novo ARCE. Através das faturas é possível ver os consumos utilizados nos últimos dois anos. Este consumo não tem sido regular, uma vez que esta fonte não é consumida todos os meses. Na Tabela 17 é possível observar a regularidade com que o gasóleo era consumido nas estufas.

Tabela 17-Volume de gasóleo utilizada em (l) nos anos de 2019 e 2020.

Meses	2019	2020
janeiro	600	700
fevereiro	600	800
março	600	600
abril	600	600
maio	500	0
junho	0	800
julho	400	0
agosto	0	0
setembro	0	600
outubro	600	800
novembro	900	700
dezembro	0	0
	4 800	5 600

É possível identificar uma subida de 14% na utilização do gasóleo e mesmo com este aumento, o valor dos custos não é muito elevado.

#### 4.5.3.2 Gasóleo da zona de produção

Na empresa, o consumo de gasóleo também está associado à movimentação das viaturas entre os diversos postos de trabalho existentes na instalação. Na Tabela 18 é possível ver as quantidades de gasóleo utilizada durante os processos de transformação das viaturas.

Tabela 18– Volumes de gasóleo na zona de produção no a no de 2019 e 2020.

Meses	2019	2020
janeiro	133,14	279,52
fevereiro	339,42	575,97
março	391,97	320,06
abril	186,36	411,06
maio	165,05	500,72
junho	189,36	392,96
julho	501,65	288,38
agosto	59,28	150,00
setembro	352,38	185,70
outubro	274,60	603,96
novembro	273,62	230,00
dezembro	410,08	498,23
<b>Total</b>	<b>3 277,45</b>	<b>4 436,56</b>

#### 4.5.4 Comparação dos consumos energéticos em anos consecutivos

Na fase final deste subcapítulo, vai-se comparar os consumos das fontes de energia anteriormente apresentados e para fazer essa comparação é necessário converter os valores para a mesma unidade, sendo esta grandeza denominada Tep. Nas quatro fórmulas abaixo referidas, estão representadas as conversões dos consumos elétricos, o consumo de gás natural, gasóleo utilizado na estufa e o gasóleo utilizado na zona de produção, respetivamente:

Consumo de energia elétrica:

$$2019- 782\ 178\ \text{kWh} \times 215 \times 10^{-6}\ \text{tep} = 168,17\text{tep}$$

$$2020- 776\ 580\ \text{kWh} \times 215 \times 10^{-6}\ \text{tep} = 166,96\ \text{tep}$$

Consumo de gás natural:

$$2019- 51\ 219,98\ \text{m}^3 \times 0,8404\ \text{kg/m}^3 \times 1,077\ \text{tep/t} = 46,36\ \text{tep}$$

$$2020- 69\ 067\ \text{m}^3 \times 0,8404\ \text{kg/m}^3 \times 1,077\ \text{tep/t} = 62,51\ \text{tep}$$

Consumo de gasóleo da caldeira

$$2019- 4\ 800,000835\ \text{t} \times 1,034\ \text{tep} = 4,14\ \text{tep}$$

$$2020- 5\ 600 \times 0,000835\ \text{t} \times 1,034\ \text{tep} = 4,83\ \text{tep}$$

Consumo de gasóleo (Produção)

$$2019- 3\ 277,45 \times 0,000835\ \text{t} \times 1,034\ \text{tep} = 2,83\ \text{tep}$$

$$2020- 4\ 436,56 \times 0,000835\ \text{t} \times 1,034\ \text{tep} = 3,83\ \text{tep}$$

Nas Tabelas 19 e 20 estão resumidos os consumos em tep das diferentes fontes de energia usadas pela empresa nos anos de 2019 e 2020.

Tabela 19- Consumos em tep das várias fontes energéticas utilizadas e suas respetivas percentagens ano 2019.

2019			
Fontes de energia	Consumo	Consumo em tep	Percentagens
energia elétrica	782 178 kWh	168,17tep	74,4%

gás natural m <sup>3</sup>	51 219,98 m <sup>3</sup>	46,36 tep	22,5%
Gasóleo caldeira m <sup>3</sup>	4,80 m <sup>3</sup>	4,14 tep	1,8%
Gasóleo Produção m <sup>3</sup>	3,28 m <sup>3</sup>	2,83 tep	1,3%
<b>Total</b>		<b>226,06 tep</b>	<b>100%</b>

Tabela 20 -Consumos em tep das várias fontes energéticas utilizadas e suas respetivas percentagens.

2020

Fontes de energia	Consumo	Consumo em tep	Percentagens
energia elétrica	776 580 kWh	166,96 tep	70,1%
gás natural m <sup>3</sup>	69 067 m <sup>3</sup>	62,51 tep	26,3%
Gasóleo caldeira m <sup>3</sup>	5,60 m <sup>3</sup>	4,83 tep	2,0%
Gasóleo Produção m <sup>3</sup>	4,44 m <sup>3</sup>	3,83 tep	1,6%
<b>Total</b>		<b>238,13 tep</b>	<b>100%</b>

Tabela 21 -Consumo total em Tep, referente ao ano 2020.

Mês	Energia elétrica (tep)	Gás natural (tep)	Gasóleo aquecimento - queimador (tep)	Gasóleo viaturas (produção) (tep)	Consumo total (tep)
Janeiro	13,76	5,62	0,60	0,24	<b>20,23</b>
Fevereiro	18,26	5,62	0,69	0,50	<b>25,06</b>
Março	17,71	5,18	0,52	0,28	<b>23,68</b>
Abril	11,90	4,84	0,52	0,35	<b>17,61</b>
Maio	17,08	7,29	0,00	0,43	<b>24,81</b>
Junho	10,63	5,41	0,69	0,34	<b>17,08</b>
Julho	11,20	3,42	0,00	0,25	<b>14,87</b>
Agosto	11,43	8,78	0,00	0,13	<b>20,34</b>
Setembro	15,78	0,00	0,52	0,16	<b>16,46</b>

Outubro	10,30	5,04	0,69	0,52	<b>16,56</b>
Novembro	13,77	5,75	0,60	0,20	<b>20,33</b>
Dezembro	15,13	5,56	0,00	0,43	<b>21,12</b>
<b>Total</b>	<b>166,96</b>	<b>62,51</b>	<b>4,83</b>	<b>3,83</b>	<b>238,14</b>

Com a análise da Tabela 21 pode-se afirmar que os maiores consumos de tep são realizados nos meses de fevereiro e maio, respetivamente. O mês que apresentou o menor consumo no ano de 2020 foi o mês de julho com um consumo total de 14,87 tep.

#### 4.5 Custo energético

Um processo de observação dos custos energéticos é através dos seus gastos. Nas Tabelas 22 e 23 é possível contabilizar esses gastos.

Tabela 22 - Custo específico das várias fontes energéticas nos anos 2019.

Fontes de energia	consumo	custo total	custo específico
Gás natural	46,36 tep	34 061,62 €	903,73 €/tep
Energia elétrica	166,33 tep	122 417,89 €	735,97 €/tep
Gasóleo (estufa)	4,14 tep	4 893,03 €	1180,67 €/tep
Gasóleo (Produção)	2,83 tep	-----	-----
<b>Energia total</b>	<b>219,67 tep</b>	<b>161 373 €</b>	

Tabela 23- Custo específico das várias fontes energéticas nos anos 2020.

Fontes de energia	consumo	custo total	custo específico
Gás natural	62,51 tep	54 079,43 €	865,09 €/tep
Energia elétrica	166,96 tep	110 320,79 €	660,74 €/tep
Gasóleo (estufa)	4,83 tep	5 527,80 €	1 144,42 €/tep
Gasóleo (produção)	3,83 tep	3 528,85 €	921,37 €/tep

Energia total	238,13 tep	173 456,87 €
---------------	------------	--------------

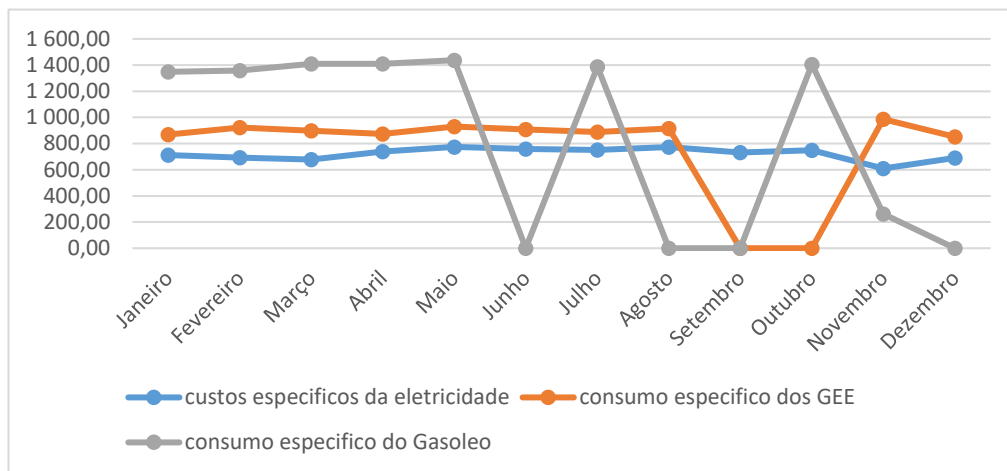


Figura 29-Custos específicos das diferentes fontes energéticas utilizadas nos anos 2019.

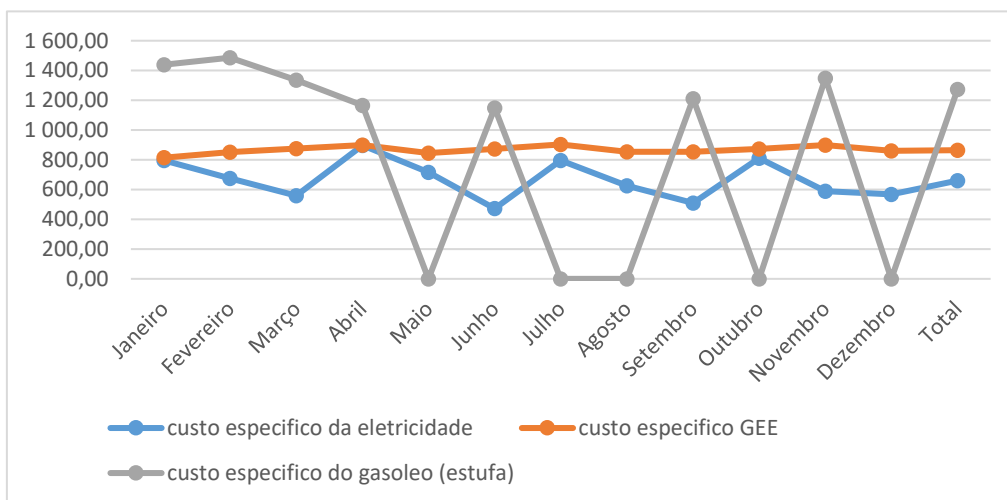


Figura 30- Custos específicos das diferentes fontes energéticas utilizadas nos anos 2020.

Analisando as Figuras 29 e 30, é possível ver que tanto no ano de 2019 como no ano de 2020, o produto com o maior custo específico foi o gasóleo (estufa), seguido do gás natural e, por fim, a eletricidade. Pode-se confirmar também que o gasóleo não é consumido com bastante regularidade. É importante também fazer uma análise financeira, isto é, comparar os preços da energia final consumida em €/MWh. Na Tabela 24 estão representados os valores médios em percentagem dos custos apresentados nas faturas.

Pode-se constatar na Tabela 24 que o preço das tarifas da rede tem um valor considerável na fatura, representando um custo anual de 34%. O custo da energia ativa corresponde a 46% em 2020 e a energia reativa tem uma correspondência de 0%. Sabe-se que o valor da energia ativa no final do ano de 2020 teve um custo de 89 307,46 euros.

Tabela 24 - Média dos custos da energia elétrica anual, por percentagem, em 2020

Energia Ativa	46%
Rede	34%
Ponta	22%
Cheias	58%
Vazio	12%
Super vazio	9%
Termo de potência	19%
Impostos	0,1%
Energia reativa	0,0%

#### 4.6 Volume de GEE gerado

Através da análise das faturas apresentadas pelas empresas, também, é possível observar a quantidade de emissões em toneladas de CO<sub>2</sub>, emitidas durante a produção destas fontes de energia. Através do Despacho nº17313/2008, podemos retirar os valores de FE para a energia elétrica e de gás natural, sendo estes os valores de 0,47 kgCO<sub>2</sub>/kWh e 2683,7 kgCO<sub>2</sub>/tep, respetivamente. Não foram apresentados valores da quantidade de emissões de GEE a partir do mês de junho de 2020, visto que esses valores não estão presentes nas faturas. Os valores das emissões de GEE de 2020 compreendem os valores entre o mês de janeiro até maio, inclusive. Na Tabela 25 é possível verificar os valores de emissão das várias fontes de energia em 2019 e em 2020.

Tabela 25-Volume de gases emitido nos anos 2019 e 2020, respetivamente.

Fontes de energia	Emissões de GEE em 2019	Porções em 2019	Emissões de GEE em 2020	Porções em 2020
Gás natural	112,83	26%	151,89	44,8%
Energia elétrica	330,39	68,6%	330,09	46,6%
Gasóleo (Estufa)	13,92	3,2%	16,24	4,8%
Gasóleo (Produção)	9,51	2,2%	12,87	3,8%
Energia total	466,65	100%	511,09	100%

## 4.7 Indicadores energéticos

### 4.7.1 Consumo específico de energia

O consumo específico é um termo útil para classificar o desempenho energético de uma instalação. No caso da empresa em estudo pode-se determinar esse consumo específico através dos produtos finalizados, ao longo do ano, e do seu consumo total em tep. Na Tabela 26 está descrito o consumo específico ao longo do ano 2020.

Tabela 26- Consumo específico de energia no ano de 2020.

Mês	Produção Total [unid]	Consumo total [tep]	Ce [tep/unid]
Janeiro	47	20,23	0,430
Fevereiro	136	25,06	0,184
Março	79	23,68	0,300
Abril	71	17,61	0,248
Maio	70	24,81	0,354
Junho	100	17,08	0,171

Julho	86	14,87	0,173
Agosto	46	20,34	0,442
Setembro	93	16,46	0,177
Outubro	103	16,56	0,161
Novembro	92	20,33	0,221
Dezembro	77	21,12	0,274
Total	1000	238,13	0,238

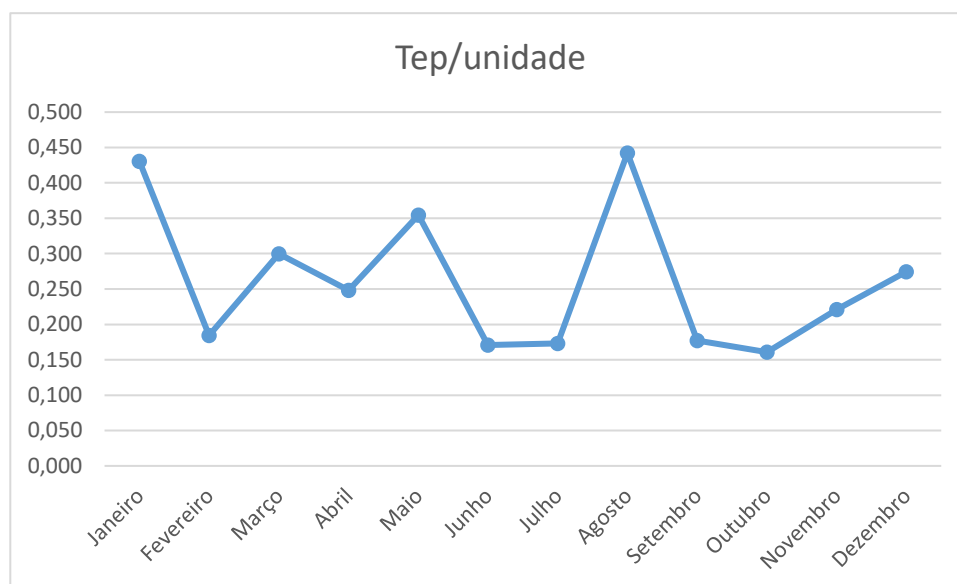


Figura 31- Consumo específico de energia em cada mês do ano 2020.

Através da Figura 31 é possível observar a correlação entre o consumo total de tep para a fabricação de uma unidade, para cada período, ao longo do ano de 2020. Verifica-se que os meses onde se obteve um maior valor do custo específico de energia, foram os meses com menor número de veículos transformados e um consumo energético elevado. É possível também observar que houve um maior consumo energéticos específico no mês de agosto, seguido do mês de janeiro. No mês de agosto foi registado o maior consumo específico, tendo sido usado 20,34 tep para a transformação de 46 viaturas.

#### 4.7.2 Intensidade energética

Como já descrito anteriormente, os valores da intensidade energética são calculados através do consumo total de energia e o Valor Acrescentado Bruto (VAB). A empresa em estudo tem consumos totais abaixo dos 500 tep, podendo assim afirmar que as metas para daqui a 8 anos serão a redução dos indicadores energéticos em 4%. Na Tabela 27 podemos ver o valor da intensidade energética referente ao ano de 2020.

Tabela 27- Intensidade energética no ano 2020 e a metas futuras.

	Unidades	Valores	Meta Futura
Consumos energéticos	tep	238,13	-----
VAB	€	6 885 761	-----
Intensidade energética	tep/€	0,035	0,0331

Pode-se observar que o valor da intensidade energética para a próxima ARCE será de 0,0331 tep/€. Este valor pode-se explicar através do baixo consumo de energia total e pelo valor elevado do VAB. É de salientar que é a primeira ARCE a ser efetuada nesta empresa, justificando a falta de valores de comparação com os anos anteriores.

#### 4.7.3 Intensidade carbónica

A intensidade carbónica é calculada pelo mesmo método do consumo específico. Este cálculo é efetuado em função da quantidade da energia utilizada, mas tendo como segunda componente as emissões GEE. Na Tabela 28 podemos observar os indicadores relativos à intensidade carbónica no ano de 2020.

Tabela 28- Comparação dos valores da intensidade carbónica entre o ano de 2019 e 2020.

	Unidades	valores 2019	valores 2020	Relação entre 2019-2020
Consumo total de energia	tep	226,06	238,13	
Emissões de GEE	tCO <sub>2</sub> e	466,65	511,09	
IC	tCO <sub>2</sub> e/tep	2,064	2,145	+4%

Através dos dados apresentados na Tabela 28 podemos observar que houve um aumento da intensidade carbónica do ano 2019 para 2020 num valor de 4%. Conseguir-se ver, também, o aumento da produção das emissões de GEE, mantendo o consumo energético.

#### 4.8 Diagrama de cargas

Os diagramas de carga são basicamente perfis de consumo de eletricidade de equipamentos ou de áreas onde haja consumo de energia elétrica. Estes perfis foram obtidos através do analisador de energia. Foram realizadas várias análises, tais como: a tensão, potência e eletricidade consumida, em períodos de 15 min, durante 48 horas. O analisador realizou a medição de 6 equipamentos primários que se consideraram relevantes, sendo estes:

- Retificador com maior potência e utilização;
- Laser utilizado no corte das chapas;
- Linha da Lacagem;
- Compressor utilizado;
- Lavador de gases;
- Chiller que funciona como o principal arrefecedor dos banhos de anodização.

Na Figura 32 é possível identificar a recolha de dados feita pelo analisador de energia.



Figura 32- Recolha de dados por um analisador de energia.

A recolha deste tipo de dados é relevante, visto que irão ser a fonte de comparação entre o consumo dos equipamentos e o consumo total de energia. Assim, é possível observar a influência que cada equipamento terá perante o consumo final apresentado.

### 4.8.1 Retificador

Este equipamento permite a conversão de corrente alternada AC, que é fornecida diretamente das instalações para corrente contínua DC. Neste caso os retificadores vão transformar a corrente contínua para ser utilizada nos banhos de anodização. Na Figura 33 está o diagrama de carga do retificador 3.

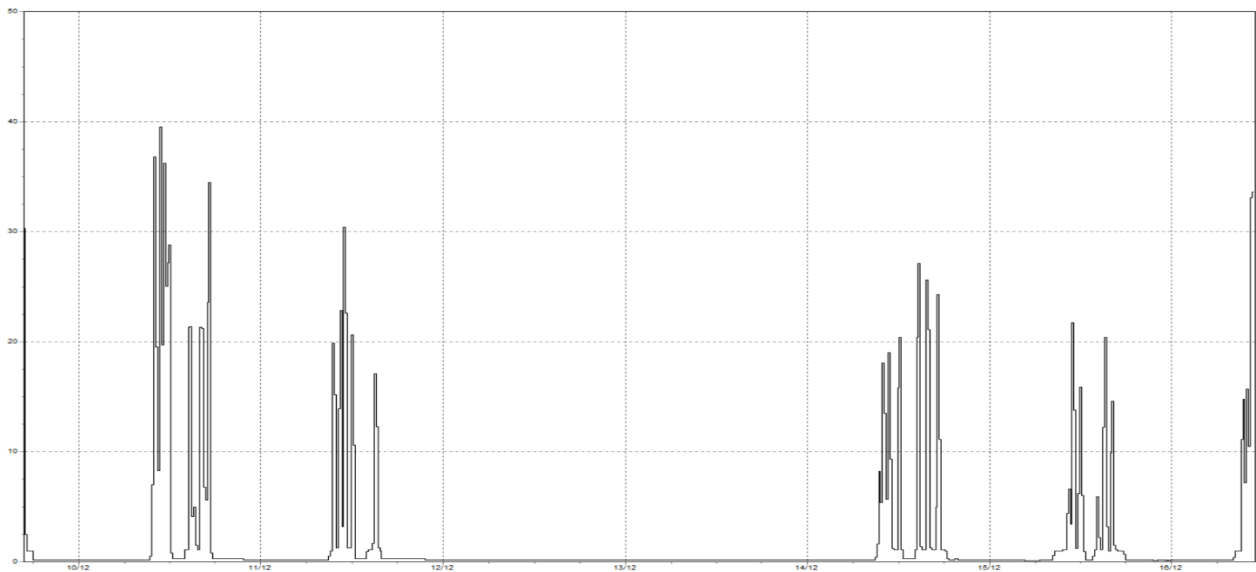


Figura 33-Diagrama de carga do retificador.

A escala vertical apresenta um máximo de 50 kW durante 48 horas e é possível constatar que entre os dias 9 e 16 de dezembro, o valor máximo apresentado pelo retificador foi de 39,50 kW. O maior e menor valor de fator de potência obtido pelo retificador foram de 0,57 e 0,07, respetivamente. Através da análise realizada ao diagrama de cargas do retificador, conclui-se que o funcionamento deste equipamento foi relativamente uniforme, ao longo dos dias, relacionados com horário de funcionamento. verificou-se diferenças em relação aos valores máximos de potência consumida, também foi possível concluir que este equipamento tem um funcionamento com baixa eficiência devido ao registo de valores de fator de potência baixa.

#### 4.8.2 Laser

Um dos equipamentos com um dos maiores valores de consumo é o laser, sendo então necessário a realização de uma análise. Este equipamento tem como função o corte de metal.

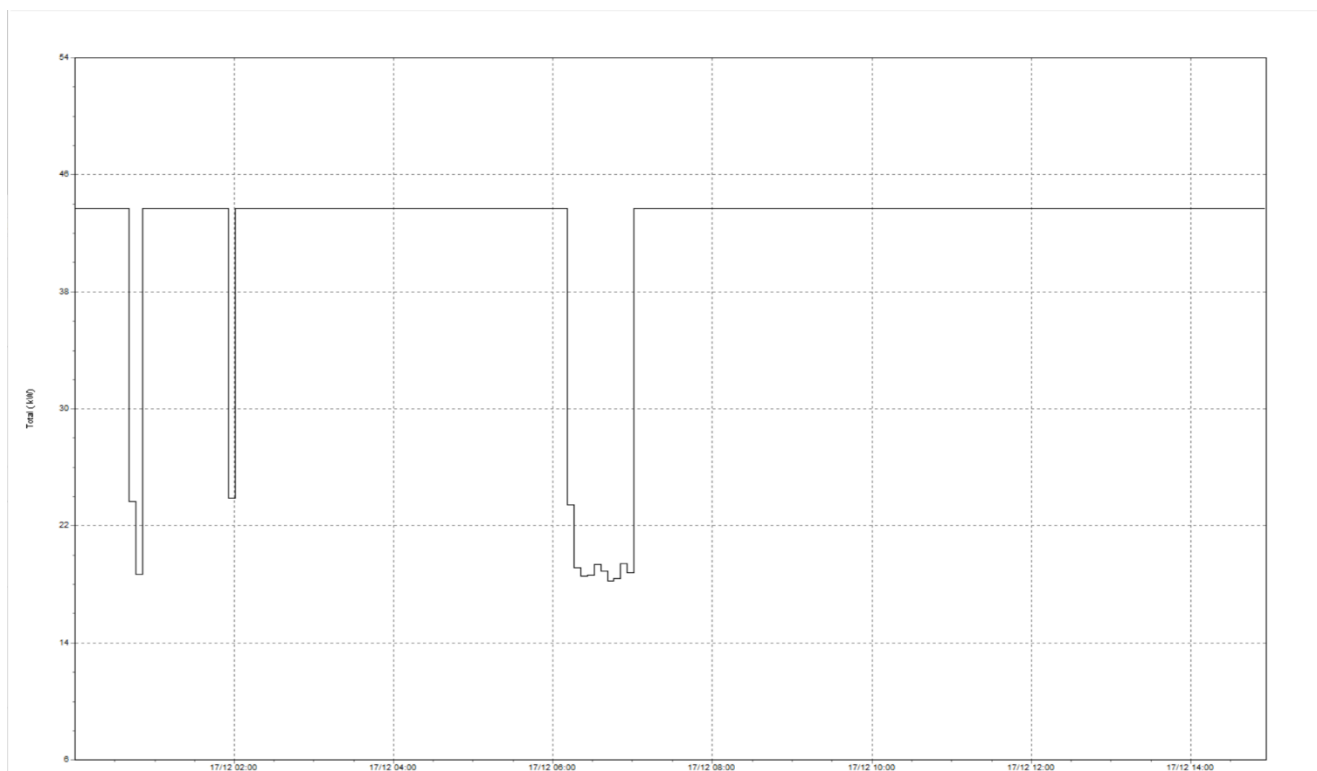


Figura 34-Diagrama de carga do laser.

Através da Figura 34 podemos constatar que este equipamento está constantemente ligado, conseguindo uma potência máxima de 43,69 kW e uma potência mínima 18,21 kW. Também é possível obter os valores dos dados do fator de potência, sendo estes 0,9 e 0,8 para os valores máximos e mínimos, respectivamente. Pode-se observar, também, que a potência máxima e a potência média têm regularmente os mesmos valores, concluindo assim que o equipamento, normalmente, utiliza a potência máxima.

### 4.8.3 Lacagem

Quando se faz medições nesta área, obtém-se dados de vários equipamentos envolvidos na realização do processo. Assim sendo, podemos analisar os consumos dos vários equipamentos.

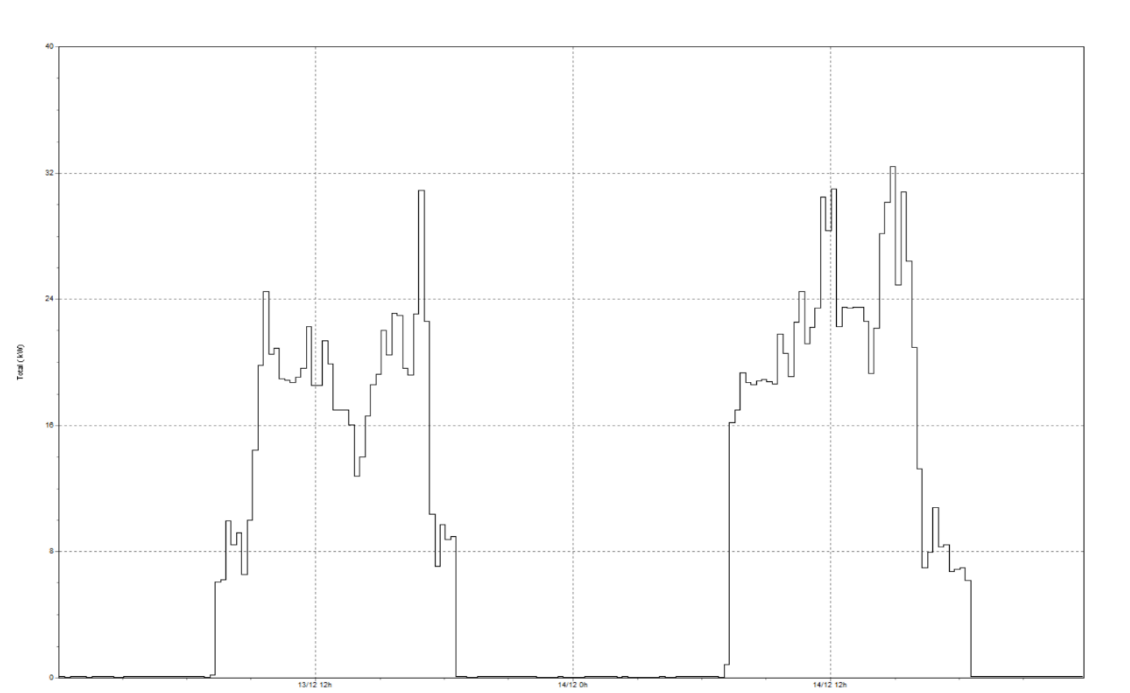


Figura 35- Diagrama de cargas da lacagem.

O processo de lacagem não é utilizado todos os dias, tendo um intervalo de 1 dia entre utilizações, pode-se também ver que o conjunto dos equipamentos tem um consumo máximo de 32,39 kW e um consumo mínimo 0,06 kW. Como é possível constatar na Figura 35, o fator de potência máximo e mínimo são 0,9 e 0,28, respetivamente.

#### 4.8.4 Compressor

Na instalação existem dois compressores, um de 7,6 bar e outro de 8,3 bar, ambos utilizados na zona técnica. É importante referir que este equipamento se encontra numa das fases que representa um maior custo energético dentro do estabelecimento. Este equipamento é utilizado especialmente na fase da pintura a pó.

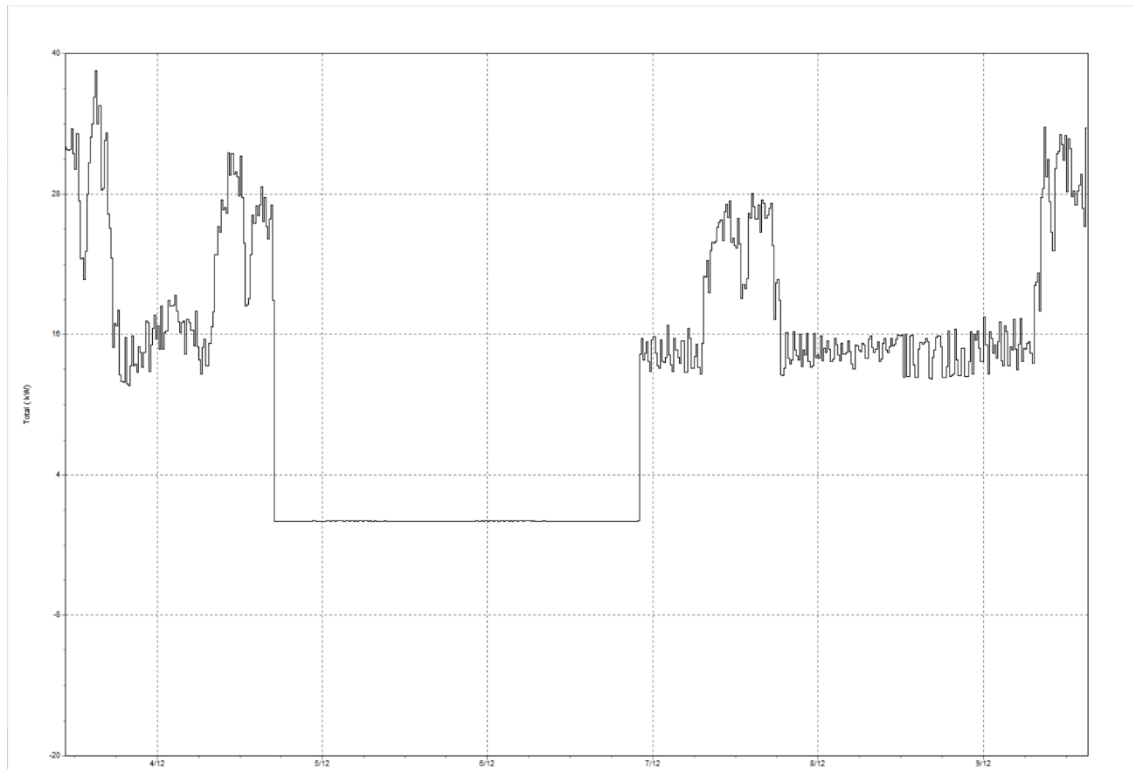


Figura 36- Diagrama de carga do compressor.

Através da Figura 36 podemos observar que durante os 5 dias em que se obteve os dados sobre o equipamento, o máximo de potência registada foi de 38,52 kW e um mínimo 0,053 kW. Os valores para os fatores de potência máxima e mínima obtidos foram 0,77 e 0,11, respetivamente. As análises dos equipamentos foram efetuadas em intervalos de 15 min, para os dias analisados, sendo que o primeiro corresponde aos dois dias completos de registos e o segundo aos restantes três dias. Através da análise deste gráfico foi possível obter que:

- O regime de funcionamento da unidade de ar comprimido nunca foi idêntico nos dias em que se efetuou a medição, sendo de destacar a diferença nos dias em que o período de medição corresponde às 24h;
- Há diferença no funcionamento correspondente aos valores de potência, sendo mais significativo no que respeita ao valor máximo.

#### 4.8.5 Lavador de gases

Os lavadores de gases realizam uma função importante dentro de uma empresa, que lida com gases poluentes. Estes equipamentos pulverizam o ar com água, de seguida as partículas são coletadas e removidas de dentro do estabelecimento. Este tipo de equipamento é benéfico, pois elimina partículas de impurezas, deixando o local de trabalho mais limpo e seguro para trabalhar.

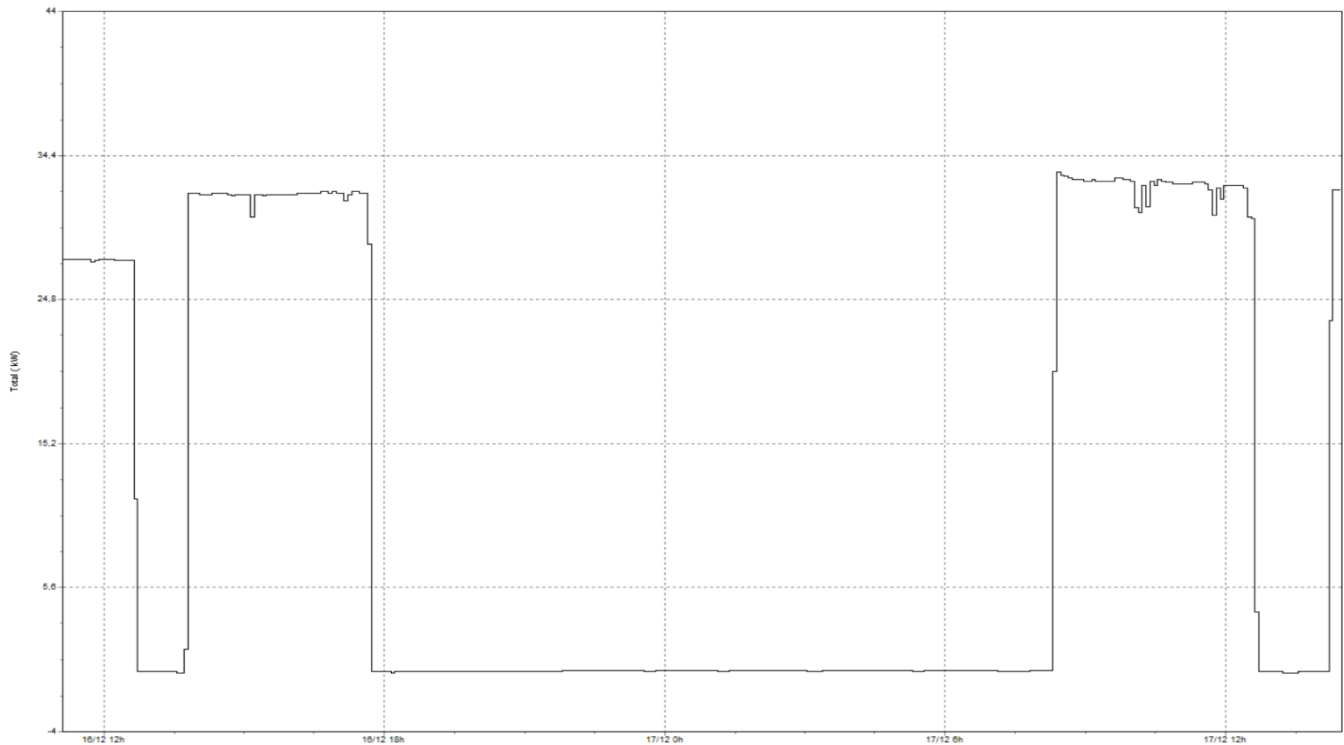


Figura 37-Diagrama de carga do Lavador de gases.

Na Figura 37 podemos observar que o lavador de gases funciona diariamente, tendo um consumo máximo de 33,33 kW durante as horas de expediente e um consumo mínimo e médio de 0,01 kW durante a noite. Para o fator de potência obteve-se o valor máximo de 0,86 e o valor mínimo de 0,14.

#### 4.8.6 Chiller

Na Figura 38 é possível observar o perfil do consumo do *Chiller* usado pela empresa, no qual estão apresentados os dados recolhidos.

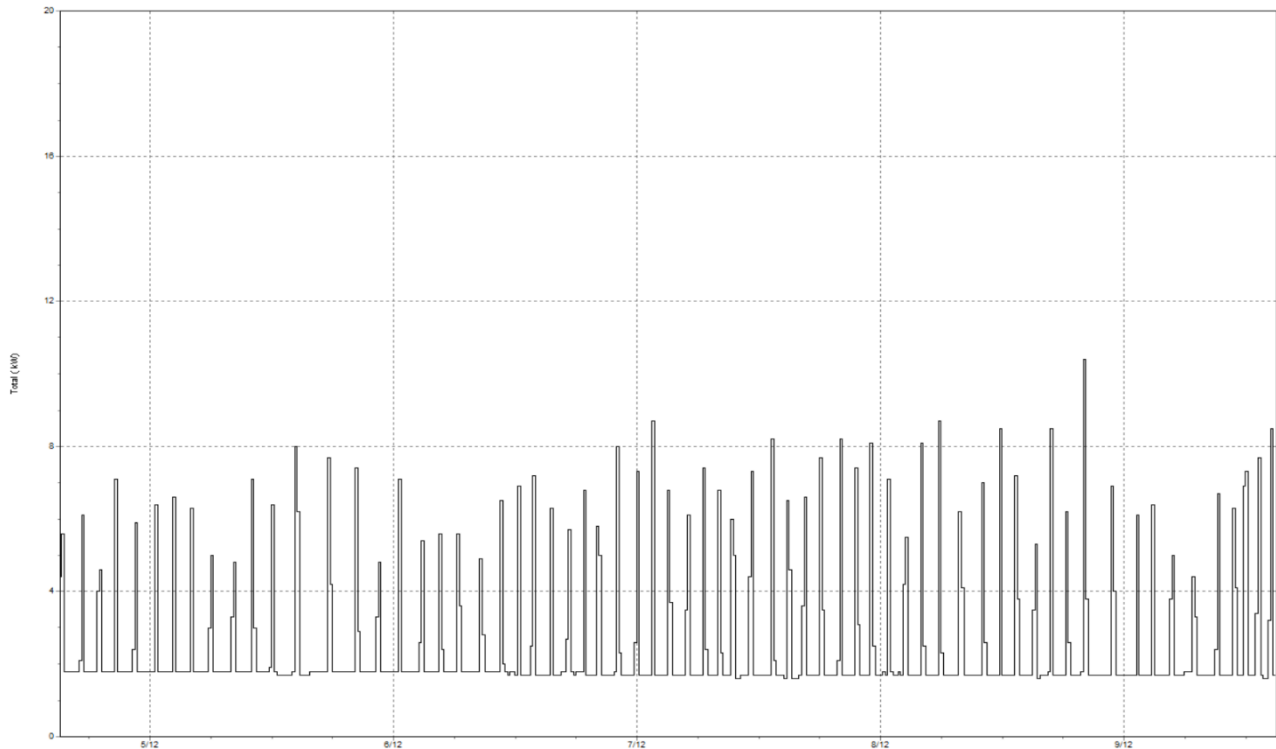


Figura 38-Diagrama de carga do chiller.

Pode-se constatar que o *chiller* tem uma potência máxima rondando o valor dos 10,40 kW e uma potência mínima de 1,6 kW. Também é possível obter o fator de potência, tendo este como valores máximos e mínimos de 0,62 e 0,47, respetivamente.

# DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 Medidas de racionalização

5.2 Sumário



## 5 Discussão de resultados

Neste capítulo irão ser apresentadas medidas de racionalização e a sua implementação, com o objetivo de diminuir custos e melhorar a eficiência energética da empresa. A análise das medidas vai ser importante para a realização de um novo ARCE.

### 5.1 Medidas de racionalização

Uma das características mais importantes numa auditoria energética é a determinação do período de retorno de investimentos (PRI), que é elaborado durante a fase de elaboração das medidas.

Para a criação de um novo PReN, obtiveram-se dados relevantes durante a auditoria energética, apresentando assim as medidas de racionalização de energia:

- Substituição do equipamento luminoso, por um mais eficiente e um sistema de controlo;
- Manutenção e/ou possível substituição dos equipamentos de queima, por outro equipamento mais eficiente;
- Possível implementação de sondas de temperatura, no caso do chiller, para a realização de uma leitura das temperaturas de retorno e de saída mais precisa;
- Implementação de sistemas de monitorização de energia, que irá permitir obter informação mais concreta ao nível dos consumos realizados por parte dos equipamentos;
- Possível implementação de uma unidade fotovoltaica para produção de energia de forma a reduzir os consumos de energia elétrica que ocorrem, fundamentalmente, ao longo do período de cheia e de ponta (79,3%);
- Adoção de uma bateria de condensadores, com o objetivo de aumentar o fator de potência de alguns equipamentos que é relativamente baixo.

#### 5.1.1 Iluminação

Como foi referido anteriormente uma das medidas para uma maior eficiência energética na empresa seria a substituição das lâmpadas existentes por soluções mais económicas,

sendo estas a tecnologia LED. É importante evidenciar a viabilidade destas medidas, calculando assim o payback da seguinte forma:

$$PB = \frac{\text{Investimento}}{\text{Poupança}}$$

Equação 24

$$\text{Investimento} = N^{\circ} \text{ de lâmpadas LED} \times \text{Preço por unidade}$$

Equação 25

$$\text{Poupança} = \text{Custo da energia anual das lâmpadas existentes} - \text{Custo da energia anual das lâmpadas LED}$$

Equação 26

$$\text{Custo da energia anual} = \text{Quantidade de lâmpadas} \times \text{Potência das lâmpadas (kW)} \times \text{Tempo de utilização (h)} \times N^{\circ} \text{ dias} \times \text{Tarifa média eletricidade (€/kWh)}$$

Equação 27

Para o cálculo do custo da energia anual foi necessário o cálculo da tarifa média elétrica. O cálculo da tarifa média tem como base o horário de funcionamento do estabelecimento de trabalho. Foi utilizado, também, o ciclo semanal de fornecimento em Portugal continental (Anexo A) em que os seus horários tendem a ser diferentes ao longo da semana de trabalho ou dias úteis, ao sábado e ao domingo. É necessário, ainda, obter os valores das tarifas da energia ativa e da rede, para obter uma tarifa total. Na Tabela 29 é possível observar o somatório das duas tarifas.

Tabela 29-somatórios das tarifas da energia ativa e da rede.

	Ponta	Cheia	Vazio	Super vazio
Tarifa da Energia ativa	0,048	0,0455	0,04128	0,03884
Tarifa da Rede	0,0564	0,040	0,0145	0,0141
Total	0,1044	0,0859	0,05578	0,05294

Com o ciclo semanal para todos os fornecimentos de Portugal Continental e o horário da empresa foi possível determinar o horário de consumo de cada ciclo durante o funcionamento diário da empresa. Estes valores permitiram calcular a tarifa média para os dias úteis e a tarifa para os dias úteis mais o fim de semana. Na Tabela 30 é possível observar as tarifas dos dias úteis, as tarifas relativas aos dias úteis mais o fim de semana.

Tabela 30-Valor das tarifas médias.

Dados	Tarifa
Dias úteis	0,13028
Dias úteis + fim de semana	0,08068

Para o cálculo do payback foram necessários os cálculos do consumo de energia elétrica no ano atual e a poupança do consumo prevista. É importante salientar que as lâmpadas, atualmente instaladas na empresa, têm perdas por balastro, podendo ter perdas entre 5% a 15%. Na Tabela 31 é possível observar os valores finais do consumo e dos custos da iluminação atual e a da iluminação prevista a ser implementada.

Tabela 31-Valores finais do consumo e dos custos da iluminação atual e prevista.

Dados	Iluminação atual	Iluminação prevista	Poupança
Consumo/ano (kWh/ano)	220 015	77 742	142 273
Custos totais	25 075,82	10 128,13	15 547,60

Na proposta decidiu-se mudar todas as lâmpadas existentes para lâmpadas LED, sendo estas Via S IV (4X16) HO para lâmpadas de exterior e para as lâmpadas de interior escolheu-se as Siftos High Performance 48W CRI+80 120°, Discovery 200W CRI>80 60° e Discovery 150W CRI>80 60°. No total está prevista a instalação de 420 lâmpadas LED. O investimento inicial das lâmpadas será de 12 000 euros, mas tendo em conta outras fontes de investimento, como as armaduras, a mão de obra, entre outros, o valor do investimento final estima-se ser de 59 335,04 euros, obtendo-se assim um payback de 3,8 anos. Com os valores apresentados na Tabela 31 pode-se concluir que a poupança prevista é de 62%. Outra forma de poupança que se pode obter nesta proposta é a diminuição da produção de CO<sub>2</sub>, conseguindo assim uma poupança no valor de 66 868 KgCO<sub>2</sub>/ano.

### 5.1.1.1 Sistema de controlo de iluminação

A implementação de um sistema capaz de fazer a gestão da luminosidade é importante na redução e monitorização dos consumos de energia. O objetivo deste tipo de equipamento é assegurar que a iluminação funcione quando é necessário e controlar a necessidade luminosa quando se é exigido. No caso desta empresa o melhor método básico de controlo será o controlo por ocupação (detecção de presença com/sem LDR<sup>4</sup>) e botões de pressão ou toque, interruptores.

Tendo em conta a amplitude e as variáveis que ocorrem na empresa durante o seu funcionamento é possível dizer que a elaboração de um cálculo para a poupança e o cálculo do retorno do investimento são difíceis de elaborar, mesmo sendo difícil estimar a poupança, a instalação do sistema é simples e de custo reduzido. Devido à dificuldade de obter valores precisos, optou-se por aceitar os dados apresentados pela Iberdrola com a fonte bibliográfica *Guia de Eficiência Energética - Manual de Boas Práticas*. Segundo esta fonte podemos indicar que este tipo de equipamento, estima a poupança do controlo da luminosidade num valor de 30% e com uma estimativa de *payback* de 1 a 2 anos. Outra fonte utilizada foi o *catálogo sistemas controlo* lançado pela voltimum, que identifica valores idênticos para espaços interiores com um investimento inicial de 10%, sendo possível obter uma poupança média de 30% e o tempo de amortização de 2 anos. Atendendo a estes valores é possível confirmar a rentabilidade deste sistema.

### 5.1.2 Dimensionamento de unidades fotovoltaicas

Uma das possíveis soluções a ser implementada é a instalação de uma unidade fotovoltaica no edifício principal. Como referido previamente o maior consumo de energia elétrica incide no período de ponta e de cheia com uma percentagem de 79,3%. Através de um estudo conseguiu-se perceber que a instalação de uma unidade fotovoltaica em regime de autoconsumo poderia trazer benefícios a médio prazo, tais como a diminuição do consumo de energia e diminuição da intensidade carbónica.

A tecnologia utilizada para realizar deste tipo de dimensionamento foi uma ferramenta de cálculo que a empresa Ecoinside desenvolveu. Este programa consegue determinar as especificações técnicas e financeiras para o projeto. No caso das especificações técnicas é possível obter o número de painéis fotovoltaicos necessários em relação à área de implementação. Em termos financeiros é possível obter o *payback*, o TIR e o VAL. Para a obtenção dos indicadores económicos são necessárias as seguintes informações:

- Área útil da zona fornecida pela empresa em estudo;

- Outros indicadores financeiros, tais como a inflação e o custo médio ponderado do capital;
- Diagramas de carga de potência ativa, durante um ano;
- Orientação, azimutes e as inclinações dos telhados;
- Tarifa elétrica, apresentadas normalmente nas faturas energéticas.

O projeto conta com a instalação de 486 painéis, para uma área de 875 m<sup>2</sup>, sendo que cada painel irá ter uma potência de 450 W e eficiência de aproximadamente 21% e conta com a instalação de 6 inversores. Através de um teste modelo foi possível obter os dados da energia anual consumida antes e depois da instalação dos painéis fotovoltaicos e os dados da energia produzida, autoconsumida e a energia que irá ser vendida à rede, sendo eles:

- Energia anual consumida antes PV (kWh) – 795 546;
- Energia anual produzida PV (kWh) – 267 221;
- Energia anual consumida depois PV (kWh) – 607 209;
- Energia autoconsumida PV (kWh) – 188 337;
- Energia vendida à rede (kWh) – 78 883.

Através da análise destes valores é possível concluir que a percentagem de energia total produzida irá corresponder a um valor de 33,59%, e que as percentagens da energia de autoconsumo e a percentagem energia vendida à rede tem os valores de 70,48% e 29,52%, respetivamente.

Para este projeto foi utilizado uma solução de autofinanciamento para 25 anos. Na Tabela 32 é possível observar todos os resultados da parte financeira previstos para a implementação das unidades fotovoltaicas.

Tabela 32- Resultados financeiro para a implementação de uma unidade fotovoltaica.

Dados Financeiros	Valores
Investimento	120 138 €
Poupança Anual	25 177 €
Payback	4,77 anos
Tir a 25 anos	22,51%
VAL a 25 anos	337 672 €

Analisando os resultados obtidos na parte financeira, conseguimos observar que o *payback* é de 4,77 anos, sendo este um valor bastante atrativo. Também é possível observar que o VAL tem um valor positivo de 337 672 € e o TIR com uma percentagem de 22,51%. Com estes valores é possível concluir que os requisitos são cumpridos para a realização de um projeto economicamente viável.

### 5.1.3 Produção de calor e frio

Neste subcapítulo irão ser abordados os equipamentos responsáveis pelo aquecimento e arrefecimento das matérias durante a produção. Os equipamentos que estarão aqui representados são os que apresentaram maior potencial para a realização de uma maior poupança ou que consigam representar uma maior eficiência após a intervenção. Irão ser destacadas as unidades de queima (estufa, forno lacagem e caldeira) e o *chiller*.

#### 5.1.3.1 Unidades de queima

A empresa em estudo dispõe de dois contadores de gás natural, que são responsáveis pela monitorização dos consumos de 3 equipamentos, sendo estes o forno da lacagem, caldeira e secagem da lacagem (estufa). Na Figura 39 é possível observar os consumos realizados pelos vários equipamentos consumidores.

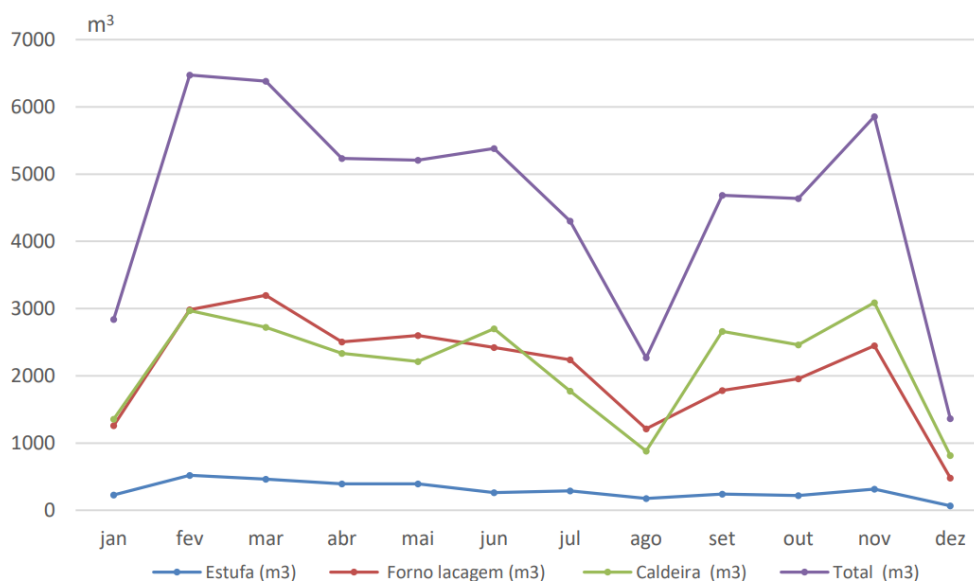


Figura 39-Variação do consumo mensal do gás natural pelos respetivos equipamentos.

Através da Figura 39 é possível observar que os maiores consumos são realizados em fevereiro com o total de 6 473 m<sup>3</sup> e o menor consumo realizado em dezembro com 2 267 m<sup>3</sup>. Com o estudo destes valores foi possível concluir que a estufa da pré-secagem da lacagem registou o menor consumo, representando 6% do consumo final e que o forno da lacagem e a caldeira representam os maiores consumos com os valores médios

de 46% e 48%, respetivamente. Na Tabela 33 é possível observar o resumo dos dados dos equipamentos consumidores.

Tabela 33- resumo dos vários perímetros das unidades de queima.

Equipamentos	Consumo (m <sup>3</sup> )	Percentagem de consumo	Temperatura média (°C)	Eficiência
Forno de Polimerização	25 086,34	46%	205,5	85,5%
Secagem da Pré-Lacagem	3 563,45	6%	207,8	83,2%
Caldeira	25 973,11	48%	227,5	82,5%

É possível observar nos dados apresentados na Tabela 33 que as eficiências são relativamente baixas, sendo uma das principais causas dos grandes consumos apresentadas por estes equipamentos. Pode-se assim assumir que os consumos de gás natural estão a ser usados de uma forma ineficiente. Sabe-se que um dos parâmetros importantes no ajuste deste equipamento é a regulação do excesso de ar. Como descrito no ponto 3.3.3 a combustão incompleta ocorre quando o excesso de ar é inferior ao adequado, isto é, quando a relação entre o combustível e o comburente é baixa, formando-se monóxido de carbono, ou mesmo a existência de elementos por queimar, tais como o carbono, hidrogénio e os hidrocarbonetos. Este processo torna a eficiência do equipamento baixa, visto que a reação química não ocorre na totalidade. Outra opção é quando existe um excesso de ar, fazendo com que haja o arrefecimento dentro da câmara de combustão, devido a perdas de calor no aquecimento do ar. A solução ótima para este tipo de problemas é a realização de uma manutenção e afinação dos próprios equipamentos. No estudo realizado foi possível observar que através do afinamento dos equipamentos consegue-se obter um aumento médio de 5% na eficiência nos consumos, estando previsto um investimento de 2 000 euros. Com os valores apresentados anteriormente é possível indicar uma poupança de 2 731 m<sup>3</sup> e com um *payback* previsto de 1,15 anos. Também se prevê uma diminuição de 6 634 KgCO<sub>2</sub>.

### 5.1.3.2 Chiller

O *chiller* tem como funcionalidade o arrefecimento do fluido, sendo geralmente água, através de um ciclo de refrigeração. Neste ciclo de refrigeração, o fluido que entra no *chiller* irá ceder o calor para o líquido refrigerante que circula no evaporador, diminuindo assim a temperatura da água em relação à temperatura de entrada. O calor que se

acumulou no evaporador, depois é libertado no condensador a uma pressão mais elevada. Na instalação existe um *chiller* da marca Courier, modelo 30 RA, arrefecido com um compressor a velocidade fixa e com capacidade de arrefecimento de 59,4 a 157 kW. Para além do *chiller*, existe um tanque de água a temperatura ambiente que irá inicialmente receber a água vinda dos banhos de anodização, este tanque tem como função arrefecer a água antes de chegar ao *chiller* com o propósito de diminuir os consumos de energia por parte deste. Os dados fornecidos pela empresa indicam que a água que sai dos banhos tem a temperatura entre 22 °C e 25 °C e que a água quando sai do *chiller* tem temperaturas que rodam os 15 °C a 16 °C. Na Figura 40 é possível observar o circuito que a água percorre desde que sai dos banhos até que reentra.

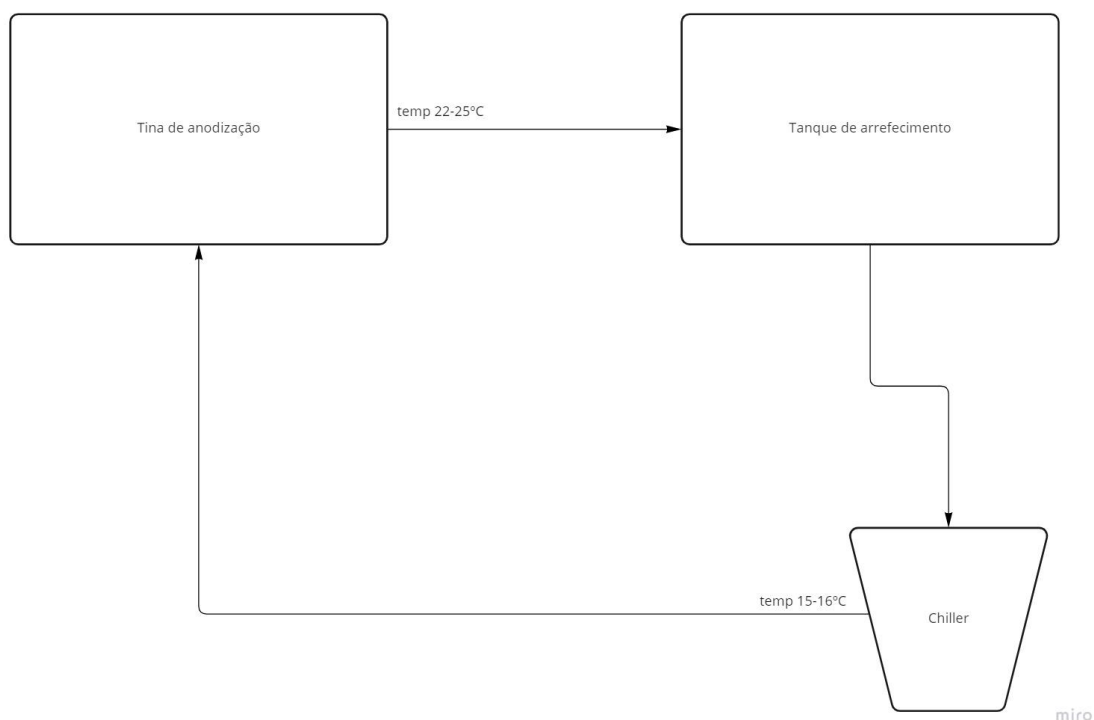


Figura 40 -Esquema do circuito de arrefecimento da água dos banhos de anodização.

Neste caso específico não se verificou a necessidade de se substituir o equipamento, adotando assim outra solução que seria a implementação de uma sonda de temperatura. Este equipamento tem como função fazer a leitura da temperatura no retorno e na saída do *chiller*. Esta sonda vai possibilitar fazer uma avaliação à eficiência do tanque de pré-aquecimento e ajustar a temperatura, set-point. É possível obter uma redução de 5% no consumo atual, a partir de um investimento de 2 000 €. É estimado que o *payback* inicial seja de 5,16 anos e uma diminuição de 1 397 KgCO<sub>2</sub> ao longo do ano. A poupança de energia espectável será de 2 974 kWh.

#### 5.1.4 Sistemas de monitorização

O conceito de gestão de energia engloba várias medidas desde o planeamento, a monitorização e implementação. Na empresa em estudo sabe-se que existem três fontes de energia, sendo estas eletricidade, gás natural e gasóleo. Uma vez que a empresa já tem contadores relativos ao gás natural, só nos restam dois grandes consumidores para monitorizar. A implementação deste tipo de sistemas traz alguns benefícios à indústria, tais como o reduzido custo de implementação, as possíveis poupanças que estão associadas e redução de consumo de energia, resultando numa melhoria na produtividade.

No capítulo anterior é possível observar que existem equipamentos com valores muito elevados de potência a serem utilizados na empresa, sendo este um dos motivos de relevância da instalação de um sistema que avalie os equipamentos, de modo a quantificar consumos associados a uma determinada produção.

Dentro dos vários processos em funcionamento na empresa de transformação, um dos locais que se destacou pelo facto de ter múltiplas fontes de energia em constante uso foi a secção de lacagem e anodização. Como referido, anteriormente, é possível isolar duas destas fontes, visto que já existe um contador de gás natural nessa área. A implementação de um sistema de monitorização nesta área é importante, visto que uma vez conhecida a produção de cada secção é possível ter análises em tempo real e fazer a gestão como instalações autónomas o que iria criar uma maior efetividade na gestão dos consumos de energia. Também é possível a fácil identificação de problemas de racionalização, sendo assim, por sua vez, uma maior facilidade e rapidez em arranjar soluções. Depois de definir a implementação é importante pensar na sua rentabilidade, sendo relevante perceber quais seriam os valores do retorno de investimento e as poupanças associadas a este sistema. Visto que, os benefícios da utilização deste sistema não estão diretamente relacionados com o consumo de energia, o cálculo do *payback* será difícil de se realizar. No entanto, para esta medida irá ser realizado um investimento de 3 000 €, tendo a possibilidade de poupança de 5% do consumo de cada secção. Estima-se um *payback* entre 1 e 3 anos. Depois de analisar outras fontes conseguiu-se constatar que segundo a publicação *Medidas de eficiência energética aplicáveis à indústria portuguesa*, que está disponível no site da ADENE, este tipo de equipamentos, tende a ter uma poupança de 3% com um *payback* médio de 2 anos e com um tempo de vida de 10 anos. No seguimento destes dados é possível concluir que existe uma viabilidade económica, sendo assim, importante a sua implementação.

#### 5.1.5 Implementação de uma bateria de condensadores

Como foi referido anteriormente um dos problemas a salientar é o baixo fator de potência existente em alguns equipamentos com grandes consumos de potência. O baixo fator de potência origina a diminuição da eficiência dos equipamentos, uma vez que necessita de mais energia para executar o mesmo trabalho e pode resultar também no desgaste rápido do mesmo. Uma das soluções utilizadas para resolver este tipo de

problemas é a instalação de uma bateria de condensadores. A bateria de condensadores irá acumular energia sob forma de energia reativa e depois descarrega essa mesma energia quando os equipamentos estão na fase de arranque. De um modo geral, os valores apresentados nas faturas elétricas não evidenciam um grande consumo de energia reativa, porém quando se realizou uma análise mais profunda aos equipamentos de grande consumo foi possível observar que o seu fator de potência se encontra muito inferior a 1. Na Tabela 34 é possível observar os equipamentos onde se identificou os menores fatores de potência.

Tabela 34- Equipamentos identificados com baixa fator de potência.

Equipamentos	Fator de potência máxima	Fator de potência mínima
Compressor	0,77	0,11
Lavador de gases	0,86	0,14
Retificador	0,57	0,07

A bateria que foi escolhida para solucionar este problema foi uma bateria com 120 kVAR, o dimensionamento está relacionado com a energia reativa indutiva mensal de 20 521kWh e o horário de trabalho do equipamento.

$$\text{Dimensionamento} = \left( \frac{20521}{176} \right)$$

Equação 28

Através da equação apresentada acima é possível observar que se a bateria tem um horário fora de vazio de 8 horas por dia, durante os dias úteis, é possível ter um valor arredondado de 120 kVAR.

A implementação de uma bateria de condensadores tem como função a estabilização da rede e o aumento do fator de potência das máquinas com grande consumo. É importante haver um aumento do fator de potência, porque não só diminui a eficiência do equipamento, como pode influenciar o aumento do consumo de energia ativa e consequentemente o aumento da fatura da energia elétrica. A energia reativa ocupa espaço no sistema que poderia ser usado por mais energia ativa, e aumenta as perdas nas redes de distribuição e nas instalações de utilização, pelo que o seu consumo deverá ser controlado. Outro fator importante para a implementação deste equipamento é a diminuição de energia por sobreaquecimento e quedas de tensão. O investimento previsto para este tipo de bateria ronda os 2 400 €. É possível assumir que o *payback* é

consideravelmente alto com o valor de 24 anos, com uma poupança média de 100 € ao ano, este valor pode-se justificar através do baixo consumo de energia reativa apresentado na empresa.

## 5.2 Sumário

Neste subcapítulo foram apresentados, de uma forma sucinta, os problemas detetados ao longo da fase de estudo e as poupanças anuais resultantes das medidas implementadas anteriormente.

Consoante os consumos registados por diversos equipamentos e os resultados obtidos durante a fase de estudo, foi possível identificar algumas irregularidades, tais como:

- O consumo relacionado com a parte luminosa assume um peso relativamente alto dentro das instalações, sendo um dos principais consumidores fora da área de produção;
- O fator de potência medido em diversos equipamentos de alto consumo é relativamente baixo, podendo ser uma das causas da sua baixa eficiência;
- Os equipamentos de queima apresentam baixa eficiência;
- O chiller apresentou um funcionamento deficiente ao longo da medição, mesmo considerando que os dados foram recolhidos durante o não funcionamento dos banhos de anodização.

A partir dos dados recolhidos foram estudadas algumas medidas com o objetivo de reduzir os consumos e aumentar as eficiências de certos equipamentos, sendo elas:

- Implementação de um sistema de monitorização de consumos de energia elétrica na instalação;
- Substituição total do sistema de iluminação existente por um sistema LED;
- Instalação de uma central fotovoltaica;
- Instalação de uma bateria de condensadores;
- Implementação de um sistema de gestão luminoso;
- Afinação e manutenção dos equipamentos de queima;
- Implementação de uma sonda de temperatura na entrada e na saída do *chiller*.

A implementação de um sistema de monitorização de consumos irá permitir determinar os consumos associados à secção da lacagem e de anodização. Depois de isolar estas duas secções será mais fácil realizar análises e gerir, visto que serão geridas como instalações autónomas, o que por sua vez irá permitir o aumento da efetividade e uma

fácil identificação de possíveis problemas. Esta solução vai permitir uma eficiência média de 5%, com um *payback* previsto de 2 anos.

O sistema de gestão luminosa e a substituição total da iluminação na empresa são medidas necessárias a serem implementadas, visto que as poupanças económicas permitem uma grande diminuição dos custos a curto prazo. O sistema de monitorização ainda consegue fazer a recolha de dados para serem analisados à posteriori, obtendo valores precisos para a realização de uma próxima ARCE.

A implementação de uma unidade fotovoltaica será a medida com maior investimento e com o segundo maior retorno de investimento, a seguir à bateria de condensador. Porém, esta medida é a que traz mais benefícios a longo prazo, conseguindo assim a diminuição do consumo de energia elétrica e também com impacto na diminuição da intensidade carbónica na empresa, que é o objetivo das metas relativas ao decreto-Lei nº 68/A.

Optou-se pela adoção de baterias de condensadores no interior da instalação, com o ponto de vista de aumentar o fator de potência de certos equipamentos, que apresentaram um fator de potência extremamente baixo na análise dos diagramas de cargas. Após a instalação da bateria irá ser possível minimizar as perdas de energia por aquecimento e quedas de tensão. É possível verificar que com o armazenamento de energia reativa, os consumos de energia ativa iram diminuir também, visto que, a energia reativa ocupa espaço no sistema que poderia ser usado por mais energia ativa, e aumenta as perdas nas redes de distribuição e nas instalações de utilização.

Nos equipamentos de produção de frio e calor, destacaram-se alguns equipamentos localizados na secção de anodização e lacagem. Na produção do frio o equipamento com maior potência é o *chiller* que se optou pela implementação de sondas de temperatura, para monitorizar as temperaturas do líquido que entra e sai do *chiller*, melhorando a eficiência do equipamento. Na produção de calor os equipamentos que se destacaram foram forno de polimerização, secagem da pré-lacagem e caldeira. Estes equipamentos irão ser afinados com a intervenção de manutenções de forma a aumentar a eficiência no consumo médio de gás natural. Na Tabela 35 é possível observar o resumo da poupança anual, investimento e *payback*.

Tabela 35 – Resumo das análises das poupanças anual, investimentos e *paybacks* das medidas de racionalização.

Medidas	tep	tCO <sub>2</sub> e	Poupança	Investimento	<i>Payback</i>
Iluminação	30,59	66 868	15 547 €	59 335 €	3,8
Sistema de controlo	-	-	-	3 000 €	2
Unidade fotovoltaica	57,45	-	25 177 €	120 138 €	4,77

Unidade de queima	2,47	6 634,09	1 742,42 €	2 000 €	1,15
Chiller	0,64	1 397	387 €	2 000 €	5,16
Sistemas de monitorização	-	-	-	3 000 €	2
Bateria de condensadores	-	-	100 €	2 400 €	24
<b>Total</b>	<b>91,15</b>	<b>86 733,32</b>	<b>42 953,42 €</b>	<b>191 873 €</b>	<b>6,12</b>

Através dos dados referidos na Tabela 35 podemos observar todas as medidas descritas anteriormente e podemos prever:

- Uma diminuição de 91,15 tep no final de cada ano;
- Diminuição da quantidade de CO<sub>2</sub> anual de 86 733,32 Kg;
- Uma poupança mínima anual de 42 953,42 €, sabendo que este valor pode aumentar devido a inexistência de dados concretos da poupança nos sistemas de controlo e nos sistemas de monitorização.



# CONCLUSÃO

## 6.1 Conclusão



## 6 Conclusão

Neste capítulo serão realizadas as conclusões da dissertação e conseqüentemente a apresentação de sugestões para o trabalho futuro.

### 6.1 Conclusão

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do estágio curricular com o objetivo de fazer um estudo de medidas de racionalização de energia numa indústria do setor automóvel e metalomecânico. O processo de consultoria foi realizado nos anos de 2019 e 2020.

As análises dos consumos das várias formas de energia primária utilizada na empresa foram fornecidas através da consulta das faturas energéticas correspondentes aos anos 2019 e 2020. Com as faturas energéticas foi possível a identificação dos consumos, numa base mensal, tendo como referência o ano civil 2020. Através dos resultados obtidos foi possível concluir que na instalação são consumidas três formas de energia, sendo elas energia elétrica, gás natural e gasóleo. No ano mais recente houve um consumo global de 238,13 tep, sendo que 70,11% corresponde ao consumo de energia elétrica, 26,25% ao consumo de gás natural e 3,64% ao gasóleo. Foi possível observar que ao longo do ano a energia mais consumida foi a energia elétrica, seguido do gás natural e do gasóleo.

Mesmo sabendo que a fonte de maior consumo foi a energia elétrica, utilizada por todos os consumidores identificados, o gás natural foi utilizado pelo forno de pré-secagem (estufa), forno de polimerização (forno) existentes na secção de lacagem e a caldeira; o gasóleo é consumido pela estufa de secagem da pintura e na movimentação das viaturas ao longo do processo de transformação dos veículos pré-hospitalares.

O processo de fabrico da empresa apresenta algumas especificidades, sendo possível identificar o processo principal, que correspondente à transformação das viaturas. Durante a transformação de uma viatura foi possível visualizar que existem muitos processos autónomos com o objetivo de produção de componentes, tendo por vezes grandes consumos energéticos comparado com o processo principal, como por exemplo o processo de lacagem e anodização. Estes tipos de consumos conseguem justificar a fraca relação entre o grande consumo anual e a reduzida produção de viaturas, bem como a variabilidade dos consumos específicos encontrados.

Após a análise preliminar à empresa e a realização do estudo dos dados obtidos, procedeu-se ao estudo de viabilidade económica que iria ser associado a cada medida que foi identificada ao longo do processo.

Após a implementação das medidas propostas pode-se concluir que a média do *payback* irá ser de 6 anos e 1 mês, conseguindo uma diminuição de 86 733,32 KgCO<sub>2</sub>. O cálculo da poupança é relativamente difícil de elaborar, visto que muitos dos equipamentos não estão diretamente relacionados com o consumo de energia, sendo possível afirmar que existe a possibilidade de poupança de 91,15 tep.

Para finalizar, numa abordagem futura seria importante efetuar análises contínuas relativamente à eficiência dos equipamentos, nomeadamente os grandes consumidores de modo a conhecer os seus rendimentos e estudar outras medidas de racionalização. Depois da aceitação da ADENE é importante fazer um acompanhamento contínuo de todas as medidas implementadas na MRE.

# REFERÊNCIAS



## 7 Referências

- [1] United Nations, “Report of the World Commission on Environment and Development.”
- [2] Presidência do Conselho de Ministros, “Diário da República n.º 298/2004, Série I-B de 2004-12-22, páginas 7256 - 7256.” <https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/180-2004-219692> (accessed Sep. 16, 2021).
- [3] Gavi, “Gavi The Vaccine Alliance,” *Sustainable Development Goals*. [https://www.gavi.org/our-alliance/global-health-development/sustainable-development-goals?gclid=CjwKCAjwmJeYBhAwEiwAXlg0ARDTe04re\\_h6wae2oQHMIIDbDp1NxDycJZSrvrgnpXnNszXBkWXowGBoCcvcQAvD\\_BwE](https://www.gavi.org/our-alliance/global-health-development/sustainable-development-goals?gclid=CjwKCAjwmJeYBhAwEiwAXlg0ARDTe04re_h6wae2oQHMIIDbDp1NxDycJZSrvrgnpXnNszXBkWXowGBoCcvcQAvD_BwE) (accessed Aug. 24, 2022).
- [4] Eurostat, “Your key to European statistics,” *Primary and final energy consumption slowly decreasing*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210128-1/> (accessed Jul. 20, 2022).
- [5] Eurostat, “Statistics Explained,” *Greenhouse gas emission statistics - carbon footprints*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics\\_-\\_carbon\\_footprints#Carbon\\_dioxide\\_emissions\\_associated\\_with\\_EU\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_carbon_footprints#Carbon_dioxide_emissions_associated_with_EU_consumption) (accessed Jul. 19, 2022).
- [6] Comissão Europeia, “Espaço da imprensa,” *Em 2019, as emissões de gases com efeito de estufa da UE desceram para o nível mais baixo desde há três décadas*. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/IP\\_20\\_2182](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/IP_20_2182) (accessed Jul. 19, 2022).
- [7] E. Mec, “Instituto Superior de Engenharia do Porto Departamento de Engenharia Mecânica 22 de Novembro de 2019,” 2019.
- [8] Eurostat, “Statistics Explained,” *Final energy consumption by sector, EU-27, 2018 (% of total, based on tonnes of oil equivalent)*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Final\\_energy\\_consumption\\_by\\_sector,\\_EU-27,\\_2018\\_\(%25\\_of\\_total,\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption_by_sector,_EU-27,_2018_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png) (accessed Apr. 23, 2021).
- [9] Observatório da Energia, DGEG, and ADENE, *Energia em Números - Edição 2020*. 2020.
- [10] DGEG, “Diretiva da Eficiência Energética,” *Diretiva 2018/2002, relativa à Eficiência Energética de 11 de dezembro de 2018*.

<https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/diretiva-da-eficiencia-energetica/> (accessed Jul. 19, 2022).

- [11] DGEG, “Auditorias Energéticas,” *Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)*. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/auditorias-energeticas/sistema-de-gestao-dos-consumos-intensivos-de-energia-sgcie/> (accessed May 07, 2021).
- [12] SGCIE, “SGCIE sistema de gestão dos consumos intensivos de energia,” *Enquadramento e Objectivos*. <https://sgcie.pt/sistema-de-gestao-dos-consumos-intensivos-de-energia/o-regulamento/enquadramento-e-objectivos/> (accessed Jul. 19, 2022).
- [13] Diário da Republica, “Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril,” *Act.Gov.Pt*, pp. 2222–2226, 2008, [Online]. Available: [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/Itens/Noticias/Documents/Aviso\\_21616.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/Itens/Noticias/Documents/Aviso_21616.pdf)
- [14] DGEG, “Despacho n.º 17449/2008,” pp. 27–28, 2008.
- [15] C. E. Sopas, “Auditoria Energética e Aplicação de Medidas de Eficiência Energética a uma Instalação Industrial do Sector Farmacêutico,” p. 149, 2015, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10362/16775>
- [16] Portugal 2020, “Legislação nacional,” *Decretos-lei dl68a\_2015*. [https://www.portugal2020.pt/sites/default/files/legislacao/legislacao\\_nacional/decretos-lei/dl68a\\_2015.pdf](https://www.portugal2020.pt/sites/default/files/legislacao/legislacao_nacional/decretos-lei/dl68a_2015.pdf) (accessed Jul. 10, 2021).
- [17] Circutor, “Circutor,” *Tudo sobre auditorias energeticas*. <http://circutor.com/pt/documentacao/artigos/4225-tudo-sobre-auditorias-energeticas> (accessed Jul. 10, 2021).
- [18] “Metodologia-para-a-realizacao-de-uma-auditoria-energetica.”
- [19] Portal Energia Energias Renovaveis, “Portal Energia Energias Renovaveis,” *A importância e as fases de uma auditoria energética*, 2012. <https://www.portal-energia.com/a-importancia-e-fases-de-uma-auditoria-energetica/> (accessed May 11, 2021).
- [20] SGCIE, “SGCIE sistemas de gestão dos consumos intensivos de energia,” *Metas*. <https://sgcie.pt/sistema-de-gestao-dos-consumos-intensivos-de-energia/o-regulamento/metas/> (accessed Jul. 19, 2022).
- [21] SGS, “Serviços de Certificação e Formação em Sistemas De Gestão da Energia ISO 50001,” 2013.
- [22] P. L. V. de P. Quimicos, “Portal Laboratórios Virtuais de Processos Quimicos,” *Transferências de calor*, 2022. [http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=248&Itemid=422](http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=248&Itemid=422) (accessed Sep. 14, 2021).

- [23] PreParaEnem, “PreParaEnem,” *Condução*. <https://www.preparaenem.com/fisica/conducao-termica.htm> (accessed Jul. 20, 2022).
- [24] APAL, “APAL Associação Portuguesa do Alumínio,” *Anodização*. <https://apal.pt/index.php/processos/tratamento-de-superficies/anodizacao.html> (accessed Jul. 20, 2022).
- [25] R. I. O. D. a S. Obras, “Comportamento do alumínio anodizado à corrosão atmosférica,” p. 63, 2004, [Online]. Available: [http://www.apal.pt/pdf/et\\_02.pdf](http://www.apal.pt/pdf/et_02.pdf)
- [26] APAL, “APAL Associação Portuguesa do Alumínio,” *Lacagem*. <https://apal.pt/index.php/processos/tratamento-de-superficies/lacagem.html> (accessed Jul. 19, 2022).
- [27] M. Educação, “Mundo Educação,” *Combustão completa e incompleta*. <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/combustao-completa-incompleta.htm> (accessed Sep. 15, 2021).
- [28] “HORÁRIOS na energia,” 2020.
- [29] CEVE, “Períodos horários,” *Ciclo BTE tetra-horário ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental*. <https://www.ceve.pt/tarifarios/periodos-horarios> (accessed Jul. 19, 2022).
- [30] G. Energy, “Gold energy,” *Energia Reativa*. <https://goldenergy.pt/glossario/energia-reativa/> (accessed Jul. 03, 2022).
- [31] ERSE, “ESTRUTURA TARIFÁRIA DO SETOR ELÉTRICO EM 2021,” 2021.
- [32] U. Enquadramento and T. Sucinto, “Medidas de Eficiência Energética Aplicáveis à Indústria Portuguesa :,” pp. 1–100, 2008.
- [33] Infopédia, “Infopédia dicionario porto editora,” *luiniotecnia*. [https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$luminotecnia](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$luminotecnia) (accessed Sep. 16, 2021).
- [34] M. D. E. E. do Emprego, “Portaria n.º 349-D/2013, de 2 de dezembro,” *Diário da República*, no. 40, pp. 40–73, 2013.
- [35] P. Instrumentos, “PCE instrumentos,” *Termómetro infravermelho PCE-TC 25*. [https://www.pce-instruments.com/portugues/instrumento-de-medicao/medidor/termometro-infravermelho-pce-instruments-termometro-infravermelho-pce-tc-25-det\\_5933644.htm](https://www.pce-instruments.com/portugues/instrumento-de-medicao/medidor/termometro-infravermelho-pce-instruments-termometro-infravermelho-pce-tc-25-det_5933644.htm) (accessed Jul. 19, 2022).
- [36] D. Neves, “duarte neves aterial eléctrico ferramentas instrumentação,” *THERMO ANEMOMETRO DIGITAL*. <https://www.duarteneves.com/pt/termo-anemometro/7893-thermo-anemometro-digital.html> (accessed Jul. 19, 2022).
- [37] Raig, “Raig,” *Higrómetro digital para materiais REED R6018*. <https://pt.raig.com/higrometro-digital-para-materiais-reed-r6018-b977/> (accessed Jul. 19, 2022).

- [38] Amberg, “Amberg instruments for life,” *Analizador de gases de combustão – Eurolyzer STx – SYSTRONIK*. <https://amberg.pt/produtos/manutencao/analizador-de-gases-de-combustao-sistemas-de-aquecimento-de-petroleo-gas-e-pellets/> (accessed Jul. 19, 2022).
- [39] L. Melin, “Leroy Merlin,” *Tacómetro digital COM CONTACTO DTA C205*. [https://www.leroymerlin.pt/Produtos/Eletricidade-e-domotica/Aparelhos-de-medida/WPR\\_REF\\_17277736](https://www.leroymerlin.pt/Produtos/Eletricidade-e-domotica/Aparelhos-de-medida/WPR_REF_17277736) (accessed Jul. 19, 2022).
- [40] Mastercool, “Mastercool word class quality,” *99903 MANIFOLD DIGITAL DE 4 VIAS*. <https://www.mastercool.com/product/99903-manifold-digital-de-4-vias/?lang=pt-pt> (accessed Jul. 19, 2022).
- [41] HILTI, “HILTI,” *MEDIDOR A LASER PD-E*. [https://www.hilti.pt/c/CLS\\_MEA\\_TOOL\\_INSERT\\_7127/CLS\\_LASER\\_METERS\\_7127/r587776](https://www.hilti.pt/c/CLS_MEA_TOOL_INSERT_7127/CLS_LASER_METERS_7127/r587776) (accessed Jul. 19, 2021).
- [42] Instrusul, “Instrusul instrumentos de medição,” *como usar luxímetro*. <https://blog.instrusul.com.br/como-usar-luximetro/> (accessed Jul. 19, 2022).
- [43] Instrutemp, “Instrutemp instrumentos de medição,” *analizador de energia*. <https://instrutemp.com.br/analizador-de-energia-qual-a-utilidade-desse-equipamento/analizador-de-energia/> (accessed Jul. 19, 2022).
- [44] Infocontrol, “Infocontrol,” *Energy Brain*. <https://www.infocontrol.pt/gestao-de-energia-e-eficiencia-energetica/monitorizacao-consumos-energia/energy-brain/> (accessed Sep. 17, 2021).

# ANEXOS

- 8.1 Apêndice A
- 8.2 Apêndice B
- 8.3 Apêndice C
- 8.4 Apêndice D
- 8.5 Apêndice E
- 8.6 Apêndice F



## 8 ANEXOS

### 8.1 Apêndice A – Ciclo semanal dos fornecimentos em Portugal

<b>Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental</b>			
<b>Período de hora legal de Inverno</b>		<b>Período de hora legal de Verão</b>	
<b>De segunda-feira a sexta-feira</b>		<b>De segunda-feira a sexta-feira</b>	
Ponta:	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	Ponta:	09.15/12.15 h
Cheias:	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias:	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
<b>Sábado</b>		<b>Sábado</b>	
Cheias:	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	Cheias:	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
<b>Domingo</b>		<b>Domingo</b>	
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

## 8.2 Apêndice B – Levantamento das características dos equipamentos

Pavilhão	Processo/Seção	Equipamento	Un.	Potência (kWn)	Potência Total	Regime (%)	Observações
Pav. Principal	Administrativos	AC Carrier 50H216R9DTF	1	0	0		Administrativos
Pav. Principal	Administrativos	AC Carrier 50H216R9DTF	1	0	0		Administrativos
		AC DAEWOOD ACE-G225LH	1	0	0		
Geral	UPS	AC DAIKIN RX835C2V1B	1	0	0		UPS
Geral	UPS	AC DAIKIN RYN25QAV3B	1	0	0		UPS
		AC FUJITSU ASYG1BLFCA	1	0	0		
		AC MITSUBISHI MKZ	1	0	0		
		AC MITSUBISHI PUKZP200YKA	1	0	0		Dois saídas
Escritórios	Armazém	Armazém Vertical	1	8,6	8,6		SHUTTLE XPS00
Pintura	Pintura	Aspirador	1	0	0		
Pré-montados	CNC madeira	Bomba vácuo	1	16,5	16,5	100,00%	
Geral	Lacagem e Anodização	Caldeira	1	0	0		Anodização + Lacagem
Tratamento / Serralharia	Anodização	Caldeira	1	0	0		
Pré-Montados	Iluminação	Câmpanula LED 150W	8	0,15	0,15	2 Sempre Ligado	
Pré-Montados	Iluminação	Câmpanula LED 200W	2	0,2	0,2	0,4 Sempre Ligado	
Anodização	Iluminação	Chiller Carrier	1	60,5	60,5		
Zona técnica	Ar comprimido	Compressor Ingersoll Rand	1	45	45		7,6 bar
Zona técnica	Ar comprimido	Compressor RUBETE	1	55	55		8,3 bar
		Corte a Laser	1	4	4		Trulaser 3030
Pré-montados		Corte Madeira CNC	1	30	30		OPTIMAT BHP200 (CN01 001)
Lacagem	Quimador	Cuba Secagem	1	0	0		
Pintura	Pintura	Depurador a seco "W1"	4	5,5	22		Ventilador
Protótipos	Protótipos	Elevadores	3	2,2	6,6		Bomba hidráulica
Pav. Decapagem	Decapagem	Extratores	2	5	10		
Pav. Principal	Linha de Produção	Extratores de teto	16	0	0		
Protótipos	Protótipos	Extratores de teto	4	0	0		
		FIMEL Tipo5	1	7,5	7,5		
Lacagem	Lacagem	Fornos polimerização	2	0	0		
Pavilhão de Montagem	Iluminação	Iodetos Metálicos 250W	3	0,25	0,75	Quase sempre ligadas	Zona central do pavilhão
Pavilhão de Montagem	Iluminação	Iodetos Metálicos 250W	4	0,25	1		
Protótipos	Iluminação	Iodetos Metálicos 250W	24	0,25	6 s/ relógio. Variável		
Serralharia	Iluminação	Iodetos Metálicos 250W	24	0,25	6	Quase sempre ligado	
Anodização	Iluminação	Iodetos Metálicos 400 W	21	0,4	8,4		
Lacagem	Iluminação	Iodetos Metálicos 400 W	21	0,4	8,4		
Pav. Principal	Iluminação	Iodetos Metálicos 400 W	72	0,4	28,8	s/ relógio. Variável	Cobertura. São ligados em função do momento e por qualquer cola
Pintura - Boxes	Iluminação	Iodetos Metálicos 400 W	8	0,4	3,2	Quase sempre ligados	
Pré-Montados	Iluminação	Iodetos Metálicos 400 W	1	0,4	0,4	Sempre Ligado	
Pav. Principal	Iluminação	LED - 50W	6	0,05	0,3	s/ regime definido	Projetores para apoio nas operações de montagem
Cantina	Iluminação	LED 120cm	1	0	0		
Pavilhão de Montagem	Iluminação	LED Tubular T8 120 cm	21	0,018	0,378	Quase sempre ligadas	Corredores laterais e de fundo
Pavilhão de Montagem	Iluminação	LED Tubular T8 120 cm	27	0,018	0,486	Quase sempre ligadas	LED?
Pintura - Cabine	Iluminação	LED Tubular T8 120 cm	64	0,018	1,152	Quase sempre Ligado	
Pav. Principal	Linha de Produção	Lincoln electric 305c powertec	5	8	40		Máquinas de soldar MIG
Pré-montados		Máquina de Corte	1	7,5	7,5		
		Máquina de corte - Emmegi twin electra	1	0	0		Máquina de corte automática
Pré-montados	Pré-montados	Máquina de costura	3	0,4	1,2		SiNGER
Pré-montados	Pré-montados	Máquina de costura	1	0,55	0,55		
Pavilhão de Montagem	Montagem	Monta-Cargas	1	0	0		Hidráulico
Lacagem	Forno polimerização	Motor	1	0	0		Transportador peças
Pintura	Lavagem	Motor lavagem a água	1	0	0		Transportador peças
Anodização	Lavagem	Motor SM250M4LL	1	55	55		Lavador de gases (c/ VEV)
Pré-montados	Pré-montados	Orladora Automática	1	9,9593	9,9593	100,00%	
Pré-montados	Pré-montados	Orladora Manual	1	5,87	5,87	100,00%	
Serralharia		Ponte rolante	1	0	0		25t
		Ponte rolante 10/5t	1	0	0		
Anodização		Ponte rolante 1t+1t	1	0	0		
Lacagem	Lacagem	Ponte rolante 2*500kg	1	0	0		
Pré-montados		Prensa FRAMA	1	0	0		
Lacagem	Forno polimerização	Queimador	1	231	231		Dois estágios 90-231 kW
Pintura	Pintura	Queimador MAXI Range 12260"	1	255,86	255,86		Gasóleo. Ventilador SIEMENS
Anodização		Retificador 1	1	50,83	50,83		
Anodização		Retificador 2	1	0	0		
Zona técnica	Ar comprimido	Secador	4	0,2	0,8		
Zona técnica	Ar comprimido	Secador	1	0,48	0,48		
Pavilhão de Montagem	Iluminação	T8 -1,2 mts	4	0,036	0,144	Quase sempre desligadas	Corredores laterais. Não LED
Anodização	Iluminação	T8 -1,5 mts	8	0,058	0,464		
Lacagem	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696		
Pintura - Área de Planeamento	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Sempre desligado	
Pintura - Área de Planeamento	Iluminação	T8 -1,5 mts	16	0,058	0,928	Sempre ligado	
Pintura - Armazém + Laboratório	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Quase sempre ligados	Zona queimador
Pintura - Boxes- Área preparação 1,2	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Quase sempre ligados	
Pintura - Corredor	Iluminação	T8 -1,5 mts	4	0,058	0,232	Quase sempre ligado	
Pintura - Zona Queimador	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Sempre ligado	
Pré-Montados	Iluminação	T8 -1,5 mts	146	0,058	8,468	Sempre ligado	
Serralharia	Iluminação	T8 -1,5 mts	16	0,058	0,928	Variável	Instaladas diretamente na cobertura
Decapagem	Iluminação	T8 -1,5 mts	8	0,058	0,464		
Pré-montados		Termoacumulador 80l	1	1,5	1,5		Banhos WC senhoras
Lacagem	Forno polimerização	Ventilador	4	0,1	0,4	100,00%	
Cantina	Extração	Ventilador	1	1,5	1,5		
Pré-montados	CNC madeira	Ventilador aspirador	1	10	10		
Pav. Principal	Linha de Produção	Ventilador Fosso	1	0	0		Insuflação
Decapagem	Extração	Ventiladores	2	7,5	15		
Exterior	Iluminação			0	0		
Pintura	Lavagem de gases			0	0		
<b>Total</b>				<b>656</b>	<b>1035,123292</b>		<b>33</b>

## 8.3 Apêndice C – Proposta de investimento para a iluminação

Pavilhão	Processo/Sec	Equipamento	Un.	Potência (kW)	Potência Tot	Regime (%)
Pré-Montados	Iluminação	Câpanula LED 150W	8	0,15	1,2	Sempre Ligado
Pré-Montados	Iluminação	Câpanula LED 200W	2	0,2	0,4	Sempre Ligado
Pavilhão de Montagem	Iluminação	lodetos Metálicos 250W	3	0,25	0,75	Quase sempre ligadas
Pavilhão de Montagem	Iluminação	lodetos Metálicos 250W	4	0,25	1	
Protótipos	Iluminação	lodetos Metálicos 250W	24	0,25	6 s\ relógio. Variável	
Serralharia	Iluminação	lodetos Metálicos 250W	24	0,25	6	Quase sempre ligado
Anodização	Iluminação	lodetos Metálicos 400 W	21	0,4	8,4	
Lacagem	Iluminação	lodetos Metálicos 400 W	21	0,4	8,4	
Pav. Principal	Iluminação	lodetos Metálicos 400 W	72	0,4	28,8	s\ relógio. Variável.
Pintura – Boxes	Iluminação	lodetos Metálicos 400 W	8	0,4	3,2	Quase sempre ligados
Pré-Montados	Iluminação	lodetos Metálicos 400 W	1	0,4	0,4	Sempre Ligado
Pav. Principal	Iluminação	LED – 50W	6	0,05	0,3	S\ regime definido
Cantina	Iluminação	LED 120cm			0	
Pavilhão de Montagem	Iluminação	LED Tubular T8 120 cm	21	0,018	0,378	Quase sempre ligadas
Pavilhão de Montagem	Iluminação	LED Tubular T8 120 cm	27	0,018	0,486	Quase sempre ligadas
Pintura – Cabine	Iluminação	LED Tubular T8 120 cm	64	0,018	1,152	Quase sempre Ligado
Pavilhão de Montagem	Iluminação	T8 -1,2 mts	4	0,036	0,144	Quase sempre desligadas
Anodização	Iluminação	T8 -1,5 mts	8	0,058	0,464	
Lacagem	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	
Pintura - Área de Planeamento	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Sempre desligado
Pintura - Área de Planeamento	Iluminação	T8 -1,5 mts	16	0,058	0,928	Sempre ligado
Pintura – Armazém + Laboratório	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Quase sempre ligados
Pintura – Boxes- Área preparação	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Quase sempre ligados
Pintura – Corredor	Iluminação	T8 -1,5 mts	4	0,058	0,232	Quase sempre ligado
Pintura - Zona Queimador	Iluminação	T8 -1,5 mts	12	0,058	0,696	Sempre ligado
Pré-Montados	Iluminação	T8 -1,5 mts	146	0,058	8,468	Sempre ligado
Serralharia	Iluminação	T8 -1,5 mts	16	0,058	0,928	Variável
Decapagem	Iluminação	T8 -1,5 mts	8	0,058	0,464	
Exterior	Iluminação				0	
<b>Total</b>			<b>568</b>		<b>81,974</b>	

Pos	Local	Descrição do equipamento existente	SITUAÇÃO ATUAL												Custo/ano	
			Armadura		Lâmpada s por armadura	Total de Lâmpada s	Armadura nova		Pot./ Lâmpada	Pot./ Armadura	Horas fun	Regime	Dias	Perdas		Consumo/ano
			Qttd	Qttd	Qttd	S/N	W	W	H/dia	%	dia/sem	%	kWh/ano	€		
1	Exterior	Iluminação exterior lodetos Metálicos	36	1	36	Sim	400	400	12,00	100%	7	15%	72 334	5 836,12 €		
2	Anodização	T8 fluorescente -1,5 mts	4	2	8	Sim	58	116	4,00	100%	5	5%	487	63,47 €		
3	Anodização	Câpanulas lodetos Metálicos 400 W	21	1	21	Sim	400	400	4,00	100%	5	15%	9 660	1 258,49 €		
4	Lacagem	T8 fluorescente -1,5 mts	6	2	12	Sim	58	116	9,00	100%	5	5%	1 644	214,22 €		
5	Lacagem	Câpanulas lodetos Metálicos 400 W	21	1	21	Sim	400	400	9,00	100%	5	15%	21 735	2 831,61 €		
6	Pav. Principal	Câpanulas lodetos Metálicos 400 W	72	1	72	Sim	400	400	6,00	80%	5	15%	39 744	5 177,80 €		
7	Pavilhão de Montagem	Câpanulas lodetos Metálicos 250W	3	1	3	Sim	250	250	8,00	80%	5	15%	1 380	179,78 €		
8	Pavilhão de Montagem	Câpanulas lodetos Metálicos 250W	4	1	4	Sim	250	250	8,00	80%	5	15%	1 840	239,71 €		
9	Pavilhão de Montagem	T8 fluorescente -1,2 mts	2	2	4	Sim	36	72	8,00	80%	5	5%	242	31,52 €		
10	Pintura - Área de Planeamento	T8 fluorescente -1,5 mts	6	2	12	Sim	58	116	8,00	80%	5	5%	1 169	152,33 €		
11	Pintura - Área de Planeamento	T8 fluorescente -1,5 mts	8	2	16	Sim	58	116	8,00	80%	5	5%	1 559	203,11 €		
12	Pintura – Armazém + Laboratório	T8 fluorescente -1,5 mts	6	2	12	Sim	58	116	8,00	80%	5	5%	1 169	152,33 €		
13	Pintura – Boxes	Câpanulas lodetos Metálicos 400 W	8	1	8	Sim	400	400	8,00	80%	5	15%	5 888	767,08 €		
14	Pintura – Boxes- Área preparação 1,2	T8 fluorescente -1,5 mts	6	2	12	Sim	58	116	8,00	80%	5	5%	1 169	152,33 €		
15	Pintura – Corredor	T8 fluorescente -1,5 mts	2	2	4	Sim	58	116	8,00	80%	5	5%	390	50,78 €		
16	Pintura - Zona Queimador	T8 fluorescente -1,5 mts	6	2	12	Sim	58	116	8,00	80%	5	5%	1 169	152,33 €		
17	Pré-Montados, Estofagem e CNC	Câpanulas lodetos Metálicos 400 W	1	1	1	Sim	400	400	8,00	80%	5	15%	736	95,89 €		
18	Pré-Montados, Estofagem e CNC	T8 fluorescente -1,5 mts	73	2	146	Sim	58	116	8,00	100%	5	5%	17 783	2 316,72 €		
19	Protótipos	Câpanulas lodetos Metálicos 250W	21	1	21	Sim	250	250	6,00	80%	5	15%	7 245	943,87 €		
20	Serralharia Aço	Câpanulas lodetos Metálicos 250W	30	1	30	Sim	250	250	8,00	80%	5	15%	13 800	1 797,85 €		
21	Serralharia Aço	T8 fluorescente -1,5 mts	24	2	48	Sim	58	116	8,00	80%	5	5%	4 677	609,33 €		
22	Armazém	T8 fluorescente -1,5 mts	12	2	24	Sim	58	116	9,00	100%	5	5%	3 289	428,43 €		
23	Serralharia - Alumínio	T8 fluorescente -1,5 mts	8	2	16	Sim	58	116	4,00	100%	5	5%	974	126,94 €		
24	Serralharia - Alumínio	Câpanulas lodetos Metálicos 250W	32	1	32	Sim	250	250	4,00	100%	5	15%	9 200	1 198,56 €		
25	Decapagem	T8 fluorescente -1,5 mts	4	2	8	Sim	58	116	4,00	100%	5	5%	487	63,47 €		
26	Utilidades	T8 fluorescente -1,5 mts	4	2	8	Sim	58	116	2,00	100%	5	5%	244	31,74 €		
													<b>220 015</b>	<b>25 075,82 €</b>		

PROPOSTA - LED							
Código	Descrição Solução LED	Descrição do modelo e técnica da solução LED	Qtd	Potência	Consumo ano	Custos	
			Und.	W	kWh/ano	€	
SIV		Via S IV (4X16) HO	36	80	12 096	975,94 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	4	48	192	25,01 €	
294NF.60.842		Discovery 200W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	21	200	4 200	547,17 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	6	48	648	84,42 €	
294NF.60.842		Discovery 200W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	21	200	9 450	1 231,13 €	
294NF.60.842		Discovery 200W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	72	200	17 280	2 251,22 €	
293NF.60.842		Discovery 150W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	3	150	720	93,80 €	
293NF.60.842		Discovery 150W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	4	150	960	125,07 €	
751EF25.12.40		Siftos High Performance 33W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino	2	33	106	13,76 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	6	48	461	60,03 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	8	48	614	80,04 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	6	48	461	60,03 €	
294NF.60.842		Discovery 200W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	8	200	2 560	333,51 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	6	48	461	60,03 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	2	48	154	20,01 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	6	48	461	60,03 €	
294NF.60.842		Discovery 200W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	1	200	320	41,69 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	73	48	7 008	912,99 €	
293NF.60.842		Discovery 150W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	21	150	3 780	492,45 €	
293NF.60.842		Discovery 150W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	30	150	7 200	938,01 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	24	48	1 843	240,13 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	12	48	1 296	168,84 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	8	48	384	50,03 €	
293NF.60.842		Discovery 150W CRI>80 60º IP65 ON/OFF 5Y 4200K	32	150	4 800	625,34 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	4	48	192	25,01 €	
751HP70.12.40		Siftos High Performance 48W CRI+80 120º IP65 5Y 1X1200mm PC opalino 4000K	4	48	96	12,51 €	
					<b>77 742</b>	<b>9 528,22 €</b>	

Fator de emissão		0,47						
Semanas p/ ano		50						
Tarifa Média (€/MWh) Exterior :		80,68						
Tarifa Média (€/MWh) Fábrica :		130,28						
Poupança ano		Poupança Kg CO2 Ano	Investimento					Payback anos
kWh/ano	€		Lâmpada	Elevatória	Armadura	Mão obra	Total	
60 238	4 860,18 €	28 311,90	- €		209,89 €	37,50 €	8 905,91 €	1,8
295	38,46 €	138,74	- €		43,89 €	28,38 €	289,06 €	7,5
5 460	711,32 €	2 566,20	- €		163,90 €	31,25 €	4 098,15 €	5,8
996	129,80 €	468,26	- €		43,89 €	28,38 €	433,59 €	3,3
12 285	1 600,47 €	5 773,95	- €		163,90 €	31,25 €	4 098,15 €	2,6
22 464	2 926,58 €	10 558,08	- €		163,90 €	31,25 €	14 050,80 €	4,8
660	85,98 €	310,20	- €		125,40 €	31,25 €	469,95 €	5,5
880	114,65 €	413,60	- €		125,40 €	31,25 €	626,60 €	5,5
136	17,76 €	64,07	- €		33,83 €	23,38 €	114,40 €	6,4
708	92,30 €	332,99	- €		43,89 €	28,38 €	433,59 €	4,7
945	123,07 €	443,98	- €		43,89 €	28,38 €	578,12 €	4,7
708	92,30 €	332,99	- €		43,89 €	28,38 €	433,59 €	4,7
3 328	433,57 €	1 564,16	- €		163,90 €	31,25 €	1 561,20 €	3,6
708	92,30 €	332,99	- €		43,89 €	28,38 €	433,59 €	4,7
236	30,77 €	111,00	- €		43,89 €	28,38 €	144,53 €	4,7
708	92,30 €	332,99	- €		43,89 €	28,38 €	433,59 €	4,7
416	54,20 €	195,52	- €		163,90 €	31,25 €	195,15 €	3,6
10 775	1 403,73 €	5 064,16	- €		43,89 €	28,38 €	5 275,35 €	3,8
3 465	451,42 €	1 628,55	- €		125,40 €	31,25 €	3 289,65 €	7,3
6 600	859,84 €	3 102,00	- €		125,40 €	31,25 €	4 699,50 €	5,5
2 834	369,20 €	1 331,94	- €		43,89 €	28,38 €	1 734,36 €	4,7
1 993	259,59 €	936,52	- €		43,89 €	28,38 €	867,18 €	3,3
590	76,92 €	277,49	- €		43,89 €	28,38 €	578,12 €	7,5
4 400	573,23 €	2 068,00	- €		125,40 €	31,25 €	5 012,80 €	8,7
295	38,46 €	138,74	- €		43,89 €	28,38 €	289,06 €	7,5
148	19,23 €	69,37	- €		43,89 €	28,38 €	289,06 €	15,0
142 273	<b>15 547,60 €</b>	<b>66 868,38</b>			<b>TOTAL:</b>	<b>12 848,38 €</b>	<b>59 335,04 €</b>	<b>3,8</b>

## 8.4 Apêndice D – Volumes consumidos pelos equipamentos de queima

Mês	Sum of Volume de gás estufa secagem (m3) G6 RF	Sum of Volume de gás forno lacagem (m3) ACD - G1E	Sum of Volume de gás caldeira (m3) G2	Total
jan	225,793	1260,06	1355,29	2841,143
fev	520,36	2983,03	2969,91	6473,3
mar	462,832	3197,47	2722,91	6383,212
abr	393,04	2504,96	2335,07	5233,07
mai	392,73	2601,06	2213,35	5207,14
jun	261,43	2420,27	2699,38	5381,08
jul	288,85	2239,51	1771,97	4300,33
ago	176,66	1210,85	879,84	2267,35
set	239,87	1783,02	2661,03	4683,92
out	219,39	1956,08	2460,76	4636,23
nov	316,45	2449	3088,5	5853,95
dez	66,05	481,03	815,1	1362,18
Total	<b>3563,455</b>	<b>25086,34</b>	<b>25973,11</b>	<b>54 622,91</b>

Mês	Proporção	Proporção2	Proporção3
	Sum of Volume de gás estufa secagem (m3) G6 RF1	Sum of Volume de gás forno lacagem (m3) ACD - G16C	Sum of Volume de gás caldeira (m3) G25
jan	8%	44%	48%
fev	8%	46%	46%
mar	7%	50%	43%
abr	8%	48%	45%
mai	8%	50%	43%
jun	5%	45%	50%
jul	7%	52%	41%
ago	8%	53%	39%
set	5%	38%	57%
out	5%	42%	53%
nov	5%	42%	53%
dez	5%	35%	60%
Média	<b>6%</b>	<b>46%</b>	<b>48%</b>

## 8.5 Apêndice E – Dimensionamento da unidade fotovoltaica

Dados Instalação	Instalação Sugerida		Dados Financeiros
Potência de cada painel (W) <b>450</b>	Potência nominal (kW) <b>195</b>	Potência instalada (kWp) <b>218,70</b>	Investimento inicial (€) <b>120 138 €</b>
Eficiência de cada painel (%) <b>20,70%</b>			Poupança anual (€) <b>25 177 €</b>
Nº painéis <b>486</b>	Energia anual produzida PV (kWh) <b>267 222</b>	Porcentagem energia total produzida (%) <b>33,59%</b>	Payback (anos) <b>4,77</b>
Área utilizada (m2) <b>875</b>	Energia anual consumida antes PV (kWh) <b>795 546</b>	Energia anual consumida depois PV (kWh) <b>607 209</b>	TIR a 25 anos <b>22,51%</b>
Nº inversores <b>6</b>	Energia autoconsumida PV (kWh) <b>188 337</b>	Porcentagem energia autoconsumida (%) <b>70,48%</b>	VAL a 25 anos <b>337 673 €</b>
	Energia vendida à rede (kWh) <b>78 883</b>	Porcentagem energia vendida à rede (%) <b>29,52%</b>	



## 8.6 Apêndice F- Cálculos do dimensionamento da bateria de condensadores

Tarifário Reativa	%	Paga	Valor Unit.	Meses												TOTAL		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Escalão 1	100,0%	€ 0,00832		130	72	57	55	68	89	616	272	535	88	64	79	2125		
Escalão 2	100,0%	€ 0,02520		46	72	57	55	68	66	52	183	60	72	64	79	873		
Escalão 3	100,0%	€ 0,07560		33	81	49	51	94	72	49	212	95	117	98	110	1060		
Vazio (Capacitiva)	100,0%	€ 0,01890		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>TOTAL</b>				<b>€ 5</b>	<b>€ 8</b>	<b>€ 6</b>	<b>€ 5</b>	<b>€ 9</b>	<b>€ 8</b>	<b>€ 10</b>	<b>€ 23</b>	<b>€ 13</b>	<b>€ 11</b>	<b>€ 10</b>	<b>€ 11</b>	<b>€ 119</b>		<b>Máximos</b>
Indutiva				<b>€ 5</b>	<b>€ 8</b>	<b>€ 6</b>	<b>€ 5</b>	<b>€ 9</b>	<b>€ 8</b>	<b>€ 10</b>	<b>€ 23</b>	<b>€ 13</b>	<b>€ 11</b>	<b>€ 10</b>	<b>€ 11</b>	<b>€ 119</b>		%/Mês %/Ano
Fatura de Energia				€ 8612	€ 6830	€ 7036	€ 6644	€ 6170	€ 4940	€ 6942	€ 3791	€ 6782	€ 6019	€ 5872	€ 6823	€ 76462		3,0% 2,5%
Peso na Fatura de Energia				0,06%	0,12%	0,09%	0,08%	0,15%	0,16%	0,14%	0,61%	0,19%	0,18%	0,17%	0,16%	0,16%		%/mês kWh/mês kWh/mês
% Reativa Escalão 1				0,18%	0,13%	0,10%	0,10%	0,13%	0,22%	1,04%	0,95%	0,96%	0,17%	0,13%	0,15%	0,34%		100,0% 2000 20000
% Reativa Escalão 2				0,06%	0,13%	0,10%	0,10%	0,13%	0,16%	0,09%	0,64%	0,11%	0,14%	0,13%	0,15%	0,14%		100,0% 1000 10000
% Reativa Escalão 3				0,05%	0,15%	0,08%	0,09%	0,18%	0,18%	0,08%	0,74%	0,17%	0,23%	0,20%	0,21%	0,17%		100,0% 500 5000
% Reativa Capacitiva				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		100,0% 1000 10000

## RELATÓRIO DE AUDITORIA PRELIMINAR: ENERGIA REATIVA

Tarifário Reativa	%	Paga	Valor Unit.	Meses												TOTAL		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Escalão 1	100,0%	€ 0,00832		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Escalão 2	100,0%	€ 0,02520		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Escalão 3	100,0%	€ 0,07560		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Vazio (Capacitiva)	100,0%	€ 0,01890		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>TOTAL</b>				<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>		<b>Máximos</b>
Indutiva				<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>		%/Mês %/Ano
Fatura de Energia				€ 8612	€ 6830	€ 7036	€ 6644	€ 6170	€ 4940	€ 6942	€ 3791	€ 6782	€ 6019	€ 5872	€ 6823	€ 76462		3,0% 2,5%
Peso na Fatura de Energia				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		%/mês kWh/mês kWh/mês
% Reativa Escalão 1				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		100,0% 2000 20000
% Reativa Escalão 2				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		100,0% 1000 10000
% Reativa Escalão 3				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		100,0% 500 5000
% Reativa Capacitiva				0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		100,0% 1000 10000

## RELATÓRIO DE AUDITORIA PRELIMINAR: ENERGIA REATIVA