



## **Avaliação do Sistema de Gestão de Consumos e o conceito de Energy Awareness**

**LUÍSA ISABEL LEITÃO PEREIRA**

novembro de 2020

# **AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE CONSUMOS E O CONCEITO DE ENERGY AWARENESS**

Luísa Isabel Leitão Pereira  
1181829

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica – Mestrado em Energias Sustentáveis





## **AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE CONSUMOS E O CONCEITO DE ENERGY AWARENESS**

Luísa Isabel Leitão Pereira  
1181829

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. Doutor Carlos Felgueiras e supervisionada pelo Eng. Paulo Teixeira, em formato de estágio curricular na empresa Bosch Security Systems – Sistemas de Segurança, S.A.

**2020**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Doutora Nídia de Sá Caetano

Prof. Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutor Manuel Carlos Malheiro de Carvalho Felgueiras

Prof. Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Supervisor**

Eng. Paulo Teixeira

Mestre em Engenharia do Ambiente, Bosch Security Systems, S.A.

## **Arguente**

Doutor Rui Manuel Esteves Araújo

Prof. Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

*“Viver no mundo sem ter a consciência do significado desse mesmo mundo é como deambular por uma enorme biblioteca sem tocar nos livros.”*

*– The Secret Teachings of All Ages*

## AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta dissertação, embora seja um trabalho com o propósito da finalização do curso de Mestrado, não teria sido possível sem a ajuda de pessoas importantes que contribuíram diretamente e que influenciaram toda a sua natureza.

Quero começar por agradecer ao Instituto Superior de Engenharia do Porto pela oportunidade de poder terminar o Mestrado em Energias Sustentáveis com a realização da minha dissertação, em formato de estágio curricular, numa empresa prestigiada como a Bosch. Estendo este agradecimento à Bosch, por me ter aceitado como estagiária, permitindo assim que alargasse os meus horizontes e tivesse o meu primeiro contacto com o mundo de trabalho dentro da área em que me formei.

Agradeço a todos os profissionais com os quais me cruzei durante o meu percurso académico no Mestrado e durante o estágio na Bosch que foram essenciais para a obtenção de conhecimento, muitas das vezes em áreas das quais eu não dominava. Em especial ao Eng. Rui que respondeu às inúmeras questões de como era a “mecânica” da empresa em termos produtivos.

Ao meu orientador e diretor do curso de Mestrado, Professor Carlos Felgueiras, um profissional de gnose admirável, a quem agradeço pela sua orientação, disponibilidade, pelos seus ensinamentos não só durante a realização da tese, mas também pela dedicação nas suas aulas e principalmente pela paciência para comigo quando tudo parecia não ter início nem fim.

Um agradecimento muito especial e saudoso para a equipa incrível com quem trabalhei durante os nove meses de estágio. Ao Paulo Teixeira, à Juliana Pinho, ao Raúl Nora, Bruno e ao Hélder Rocha Freitas pela vossa *humanidade, ajuda, companheirismo, profissionalismo, conhecimento, conselhos* entre ínfimas outras coisas. O primeiro

contacto com o mundo do trabalho, foi mais fácil e ternurento do vosso lado e mostrou-me que nem tudo é tão “*preto no branco*”, que há uma paleta de cores. É maravilhoso correr ao lado de quem corre mais do que nós!

Às novas amizades, a Rosalina, a Sara, o Afonso e o Luís. Estes quatro foram os meus companheiros durante estes dois anos e que contribuíram muito para que hoje esteja a chegar ao fim de mais uma etapa da minha vida. É bom quando percebemos que temos amigos, que embora sendo muito diferentes, é nessas diferenças que nos encontramos.

Como novos amigos nunca fazem esquecer os velhos, também agradeço aos que já vem desde sempre e que foram incansáveis nesta fase da minha vida, sempre com a pergunta “*E essa tese?*”. Mota, Carol, SGordinho, Mykola, Mati, Carlinhos e Kevin um gigante obrigada pela vossa paciência, e por fazerem jus ao que é ser amigo.

Finalmente gostaria de agradecer à minha família que já era parte de mim antes desta avalanche e turbilhão de emoções. Não existe tela onde possa pintar a força e amor que me deram e o que significam para mim. Sinto que apanhei o comboio que não passa duas vezes na vida.

## PALAVRAS CHAVE

*Energy Awareness*, Eficiência Energética, Gestão Energética, Utilização Racional de Energia, *Software* de Gestão de Energia.

## RESUMO

Esta dissertação representa o culminar do trabalho realizado durante nove meses nas instalações Bosch Security Systems, SA, entre dezembro de 2019 agosto de 2020, e que teve como objetivo a avaliação do sistema de gestão de consumos de energia e o desenvolvimento do conceito de *Energy Awareness* na fábrica.

Têm-se vindo a verificar nos últimos anos que as empresas inclusas ao setor industrial e de elevado consumo de energia são uma realidade mais presente, precisamente numa altura em que uma maior competitividade das empresas é fator-chave para a afirmação no mercado. Assim, a racionalização e a monitorização dos consumos energéticos compõem, não só um pilar significativo na estrutura financeira das empresas, como também contribui para o aumento da eficiência energética das instalações fabris e o desenvolvimento de economias hipocarbónicas. Neste âmbito, foram abordados os temas de eficiência energética, gestão de energia, sistemas de gestão de energia e auditorias energéticas.

A simbiose entre desenvolvimento tecnológico e práticas de gestão de energia têm auxiliado na atualização e construção de infraestruturas de elevada eficiência. De forma a facilitar o pressuposto para a Bosch, foram apresentadas propostas de medidas de eficiência energética para as linhas de produção da fábrica, a definição de uma equipa de gestão energética dedicada apenas à melhoria contínua do desempenho energético da fábrica, bem como melhorias ao *software* de gestão de energia que a empresa já detém. É ainda proposto que se procure fomentar o conceito de *utilização racional de energia* com a adequação comportamental dos colaboradores, tendo-se recorrido à realização de verificações de consumos de energia.

Estes estudos evidenciaram que, apesar de empresa se encontrar num estado considerável de eficiência energética, melhorias podem ser consideradas e que aquando da implementação de uma estratégia ou projeto de cariz energético a inclusão dos colaboradores deve ser ponderada.



**KEYWORDS**

*Energy Awareness, Energy Efficiency, Energy Management, Rational Use of Energy, Energy Management Software.*

**ABSTRACT**

*This dissertation represents the culmination of the work carried out for nine months at the Bosch Security Systems, SA facilities, between December 2019 August 2020, and which aimed to evaluate the energy consumption management system and develop the Energy Awareness concept. in the factory.*

*In recent years, companies included in the industrial sector and with high energy consumption have become more present, precisely at a time when greater competitiveness of companies is a key factor in asserting themselves in the market. Thus, the rationalization and monitoring of energy consumption make up not only a significant pillar in the financial structure of companies, but also contributes to increasing the energy efficiency of manufacturing facilities and the development of low carbon economies. In this context, the topics of energy efficiency, energy management, energy management systems and energy audits were addressed.*

*The symbiosis between technological development and energy management practices have helped to build and update highly efficient infrastructures. In order to facilitate the assumption for Bosch, proposals for energy efficiency measures were presented for the factory's production lines, the definition of an energy management team dedicated only to the continuous improvement of the factory's energy performance, as well as software improvements energy management that the company already owns. It is also proposed to seek to promote the concept of rational use of energy with the behavioral adequacy of employees, having resorted to the verification of energy consumption.*

*These studies showed that, although the company is in a considerable state of energy efficiency, improvements can be considered and that when implementing an energy strategy or project, the inclusion of employees must be considered.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

ADENE	Agência para Energia
AOI	<i>Automated Optical Inspection</i>
AP	Acordo de Paris
AQS	Águas Quentes Sanitárias
ARCE	Acordo de Racionalização de Consumos de Energia
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BGA	<i>Ball Grid Array</i>
BT	Building Technologies
CEE	Consumo Específico de Energia
CIE	Consumidoras Intensivas de Energia
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CQNUAC	Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
CR	<i>Clean-Room</i>
DENA	Deutsche Energie-Agentur
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
ENE	Estratégia Nacional para a Energia
FAS	<i>Final Assembly</i>
GEE	Gases com Efeito de Estufa
HC	Hora de Cheia
HP	Hora de Ponta
HSV	Hora de Super Vazio
HV	Hora de Vazio
IC	Intensidade Carbónica
IDEs	Indicadores de Desempenho Energético
IE	Intensidade Energética
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
LGA	<i>Land Grid Array</i>
MT	Média Tensão
ORCs	Oportunidades de Racionalização de Consumos
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PNAC	Plano Nacional das Alterações Climáticas

PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
PNEC	Plano Nacional de Energia e Clima
PREn	Plano Racionalização dos Consumos de Energia
PT	Posto Transformação
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
REP	Relatório de Execução e Progresso
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SGCIE	Sistemas de Gestão de Consumos Intensivos de Energia
SGE	Sistema de Gestão de Energia
SMART	<i>Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-Based</i>
SMED	<i>Single-Minute Exchange of Dies</i>
SMT	<i>Surface Mount Technology</i>
SPPI	<i>Solder Paste Print Inspection</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TI	Transformador de Intensidade
UE	União Europeia
URE	Utilização Racional de Energia
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
VSD	<i>Variable Speed Drive</i>

#### Lista de Unidades

€/ano	Euros por ano
bar	Unidade de pressão (N / m <sup>2</sup> )
kgCO <sub>2e</sub> /tep	Quilograma de dióxido de carbono equivalente por tep
kgep/ano	Quilogramas equivalentes de petróleo por ano
kVA	Quilovolt-ampere
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt . hora
m <sup>3</sup> /min	Metro cúbico por minuto
MWh	Megawatt . hora
tep	tonelada equivalente de petróleo
tep/€	Tonelada equivalente de petróleo por euro
tep/ton	Tonelada equivalente de petróleo por tonelada
V	Volt

#### Lista de Símbolos

€	Euro
---	------

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - METAS DA UNIÃO EUROPEIA PARA O HORIZONTE 2021-2030 (ADAPTADO DE[8]).	3
FIGURA 2 - SISTEMA DE GOVERNAÇÃO CLIMÁTICA E ENERGÉTICA DA UNIÃO EUROPEIA [7].	3
FIGURA 3 - METAS DE PORTUGAL PARA O HORIZONTE 2021 – 2030 (ADAPTADO DE[6]).	4
FIGURA 4 - REPARTIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR SETOR DE ATIVIDADE EM PORTUGAL EM 2018 (ADAPTADO DE [11]).	5
FIGURA 6 - OBJETIVOS DE SUSTENTABILIDADE PARA 2025 DO GRUPO BOSCH [15].	9
FIGURA 5 – VISTA FRONTAL DA BOSCH SECURITY SYSTEMS, S.A., UNIDADE INDUSTRIAL DE OVAR.	9
FIGURA 7 - GAP DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E O POTENCIAL EXEQUÍVEL [25].	17
FIGURA 8 - MODELO CONCEPTUAL DE GESTÃO DE ENERGIA [18].	21
FIGURA 9 - MELHORIA CONTÍNUA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DE UMA ORGANIZAÇÃO ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA [44, PP. 24].	23
FIGURA 10 – SÍNTESE DA APLICAÇÃO DO SGCIE EM INSTALAÇÕES CIE [45].	26
FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICO.	35
FIGURA 12 - PROTÓTIPO DE UMA LINHA DE MONTAGEM SMT [51].	35
FIGURA 13 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DECORRIDO EM LINHAS SMT.	36
FIGURA 14 – EQUIPAMENTO DE DEPOSIÇÃO DE PASTA – <i>PRINTER</i> .	36
FIGURA 15 – EQUIPAMENTO DE INSERÇÃO AUTOMÁTICA DE COMPONENTES – <i>PICK AND PLACE</i> .	37
FIGURA 16 - FORNO DE REFUSÃO DE 8 ZONAS AQUECIMENTO.	38
FIGURA 17 – PERFIL TÉRMICO DO FORNO PARA FUSÃO DA SOLDA.	38
FIGURA 18 - PERFIL TÉRMICO DO FORNO PARA CURA DA COLA.	38
FIGURA 19 - CIRCULAÇÃO DE AR NA CLEAN ROOM.	39
FIGURA 20 - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO, QGBT EXISTENTE E QGBT NOVO.	41
FIGURA 21 – DA ESQUERDA PARA A DIREITA: COMPRESSOR, SECADOR DE AR, RESERVATÓRIOS DE AR COMPRIMIDO.	42
FIGURA 22 - EVOLUÇÃO DO CONSUMO MENSAL E DOS ENCARGOS ENERGÉTICOS COM A ENERGIA ELÉTRICA, EM 2019.	43
FIGURA 23 – REPARTIÇÃO DOS CONSUMOS MENSALIS (A) E ANUAIS (B) DE ENERGIA ELÉTRICA POR PERÍODO HORÁRIO, EM 2019;	44
FIGURA 24 – EVOLUÇÃO DA IE DESDE ANO DE REFERÊNCIA, 2017, ATÉ 2019 E OBJETIVO A ATINGIR ATÉ FINAL DO PLANO.	45
FIGURA 25 - EVOLUÇÃO DO CEE DESDE O ANO DE REFERÊNCIA, 2017, ATÉ 2019 E OBJETIVO A ATINGIR ATÉ FINAL DO PLANO.	45
FIGURA 26 – EVOLUÇÃO DA IC DESDE O ANO DE REFERÊNCIA, 2017, ATÉ 2019.	46
FIGURA 27 - PÁGINA DE ENTRADA – <i>DASHBOARD</i> .	47
FIGURA 28 - FUNCIONALIDADE “RELATÓRIOS” DO SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA.	48
FIGURA 29 – APRESENTAÇÃO DO CONSUMO DE TODAS AS ÁREAS E DIAGRAMAS DE QUADROS.	48
FIGURA 30 – CONFIGURAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO TARIFÁRIO ESCOLHIDO.	49
FIGURA 31 - FUNCIONALIDADE "DADOS" DO SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA.	49
FIGURA 32 - ANÁLISE PARETO DO CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL DE 2019.	54

---

FIGURA 33 - CONTROLADOR CENTRALIZADO PRESENTE NA SALA DE COMPRESSORES.	57
FIGURA 34 – VÁLVULAS DE CONTROLO DE <i>CHILLERS</i> .	59
FIGURA 35 - TERMOACUMULADOR DE CAPACIDADE 500 L.	60
FIGURA 36 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DO SISTEMA AVAC DA ZONA DE PRODUÇÃO SMT.	61
FIGURA 37 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DAS MELHORIAS REALIZADAS NO SISTEMA AVAC DA ZONA SMT.	62
FIGURA 39 - ESTRUTURA GERAL DA REDE DE COMUNICAÇÃO.	72
FIGURA 40 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA LIGAÇÃO DOS ANALISADORES DE ENERGIA À INFRAESTRUTURA ELÉTRICA [54, PP. 33].	74
FIGURA 41 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA LIGAÇÃO PADRÃO DO CONVERSOR E ANALISADOR DE REDES EM SÉRIE.	74
FIGURA 42 – CANALIZAÇÃO ELÉTRICA.	75
FIGURA 43 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA CANALIZAÇÃO ELÉTRICA, ONDE SE PODEM OBSERVAR A LOCALIZAÇÃO DOS NOVOS PONTOS DE MONITORIZAÇÃO.	76
FIGURA 44 - QUADRO DE ALIMENTAÇÃO NORMAL DE LINHA SMT (A) SEM ANALISADOR, (B) COM ANALISADOR.	76
FIGURA 45 – CONFIGURAÇÃO NO SOFTWARE <i>IPSETUP</i> DA COMUNICAÇÃO COM O CONVERSOR.	77
FIGURA 46 - ESQUEMA DA REDE DE COMUNICAÇÕES MODBUS DOS ANALISADORES DE ENERGIA.	78

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – RESUMO DAS SEMELHANÇAS ENTRE ISO 50001 FACE AO SGCIE.	26
TABELA 2 – METAS A ATINGIR A 8 ANOS E VALOR PREVISTO COM O PREN PROPOSTO PARA IE.	33
TABELA 3 - METAS A ATINGIR A 8 ANOS E VALOR PREVISTO COM O PREN PROPOSTO PARA CEE.	34
TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS COMPRESSORES.	42
TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS DO CONTRATO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.	43
TABELA 6 - VALORES DAS VARIÁVEIS PARA CÁLCULO DE INDICADORES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO.	45
TABELA 7 - COMPARAÇÃO DA PARAMETRIZAÇÃO ANTES E DEPOIS DA INSTALAÇÃO DO AUTÓMATO	56
TABELA 8 - FUNÇÃO DE CADA ELEMENTO DA EQUIPA DE GESTÃO ENERGÉTICA.	66
TABELA 9 - FUNÇÃO DE CADA ELEMENTO DA EQUIPA DE GESTÃO ENERGÉTICA (CONTINUAÇÃO).	67
TABELA 10 - POUPANÇA DOS ENCARGOS ENERGÉTICOS E FINANCEIROS.	70
TABELA 11 - LISTA E LOCALIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.	73



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	A energia e a sustentabilidade .....	1
1.2	Quadro legal e regulamentar .....	2
1.2.1	Acordo de Paris e ação climática da União Europeia .....	2
1.2.2	Estratégia e Legislação Nacional .....	4
1.3	A eficiência energética no setor industrial.....	5
1.4	Motivação .....	6
1.5	Âmbito e objetivos do projeto .....	7
1.6	Apresentação da empresa .....	8
1.6.1	Grupo Bosch.....	8
1.6.2	Bosch Security Systems, S.A.....	9
1.7	Estrutura da dissertação .....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	Eficiência Energética .....	15
2.1	GAP de eficiência energética .....	17
2.1.2	<i>Performance</i> e indicadores de desempenho energético .....	18
2.2	Gestão de Energia .....	20
2.3	Sistemas de Gestão de Energia .....	22
2.3.1	ISO 50001 .....	22
2.3.1.1	Metodologia Plan-Do-Check-Act.....	23
2.3.2	Sistemas de Gestão de Consumos Intensivos de Energia .....	24
2.3.4	Enquadramento ISO 50001 face ao SGCIE .....	26
2.4	Auditorias energéticas .....	27
2.4.1.	Fases de uma auditoria energética .....	28
3	CASO DE ESTUDO .....	33
3.1	Obrigações legais e de eficiência energética .....	33
3.2	Descrição da estrutura produtiva .....	34
3.2.1	Surface Mount Technology .....	35

---

3.2.2	Clean Room .....	39
3.2.3	Final Assembly .....	40
3.3	Caracterização da infraestrutura elétrica .....	40
3.3.1	Sistema de alimentação e distribuição de energia elétrica .....	40
3.3.2	Sistema de ar comprimido .....	41
3.4	Levantamento e caracterização energética .....	42
3.4.1	Consumos de energia elétrica .....	43
3.4.2	Indicadores de desempenho energético .....	44
3.5	Caracterização da interface gráfica do <i>software</i> de gestão de energia .....	47
4	COMPONENTE PRÁTICA.....	53
4.1	Análise Pareto do consumo energético .....	54
4.2	Apreciação de medidas previamente implementadas .....	55
4.2.1	Sistema AVAC da <i>Clean Room</i> .....	55
4.2.2	Sistema de ar comprimido .....	57
4.2.3	Sistema AVAC zona de produção SMT .....	58
4.3	Estudo de medidas de eficiência energética para linhas SMT .....	63
4.4	Equipa de gestão energética e objetivos SMART .....	66
4.5	<i>Energy Awareness</i> .....	69
4.6	Proposta de melhorias no <i>software</i> de gestão de energia .....	70
4.7	Parametrização de novos pontos de medição .....	71
4.7.1	Rede de comunicação e dispositivos utilizados .....	72
4.7.2	Alterações no sistema de rede.....	74
4.8	Validação dos resultados obtidos .....	79
4.8.1	Validação à análise dos dados obtidos .....	79
4.8.2	Validação interna da empresa ao trabalho desenvolvido .....	80
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....	83
5.1	Síntese do trabalho e considerações finais.....	83
5.2	Sugestões de trabalhos futuros .....	85
6	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	89

---

7	ANEXOS.....	95
7.1	ANEXO A: <i>RoadMap</i> de Eficiência Energética .....	95
7.2	ANEXO B: <i>PREn 2018 – 2025</i> Bosch Security Systems, S.A. ....	97
7.3	ANEXO C: <i>Layout</i> de chão de fábrica da Bosch Security Systems, S.A. ....	98
7.4	Anexo D: Fatura de energia elétrica.....	99
7.5	Anexo E: Resumo da proposta da Smartwatt .....	101
7.6	Anexo F: Relatório anual de consumo energético extraído do <i>PowerStudio</i> SCADA ..	102
7.7	Anexo G: <i>Checklist</i> de verificação de energia .....	104
7.8	Anexo H: Email enviado a <i>line leaders</i> e supervisores para expor a realização de auditorias ao consumo de energia na fábrica.....	106
7.9	Anexo I: <i>Checklist</i> de verificação de energia atualizada .....	107
7.10	ANEXO J: Estudo teórico da poupança energética e financeira nos <i>chillers</i> .....	111



# INTRODUÇÃO

- 1.1 A energia e a sustentabilidade
- 1.2 Quadro legal e regulamentar
- 1.3 A eficiência energética no setor industrial
- 1.4 Motivação
- 1.5 Âmbito e objetivos do projeto
- 1.6 Apresentação da empresa
- 1.7 Estrutura da dissertação



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 A energia e a sustentabilidade

Os avanços científicos e tecnológicos que ocorreram após a Revolução Industrial e que que resultaram na explosão da industrialização, contribuíram para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, mas também provocaram a alteração dos padrões de consumo da população, tendo por base o crescimento das suas necessidades energéticas. Como resultado da evidente evolução e do abrupto consumo energético, a sociedade despertou para questões ambientais, alterando a forma como encara o recurso energia e, como consequência alguns dos aspetos mais determinantes da vida em sociedade.

A energia, enquanto recurso natural, fóssil ou renovável, é convertível nas demais formas de energia disponíveis no mercado, sendo assim reconhecida como motor da civilização. No entanto, numa perspetiva de sustentabilidade, devido à perceção da sua escassez de alguns recursos, esta passou a ser alvo de preocupação e um elemento a ter em consideração no crescimento e desenvolvimento social de economias modernas.

O desencadeamento de uma nova *mentalidade energética* proveniente da consciencialização da convergência entre desenvolvimento económico e consumo energético, conduziu à necessidade de ajuste das atividades económicas às leis naturais. Esta realidade preconizou, no final da década 80, o aparecimento do conceito de *Desenvolvimento Sustentável* [1]. Este surgiu da tomada de consciência de já não ser compatível manter o ritmo das atividades antropogénicas e desenvolvimento socio-económico com a exploração dos recursos disponíveis e a capacidade de regeneração da natureza. Surge assim a definição mais largamente de Desenvolvimento Sustentável “*Development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” [1].

Como consequência, cada vez mais a sustentabilidade ambiental é pauta na agenda mundial. Em primeiro devido à compreensão de que já não ser possível a contínua exploração dos recursos do planeta sem quaisquer critérios para a realização das diversas atividades económicas; e em segundo por se entender o carácter transfronteiriço destes e dos problemas ambientais. Analogamente, numa Europa que procura afirmar-se sustentável e determinada num próspero desenvolvimento económico e atenta à constante mutação das economias e dos problemas energéticos e ambientais, o aparecimento e adoção de políticas, normas e medidas que fomentem e contribuam para a redução do consumo de energia baseada na sua racionalização e utilização eficiente, para o combate ao aquecimento global através da diminuição das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) e introdução e adoção de fontes de

energia de origem renovável têm vindo a ser oficializadas de forma a fomentar e assegurar o desenvolvimento de economias hipocarbónicas.

## 1.2 Quadro legal e regulamentar

### 1.2.1 Acordo de Paris e ação climática da União Europeia

As alterações climáticas refletem uma das maiores ameaças ambientais, económicas e sociais atualmente enfrentadas pela Humanidade. Face à consciência dos seus impactes e por constituírem um problema global, qualquer decisão no que respeita à sua mitigação e adaptação envolvem ações a todos os níveis de tomada de decisão à escala mundial.

Em 2015, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (CQNUAC), foi aprovado e ratificado por 181 países o Acordo de Paris (AP). Este, como parte integrante de um novo regime climático, visa alcançar a descarbonização das economias mundiais e, de forma a reforçar a capacidade de resposta da comunidade internacional num contexto de desenvolvimento sustentável, estabelece medidas de mitigação de emissões de GEE a partir de 2020 de forma a evitar o aumento da temperatura média anual global do planeta, limitando esse aumento a 1,5 °C abaixo dos níveis pré-industriais [2–4].

A União Europeia (UE), como signatária da CQNUAC e segunda maior economia mundial devido à sua dimensão e dependência energética indicada pelo consumo de um quinto da energia mundialmente produzida, tem procurado manter-se na vanguarda da ação climática como contributo e em aglutinação com os esforços internacionais de longo prazo para a estabilização da concentração GEE na atmosfera [3, 5]. Fiel aos seus compromissos, é definida pela Comissão Europeia uma estratégia de longo prazo, «Um Planeta Limpo para Todos», que demonstra a visão estratégica da UE na transição para a neutralidade carbónica, i.e., emissões nulas de GEE até 2050, assegurada por transformações económicas e sociais, visando a prosperidade da economia e competitividade da indústria europeia nos mercados mundiais [3].

Para responder ao desafio centrado na transição energética global, emerge, também pela Comunidade Europeia, um quadro de política para a energia e o clima até 2030, estruturado num conjunto de pacotes legislativos, entre eles o Pacote Energia Limpa para todos os Europeus e o Pacote Clima [4, 6]. Apesar de abordarem temáticas distintas, o primeiro de objetivo priorizar a eficiência energética, promover a liderança em energia de fontes renováveis e fornecer condições equitativas aos consumidores, e o segundo de propósito a descarbonização da economia, a redução das emissões e aumentar o contributo dos sumidouros de carbono [7], ambos se complementam e é onde estão fixadas as metas que visam alcançar os objetivos europeus de energia e clima para o horizonte 2021-2030. A Figura 1 apresenta as metas da UE para a próxima década.

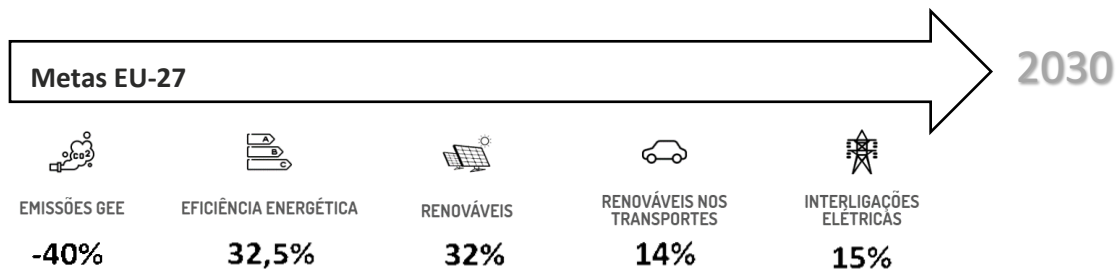


Figura 1 - Metas da União Europeia para o horizonte 2021-2030 (Adaptado de[8]).

Neste sentido, e de maneira a dar forma e fornecer uma estrutura legislativa estável para facilitar a transição energética, foi aprovado, no âmbito do Pacote Energia Limpa para todos os Europeus, o Regulamento (EU) 2018/1999 relativo à Governação da União da Energia e da Ação Climática que garante o cumprimento dos objetivos e das metas da União Europeia para 2030. Este, para além de promover uma maior segurança regulamentar e estabilidade para investimentos, prevê, por parte de todos os Estados-Membros, a elaboração de um Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (PNEC) para a década 2021-2030. O PNEC, enquanto instrumento estruturante da política energética e climática, visa definir os contributos nacionais de foco em cinco dimensões (1) descarbonização; (2) eficiência energética; (3) segurança energética; (4) mercado interno de energia e (5) investigação, inovação e competitividade, bem como a abordagem para o alcance dos mesmos [8, 9].

O estabelecimento de uma política energética europeia comum, de objetivos de longo prazo, permitirá responder a todos os desafios e canalizar a evolução da Comunidade Europeia no sentido de assegurar uma sociedade hipocarbónica e o funcionamento de um mercado de energia. A Figura 2 representa, de forma sucinta, o sistema de governação, no qual a União Europeia e os seus Estados-Membros elaboram e contribuem coletivamente para a concretização das metas definidas para 2030, tendo em vista a transição para a neutralidade carbónica até 2050 e garantindo os compromissos do AP.



Figura 2 - Sistema de governação climática e energética da União Europeia [7].

### 1.2.2 Estratégia e Legislação Nacional

Como resposta aos vários desafios, são hoje parte integrante da legislação nacional um conjunto de planos, programas e políticas setoriais, e em consonância com os objetivos da política energética e climática europeia e em articulação com o compromisso assumido na CQNUAC que visam a alcançar a neutralidade carbónica até ao final de 2050 e promover o desenvolvimento sustentável.

No âmbito das obrigações decorrentes do Regulamento (UE) 2018/1999, o PNEC 2030 nacional, é o principal instrumento de política energética e climática a concretizar no horizonte 2030. Em linha com a visão estratégica comunitária, para além de incluir uma caracterização da atual situação existente em Portugal, este plano define as metas e objetivos nacionais e principais linhas de atuação para a próxima década em matéria de redução de emissões GEE, de eficiência energética, aumento da quota de energia de origem renovável e interligações elétricas apresentadas na Figura 3. Simbioticamente, estas metas têm como indicador complementar a redução da dependência energética do país em 65 % [7, 10].

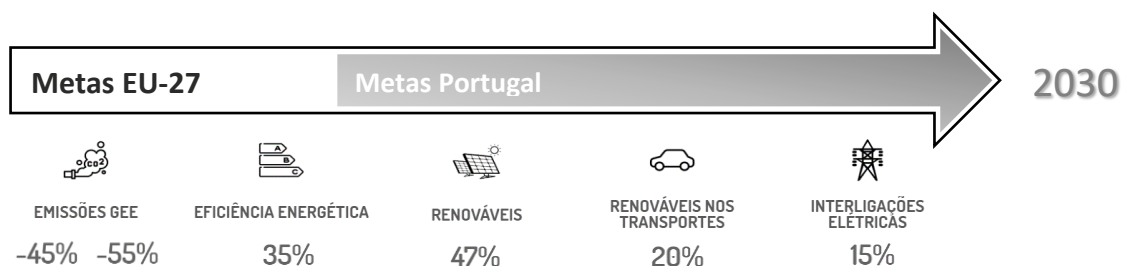


Figura 3 - Metas de Portugal para o horizonte 2021 – 2030 (Adaptado de[6]).

A concretização das metas nacionais do PNEC 2030 assenta nos seguintes objetivos: (i) descarbonizar a economia nacional, (ii) priorizar a eficiência energética, (iii) reforçar a aposta nas energias renováveis e redução da dependência energética, (iv) garantir a segurança de abastecimento, (v) promover a mobilidade sustentável, (vi) promover a agricultura sustentável e potenciar o sequestro de carbono, (vii) desenvolver uma indústria inovadora e competitiva e (viii) garantir uma transição justa, democrática e coesa [4].

Em matéria de eficiência energética, o cumprimento do objetivo dois é assegurado tendo como linhas de atuação:

- O reforço da Eficiência Energética no setor industrial promovendo a competitividade das empresas
- Assegurar a melhoria na eficiência do consumo de energia nos diversos setores da economia nacional
- Promover o aumento da penetração de equipamentos e produtos mais eficientes através da renovação dos existentes
- Rever o quadro legal relativo à gestão e eficiência do consumo de energia e reforçar os sistemas de monitorização

- Promover a utilização racional de energia junto dos consumidores finais
- Capacitar o setor da energia de profissionais qualificados na área da eficiência energética

Numa lógica de integração, Portugal conta atualmente com o Plano Nacional para as Alterações Climáticas 2030 (PNAC 2030) com o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética 2020 (PNAEE 2020) e com o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis 2020 (PNAER 2020), de propósito promover a utilização de energias renováveis e tornar a eficiência energética como prioridade da política energética. Contudo, a partir de 2021 os planos supracitados serão revogados com a entrada em vigor do PNEC para a próxima década [4].

### 1.3 A eficiência energética no setor industrial

A emissão de GEE é uma consequência comum a vários sectores de atividade, pelo que a complexidade da dinâmica energética não permite generalizações e, quando considerada no setor industrial, reside na perceção da relação entre o consumo energético e o grau de desenvolvimento industrial. Este consumo proveniente em parte do aumento da industrialização e da difusão tecnológica, levou a que as empresas industriais consumidoras intensivas de energia fossem uma realidade cada vez mais presente. Segundo dados da Eurostat, no ano de 2018, o setor industrial português é categorizado como o segundo maior consumidor de energia, como apresentado na Figura 3.

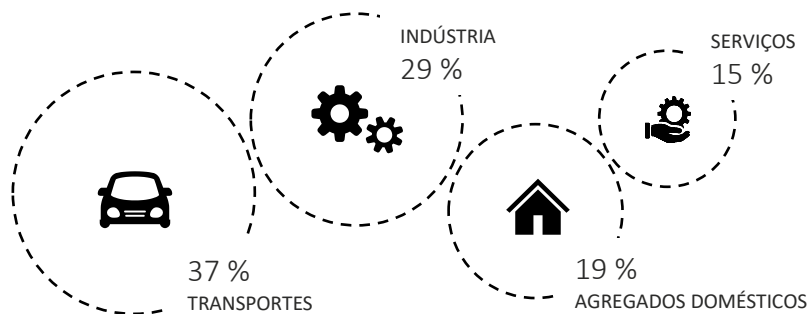


Figura 4 - Repartição do consumo de energia final por setor de atividade em Portugal em 2018 (Adaptado de [11]).

É diante deste cenário, não apenas de elevado consumo energético, da pertinência da sua racionalização, mas também pelos constrangimentos económicos e ambientais, que o desafio proposto às empresas industriais é de *compreender como é empregue a energia nas suas atividades e qual o impacto da integração de medidas de eficiência*, nomeadamente ao nível técnico, legal e em particular estratégico.

Vários são os planos, programas e normas que surgem com o objetivo de incentivar à eficiência energética nas empresas, seja através da implementação de políticas de regulamentação e racionalização ou da gestão de energia no seio da sua cultura corporativa. Idealmente, a sua aplicação, em muito relacionada com a valorização dos

recursos energéticos, tem como propósito o aumento e melhoria dos processos produtivos, de forma a potenciar o crescimento da empresa de forma sustentável e, simultaneamente, reduzir os encargos energéticos.

Assim, esta configuração exige, justamente, que as empresas industriais sejam capazes de procurarem soluções que permitam o aumento da eficiência energética e de adotarem práticas que viabilizem a adaptação e reestruturação do sistema energético à realidade envolvente, possibilitando a adequação da utilização dos recursos energéticos ao longo da cadeia de valor e satisfazendo as suas necessidades sem comprometerem o seu desempenho. Complementarmente, esta diminuição para além de contribuir para a redução dos seus custos, estimula benefícios tanto de carácter ambiental como económico, pelo que as organizações tornam-se menos prejudiciais ambientalmente pela diminuição do impacto ambiental, nomeadamente a mitigação das alterações climáticas com a redução do nível de emissões de GEE associados ao consumo de energia no processo produtivo, como também economicamente mais competitivas, fomentado, assim, a sua capacidade de afirmação no mercado.

#### 1.4 Motivação

A preferência pelo tema foi marcada pela necessidade que, cada vez mais, as unidades industriais têm de se posicionar na vanguarda do conhecimento e da gestão do uso de energia, especialmente por procurarem definir o rumo para o desenvolvimento sustentável através de uma cultura de ecoeficiência.

Os elevados consumos energéticos no setor industrial, que obrigam ao dispêndio de avultados recursos financeiros, apelam à necessidade de otimização dos sistemas industriais. Este processo é levado a cabo através da mudança de atitude na gestão de energia e na adoção e desenvolvimento de estratégias e planos que tendam ao aumento da eficiência energética e, conseqüentemente, à redução do consumo energético, proporcionando a melhoria contínua das organizações e a estimulação de economias carbono zero.

As empresas ao procurarem soluções que permitam a otimização dos recursos energéticos e a melhoria do desempenho energético, para além de se tornarem economicamente mais competitivas, contribuem para a minimização do impacto ambiental, nomeadamente ao nível de emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>. Contudo, a exigência de eficiência energética dos sistemas deste setor implica não só o dinamismo no quotidiano das empresas, mas também a constante evolução dos colaboradores, de forma a serem parte integrante na mudança e na conquista de requisitos de sustentabilidade.

Reconhecendo as fragilidades a que se encontram expostas as empresas do setor industrial e o quão impactante pode ser a transformação deste a nível ambiental foram as razões decisivas para a escolha deste trabalho.

## 1.5 Âmbito e objetivos do projeto

No âmbito do Mestrado em Energias Sustentáveis do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), e tendo em vista a sua conclusão, o presente documento tem como propósito a apresentação do trabalho desenvolvido ao longo do Estágio Curricular realizado, em ambiente empresarial sob a tutela da *Bosch Security Systems S.A.*, em Ovar.

O tema central desta dissertação prende-se com a avaliação da plataforma de gestão e monitorização de consumos de energia implementada e a identificação de propostas de melhoria com base no reconhecimento das suas vulnerabilidades. De título *Avaliação do Sistema de Consumos de Energia e Conceito de “Energy Awareness”*, a realização desta dissertação pretende contribuir para realçar a importância de um Sistema de Gestão de Energia nas instalações consumidoras intensivas e de como a sua correta exploração e pode contribuir como ferramenta de suporte à redução do consumo e a decisões em matéria de gestão e eficiência energética. Complementarmente, é pretendido a advertência para princípios de utilização racional de energia, de modo a que estes sejam difundidos pelos colaboradores da empresa para que os mesmos possam contribuir com atitudes e comportamentos energeticamente eficientes.

Na sequência dos propósitos previamente descritos para a realização do estágio, estão os objetivos internos da empresa para os próximos quatro anos. Por procurar rumo a um desenvolvimento economicamente sustentável, a unidade industrial de Ovar comprometeu-se a reduzir o uso de recursos energéticos e, conseqüentemente, o impacto ambiental a ele associado. Assim, de forma a materializar estes objetivos, foi realizado um *RoadMap de Eficiência Energética*, que pode ser consultado no Anexo A, onde está estabelecida a estratégia da empresa para a temática em questão. Neste pressuposto, e em linha com as metas da empresa, são objetivos específicos do trabalho:

1. A apreciação das medidas implementadas nos Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) no setor da *Clean-Room* e SMT e no sistema de ar comprimido;
2. Análise Pareto dos consumos energéticos da estrutura produtiva, com vista à criação de perfis de consumo e exploração de medidas racionalização;
3. Revisão da plataforma de gestão de energia – *SCADA Power Management System* – para melhoria da visualização de dados;
4. Análise da Estratégia de redução de CO<sub>2</sub> – neutralidade carbónica – com base no programa de gestão de energia.
5. Definição de uma Equipa de Gestão Energética, bem como das tarefas a ela incumbidas.

## 1.6 Apresentação da empresa

### 1.6.1 Grupo Bosch

A *Oficina de precisão mecânica e engenharia elétrica* foi fundada por Robert Bosch em Estugarda no ano de 1886. O nascimento desta *oficina*, esteve na origem da multinacional alemã, atualmente denominada Grupo Bosch [12].

É na procura pela inovação que se alicerça o Grupo Bosch, sendo esta apontada como base para o seu contínuo crescimento, corroborado pela sua presença em 125 países [13]. O objetivo central desta multinacional é fornecer soluções inovadoras, desde a produção e distribuição de produtos e serviços de excelência que, presentemente, se mantêm na vanguarda da tecnologia e que contribuem para uma melhoria da qualidade de vida a nível mundial. É neste princípio que se fundamenta a empresa, em proporcionar *Tecnologia para a Vida*.

A Bosch, sendo líder de tecnologia de ponta, distingue-se em distintas áreas de negócio: Soluções de mobilidade (eletrificação), Tecnologia Industrial (automação), Bens de Consumo (eletrodomésticos) e Tecnologia de Energia e Construção (sistemas de segurança, termotecnologia), sobressaindo-se, nomeadamente, na construção de cidades inteligentes, mobilidade e indústria conectada [13].

Como empresa industrial de renome e de grande impacto mundial no mundo tecnológico, o Grupo Bosch, não poderia deixar de fazer parte das questões eminentes que, cada vez mais, toldam a nossa sociedade: a proteção do meio ambiente e o combate às alterações climáticas. Assim, de forma a converter as suas áreas de negócio em domínios mais sustentáveis e permitir a perpetuação de gerações futuras, a Bosch aceitou o desafio de alcançar a descarbonização até 2020 [14]. Para tal, em 2018, esta empresa transnacional, adotou uma nova estratégia de que para o Grupo passa por assegurar a adoção de técnicas, métodos, tecnologias, recursos, instrumentos e ferramentas que permitam fazer com que um processo ou sistema seja permanente, mas focada na ampliação do uso de energia verde, na eficiência energética das diferentes unidades industriais, bem como na utilização consciente dos recursos ao longo da cadeia de valor, conduzindo a uma maior responsabilidade por parte da indústria.

De forma a preservar o seu compromisso com a sustentabilidade e por procurar um vigoroso equilíbrio ecológico e social, foram delineados novos objetivos relativos aos objetivos de sustentabilidade que pretende alcançar até 2025, esquematicamente sintetizados na Figura 6 [15].

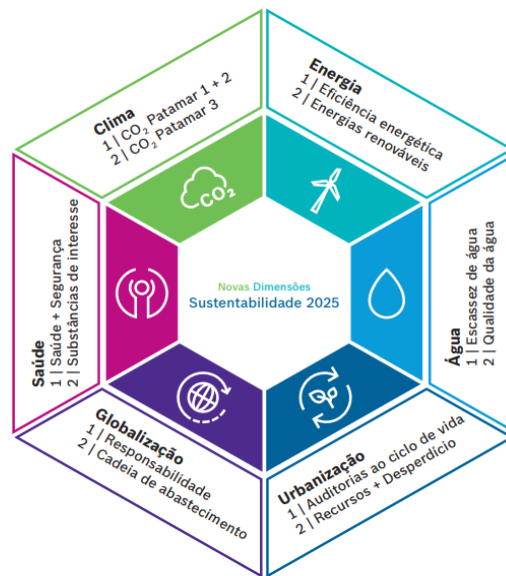


Figura 5 - Objetivos de sustentabilidade para 2025 do Grupo Bosch [15].

A Figura 3 ilustra, de forma sucinta, como a multinacional pretende garantir a preservação de recursos para as gerações atuais e futuras. “Novas Dimensões – Sustentabilidade 2025”, uma nova abordagem que tem como ângulo seis megatendências globais: Energia, Clima, Saúde, Globalização, Urbanização e Água, e onde se inserem, respetivamente, dois objetivos de médio prazo. A definição destes objetivos, permite à empresa contribuir para a resolução dos desafios que a sociedade hoje enfrenta, fomentando o equilíbrio entre questões económicas, sociais e ecológicas, mas também manter o seu compromisso com a sustentabilidade, tornando-se, assim, referência internacional.

### 1.6.2 Bosch Security Systems, S.A.

A *Bosch Security Systems, S.A.*, apresentada na Figura 5, localizada na zona industrial de Ovar e empresa integrante do Grupo Bosch, teve como génese a aquisição e utilização *know-how* da Divisão de *Security Systems* da Phillips, em 2002 [16]. Esta filial, pertencente à divisão de *Building Technology* (BT) da Bosch, está vocacionada e centra a sua atividade empresarial na produção, desenvolvimento e comercialização de produtos e sistemas integrados de segurança, entre eles o fabrico de dispositivos de videovigilância, de comunicação e som, sistemas de alarme e deteção de incêndios e produtos para as distintas unidades de negócio do Grupo Bosch.



Figura 6 – Vista frontal da Bosch Security Systems, S.A., unidade industrial de Ovar.

Em 2016, a unidade de Ovar, destacou-se por ser a primeira instalação, externa ao ramo automóvel, a ser reconhecida com a qualificação de finalista dos *European Excellence Awards* [16]. No ano de 2017, devido à distinção das suas valências e idoneidades no âmbito da produção, testemunhou a expansão da sua manufatura, resultando na polivalência dos seus produtos, que passam pela integração de sistemas eletrónicos em Ferramentas Elétricas, Eletrodomésticos e na Termotecnologia. Contemporaneamente, também se dedica à investigação e amadurecimento de tecnologias de segurança para cidades inteligentes, nomeadamente, através de sistemas avançados de monitorização e comunicação. Adicionalmente, é uma empresa certificada segundo as seguintes normas:

- ISO 9001 – Sistemas de Gestão da Qualidade, desde 2002;
- ISO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental, desde 2002;
- ISO 45001 – Saúde e Segurança Ocupacional, desde 2019.

## 1.7 Estrutura da dissertação

A presente dissertação foi estruturada de forma a fornecer uma sequência lógica de conceitos, onde a sua apresentação é entendida como uma mais-valia para o entendimento do trabalho desenvolvido. Deste modo, esta recai sobre seis capítulos, sendo estes complementados, ainda, com informações em formato anexo que se encontram no final do documento.

Na *Introdução*, pretende-se enquadrar e aproximar o leitor para o contexto e temática do trabalho efetuado. Este consistirá na exposição do panorama energético dos dias correntes, convergindo-se o foco de interesse para a realidade legislativa e tendência de consumo energético num setor de atividade impactante, o industrial, e de como o conceito de desenvolvimento sustentável se encontra intimamente relacionado com o crescimento deste setor. É também feita a apresentação do grupo empresarial no qual pertence a empresa onde se desenrolou o trabalho, e da própria juntamente com os principais objetivos a atingir.

A *Fundamentação Teórica*, apresentada no segundo capítulo, é dedicada à exposição da revisão bibliográfica, permitindo ao leitor a familiarização com o tema em questão. Inicialmente é retratado o conceito de eficiência energética e da sua relevância no setor industrial, sendo este aprofundado até se entender de que forma pode ser alcançada. Para tal, são desenvolvidos os temas gestão energética, sistemas de monitorização de energia e auditorias energéticas, facilitando o entendimento, na teoria, de como a eficiência energética é alcançável.

A apresentação do *Caso de Estudo* é o objetivo no capítulo terceiro, onde se procede à apresentação das obrigações legais de eficiência energética, descrição da estrutura produtiva, da caracterização da infraestrutura elétrica e energética e caracterização da interface gráfica do *software* de gestão de energia instalado na fábrica.

A *Componente Prática*, no quarto capítulo, é dedicada a toda a realização prática do trabalho. Esta encontra-se dividida em duas partes, Parte A e Parte B, pelo facto de o trabalho se ter desenrolado em momentos diferentes. No entanto, de uma forma geral, neste capítulo procede-se a uma análise Pareto do consumo energético da fábrica, é realizada uma apreciação das medidas implementadas à priori à realização do estágio, são apresentadas um conjunto de hipóteses com vista ao aumento da eficiência energética nas linhas de um setor de produção impactante em termos de consumo energético, é apresentada uma proposta para a definição de uma equipa energética bem, é desenvolvida a temática de *Energy Awareness*, são ainda realizadas propostas de melhoria ao software de gestão de energia, bem como é feita a exposição do acompanhamento da parametrização de novos pontos de medição de energia.

A *Análise e Validação dos Dados obtidos*, no capítulo quinto, é dedicado a estimar, de forma qualitativa, os resultados obtidos, bem como é exposta a validação da empresa perante o trabalho desenvolvido.

Por último, a *Conclusão*, onde são aferidas as principais considerações sobre o trabalho desenvolvido. São ainda incluídas sugestões de desenvolvimento para trabalhos e projetos futuros.



# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- 2.1 Eficiência Energética
- 2.2 Gestão de energia
- 2.3 Sistemas de Gestão de Energia
- 2.4 Auditorias energéticas



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Eficiência Energética

A contínua necessidade de compreender como é empregue a energia que o setor industrial dispõe para as suas atividades é, nos dias de hoje, uma questão cada vez mais proeminente. Mudanças significativas são necessárias para tornar os sistemas industriais mais sustentáveis e, como a solução para resolver esta problemática está longe de ser conhecida, a eficiência energética torna-se base na transição de paradigma [17].

O crescente consumo energético, o impacto da produção na indústria, bem como o aumento gradual do custo da energia, a imposição regulamentar em matéria de ambiente e a conseqüente consciencialização ambiental [17, 18] alertaram para um enorme potencial conducente à economia de energia. Deste modo, a implementação de estratégias de eficiência energética, tem vindo a ser reconhecida e é uma prática a considerar [19, 20], permitindo a otimização de todos os sistemas e atividades que, de forma direta ou indireta, dependem de energia.

No *Energy Efficiency Market Report 2013*, relatório este anualmente divulgado pela *International Energy Agency* (IEA), a eficiência energética não é apenas encarada como uma *hidden energy source* ou *hidden fuel*, mas reputada como *world's first fuel* [21, pp. 3-75]. Esta designação atribui e realça o facto de esta para além de também poder ser considerada como uma fonte energética em paralelo com as demais, ainda que o seu valor não seja tão tangível, é preponderante na transformação energética.

Ainda que o significado de eficiência energética aparente ser claro e apesar do contínuo interesse em políticas e dos demais artigos escritos sobre o tópico, diferentes definições surgem em grande parte da literatura, não havendo uma que a singularize [22, 23], pelo que a nível prático e conceptual o seu conceito é ambíguo e de difícil implementação, sendo que depende do contexto, cultura e condições das instituições. Assim, como substanciado em [24] *“A sustainable system is one that consumes the resources strictly necessary to obtain the desired effect.”*

A sua aplicação nas diferentes realidades industriais conduz a um conjunto de vantagens associadas à melhoria na segurança energética, à redução sustentável de consumos de energia na produção e dos custos associados à sua utilização, mas para além destas acarreta benefícios diretos de natureza económica e ambiental [25]. Ao primeiro, encontra-se associado o aumento da competitividade e crescimento económico das empresas através do aumento da produtividade, da redução da vulnerabilidade à volatilidade dos preços da energia e *stress* na infraestrutura energética [26, pp. 20]. Já

ao segundo, dizem respeito a mitigação das alterações climáticas devido à redução das emissões de GEE oriundos do consumo no processo produtivo e as políticas de eficiência energética [26, 27, 17].

Apesar das vantagens apresentadas, é de destacar que o objetivo primário das instalações industriais é a produção e não a eficiência energética [26, pp. 2] e, como tal, a otimização de qualquer destes sistemas não pode ser alcançada através de intervenções simplistas de *one size fits all* [27]. Esta otimização é apenas possível, quando é tomada consciência dentro do seio da cultura corporativa das empresas, nas quais são reconhecidas oportunidades sistemáticas de eficiência energética.

De acordo com a IEA, há uma tendência global para o aumento do consumo de energia em setores industriais consumidores intensivos de energia devido ao aumento de produção. De forma a confrontar esta realidade, medidas que fomentem oportunidades de melhoria energética são, cada vez mais, vistas não como apenas uma oportunidade, mas sim como uma necessidade, muitas das vezes estratégica [28].

Subjacente ao genérico termo de eficiência energética apresentado, está o conceito de Conservação de Energia que ressalva a redução efetiva da quantidade total de energia consumida. Ainda que relacionados e com o intuito de alcançar o mesmo resultado, *the cheapest megawatt hour (MWh) of electricity is the one that is not produced*, ambos são conduzidos de forma distinta [29].

Perante o pressuposto supracitado e de forma a alcançar uma combinação destas duas práticas, são utilizadas como veículo medidas de Utilização Racional de Energia (URE). A URE tem como objetivo a melhoria do desempenho energético das instalações e é conseguida através da identificação e aplicação de um conjunto de ações que potencializam uma melhor exploração da energia, com vista à racionalização de consumos, sem influenciar e comprometer o desempenho (produtividade e qualidade da produção) de uma empresa [30].

Posto isto, e de forma a que as unidades industriais de carácter energético intensivo abarquem estes conceitos no seu seio, diferentes abordagens e estratégias para aumentar a eficiência energética ou poupar energia têm sido desenvolvidas e com base nos estudos efetuados por [18, 27, 31] estas podem ser dirigidas e alcançadas por meio da incorporação ou da melhoria de tecnologias, através da implementação ou de melhores práticas de gestão energética, através de mudanças comportamentais e de conhecimento técnico e financeiro de suporte à avaliação e implementação de projetos, mas também da aplicação de políticas e normas. No entanto, a sua aplicação não é fácil dado que exige ampla visão e conhecimento do sistema energético e dos processos existentes na unidade industrial, bem como efetuar o acompanhamento dos seus consumos energéticos, de modo a identificar quais deverão ser as principais linhas e pontos de atuação antes da implementação de alterações. Caso contrário, prevalece o enorme risco de sub-otimização do sistema [31].

O grande desafio que se coloca às empresas, não é apenas a de reconhecer a inevitabilidade de mudança de rumo no paradigma energético, mas também a definição

de como essa transição pode e deve ser realizada, permitindo-lhes serem capazes de se afirmarem como parte da resposta a uma das grandes diligências e exigências de mercado que a indústria enfrenta: a utilização e gestão eficiente dos recursos energéticos e a adoção de atitudes pró-ativas de eficiência energética. É importante enfatizar, que a adesão a estas novas regras de conduta direciona as empresas para a real criação de valor para o negócio, mas simultaneamente para a sociedade e para o ambiente.

## 2.1 GAP de eficiência energética

Como mencionado anteriormente, a eficiência energética deve ser vista como o recurso que permite às empresas atingirem os seus objetivos económicos e ambientais de forma sustentável, embora esta ainda não é suficientemente explorada. Este problema reside na falha já teorizada de não se integrar condutas que traduzam uma real economia monetária, sendo que a literatura sustenta esta noção pela subsistência de lacunas, usualmente, descritas na literatura genericamente como *energy efficiency gap*.

Por definição, *energy efficiency gap* (ou *energy efficiency paradox*), corresponde à diferença entre o nível real de eficiência energética de uma instalação e o que idealmente poderia ser alcançado com a implementação de projetos e medidas de eficiência energética economicamente sustentáveis [18, 32]. Isto é, serem incapazes de implementar medidas de eficiência energética, independentemente de estas refletirem uma taxa de retorno positiva.

A razão pela qual as empresas rejeitam a implementação de medidas lucrativas de eficiência energética tem vindo a ser alvo de investigação. Genericamente, os demais estudos desenvolvidas sobre o tópico, concentram-se, maioritariamente, na difusão tecnológica [25], e destacam que, por mais que as empresas industriais já tenham feito progressos nas suas instalações e, embora estejam motivadas para a sua prática, muito poucas são as que têm a capacidade de alargarem e desenvolverem o conceito de eficiência energética [32]. Esta relutância na implementação de medidas *teóricas* de eficiência energética potencialmente lucrativas, nomeadamente ao nível da gestão de energia, encontra-se ilustrada na Figura 7.

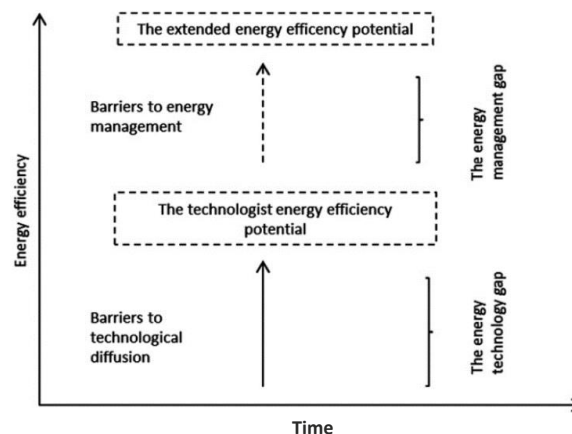


Figura 7 - Gap de eficiência energética e o potencial exequível [25].

Da análise da Figura 7, entende-se que o potencial de eficiência energética nas instalações industriais poderia ser muito maior se não fossem apenas consideradas medidas lucrativas de eficiência energética tecnológica, mas se se agregassem práticas de gestão de energia e questões organizacionais [25, 32]. Estas podem facilitar investimentos, na medida em que fornecem informações sobre os fluxos de energia e potenciais poupanças, representando uma dimensão que exige menos capital, mas em contrapartida requer conhecimento e consciencialização [25]. Assim, embora se verifique uma melhoria de eficiência energética com investimentos em medidas técnicas, todo o seu potencial é, apenas, validado na combinação da tecnologia com a gestão [18].

De forma a autenticar o que anteriormente foi referido, no estudo levado cabo por Lawrence et al, [33] afirma-se que em indústrias de consumo intensivo de energia, o défice de eficiência energética é estimado em cerca de 11 %, onde 5 % dos 11 % poderia ser minimizado através de tecnologias mais eficientes e que os restantes 6 % por meio de práticas de gestão de energia. Esta última pequena percentagem, que reduz a lacuna de eficiência energética, é, em parte, colmatada através da implementação de sistemas de gestão de energia e mudanças comportamentais dos utilizadores. No entanto, algumas são as barreiras que impedem o êxito de uma boa gestão energética, sendo estas de diferente natureza [32, 34]:

- Informação não esclarecida pelo fornecedor de tecnologia;
- Receio de riscos de interrupção da produção;
- Negligência na aplicação da energia nas atividades;
- Fatores comportamentais como falta de consciência do potencial de envolvimento dos funcionários, onde estão associadas práticas inadequadas;
- Limitações na sensibilização dos benefícios para medidas de gestão de energia;
- Outras prioridades para investimentos de capital, que não em eficiência energética;

Pode-se concluir assim que, para se melhorar de forma rentável a eficiência energética deve-se proceder à conjectura de investimentos em tecnologias de eficiência energética com a prática de gestão contínua das instalações industriais [25, 35].

### 2.1.2 *Performance* e indicadores de desempenho energético

A avaliação da *performance* energética de uma instalação industrial revela-se um fator determinante para a caracterização do seu nível de eficiência energética. Assim, o conceito de *performance* energética surge como indicador de qualidade de utilização energética. *What gets measured gets done* e *if you can't measure it, you can't manage it*, são duas expressões vulgarmente utilizadas para destacar a importância da utilização de indicadores de desempenho energético (IDEs), na qualificação energética de uma instalação [36]. Usualmente, os IDEs são parâmetros de medida, estabelecidos através de rácios que descrevem a relação entre uma dada atividade e a energia requerida para a sua realização [37]. Estes quantificam os resultados relacionados com a eficiência

energética, uso ou consumos energéticos de um dado sistema ou processo que a organização considere relevante monitorizar [38].

A utilização destes indicadores é crucial na medida em que, para além de medirem a eficiência energética, também constituem uma ferramenta importante que permite acompanhar a evolução de uma instalação, melhorando a compreensão de como esta prática gera mudanças nos padrões de consumo de energia. De uma forma geral, a sua aplicação irá catalisar a execução de planos eficazes de eficiência energética, pondo em destaque o impacto de medidas implementadas e identificar onde ainda há oportunidades de melhoria [39, pp. 69-70], bem como permitirá calcular as poupanças obtidas com a estratégia de gestão.

A análise e caracterização da eficiência energética associada ao consumo de uma unidade industrial pode ser feita essencialmente com recurso a três indicadores:

- Consumo Específico de Energia (CEE), que corresponde à razão entre o consumo de energia final e a quantidade de produção do produto em análise;
- Intensidade Energética (IE), determinada pelo rácio entre o consumo total de energia e o Valor Acrescentado Bruto (VAB) da atividade industrial – indicador de atividade económica;
- Intensidade Carbónica (IC), estabelecida pelo quociente entre as emissões de GEE resultantes do processo produtivo e o respetivo consumo total de energia.

Estes podem ser expressos, respetivamente, pelas relações empíricas definidas em 1.1, 1.2 e 1.3 [39, pp. 69-70].

$$CEE = \frac{\text{Consumo total de energia}}{\text{Produção}} \quad [tep/ton] \quad (1.1)$$

$$IE = \frac{\text{Consumo total de energia}}{VAB} \quad [tep/€] \quad (1.2)$$

$$IC = \frac{\text{Emissões GEE}}{\text{Consumo total de energia}} \quad [kg CO_2eq/tep] \quad (1.3)$$

## 2.2 Gestão de Energia

Cada vez mais, empresas industriais de elevada IE, parecem compreender que a integração da dimensão energética na gestão empresarial constitui uma alavanca para promover a eficiência energética nas suas instalações [18] e que a prática de medidas de gestão de energia, suportadas por normas e padrões nacionais ou internacionais, estão associadas a estratégias de longo prazo e que empresas que adotem estes mecanismos podem poupar até 40 % do seu consumo total de energia [28, 40, 41].

De uma forma genérica e acordo com a German Energy Agency (Deutsche Energie-Agentur, DENA), gestão de energia é considerada como *a sistemática coordenação de aquisição, conversão, distribuição e utilização de energia numa empresa, com o objetivo de reduzir continuamente o consumo de energia e custos associados* [18]. Esta definição pode ser complementada com a estabelecida pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) [39], que aponta a gestão de energia como sendo *uma estratégia para ajustar e otimizar o consumo de energia, sendo para tal utilizados sistemas e procedimentos adequados, de forma a reduzir, continuamente, as necessidades de energia por unidade de produção*. Assim são objetivos primários da gestão de energia:

- Alcançar e preservar uma ótima utilização da energia em toda a organização;
- Reduzir o custo e desperdício energético sem afetar a produção e qualidade;
- Minimizar o impacto no meio ambiente.

A definição, precedentemente, exposta compreende e determina o conjunto de requisitos mínimos para estabelecer e operar a gestão energética de forma auspiciosa, sendo que estes incidem de forma categórica em diferentes dimensões: estratégia/planeamento, implementação/operação, controlo, organização e cultura [18]. Na Figura 8, é apresentado um modelo conceptual de gestão energética; este é desenvolvido para que possa ser integrado na gestão de diferentes organizações industriais, e onde se encontram, respetivamente, compreendidas ações para cada um dos elementos-chave, previamente identificados.

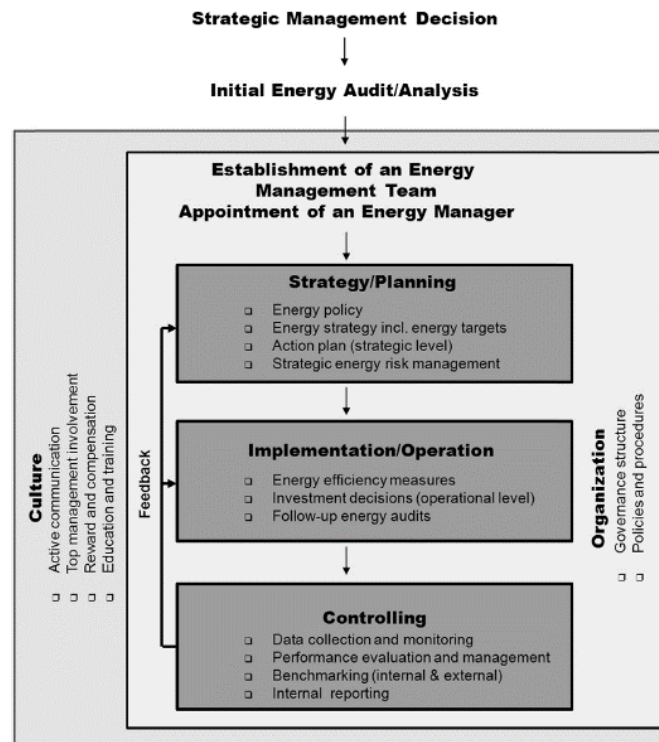


Figura 8 - Modelo conceptual de gestão de energia [18].

Um modelo de gestão de energia, como o apresentado na Figura 8 permite às organizações a sua melhoria contínua através da aplicação e revisão sistemática dos parâmetros.

Como em qualquer outro modelo de gestão, o ponto de partida é o estabelecimento de uma decisão estratégica de gestão. Numa primeira etapa, após o estabelecimento de uma equipa multidisciplinar e multi-hierárquica de gestão energética, é averiguado o *status quo* energético da instalação industrial, pela realização de uma auditoria energética, para desenvolver uma política energética e plano de ação que circunscreva metas e objetivos de melhoria.

Posteriormente, a nível operacional, segue-se a implementação das medidas estabelecidas, quer sejam de natureza técnica, de gestão ou organizacional, em articulação com as decisões relativas a investimentos financeiros e a realização de auditorias periódicas de forma a explorar otimizações ainda latentes.

Como forma de controlo devem ser analisados todos os dados recolhidos de um sistema de gestão de energia, definidos indicadores de desempenho energético para as medidas implementadas, realizados *benchmarks* de comparação para aplicação de medidas corretivas e comunicadas todas estas informações através de relatórios internos.

A nível organizacional, todas as etapas previamente descritas devem ser asseguradas por uma estrutura governativa interna, que procura estabelecer diretrizes de responsabilidade e patrocinar uma cultura de energia, e por várias políticas e procedimentos que visam abordar os aspetos da cadeia de valor de energia.

Abrangendo todas as dimensões deste modelo conceptual, sendo um aspeto importante para garantir o plano de ação, é o envolvimento da administração de topo e de todos os colaboradores, que devem ter conhecimento das metas a alcançar e ser instruídos sobre práticas de eficiência energética no dia-a-dia.

## 2.3 Sistemas de Gestão de Energia

A execução da gestão de energia, no seio de uma empresa, nem sempre constitui uma atividade de fácil implementação por diversos motivos e, como tal, a adoção de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) torna-se uma ferramenta útil que contribui e facilita a sua práxis. Esta perceção é corroborada por [42, pp. 32], onde é afirmado que alterar a forma como é feita a gestão de energia através da implementação de um SGE, é uma forma eficaz de alcançar melhorias de eficiência energética.

### 2.3.1 ISO 50001

A NP EN ISO 50001:2018 – Sistemas de Gestão de Energia é uma norma portuguesa, publicada em 2012, que já conta com a sua segunda versão, e que foi transposta de uma norma internacional, publicada em 2011.

Fundamentalmente, a ISO 50001 consiste num documento onde estão estabelecidos um conjunto de requisitos para a implementação, execução e manutenção de um SGE [39, pp. 56]. De acordo com o estabelecido na norma, entende-se por SGE é como *conjunto de elementos inter-relacionados para estabelecer uma política e objetivos energéticos, bem como estabelecer os processos e procedimentos necessários para a concretização desses objetivos* [38].

Por constituir um modelo para quando se opera um sistema de gestão, a sua aplicação permite às organizações definir, de forma sistemática e estruturada, uma abordagem que visa a melhoria contínua do desempenho energético através da otimização do uso da energia, tendo por base o aumento da eficiência e da gestão energética. Da sua aplicação resulta a racionalização de consumos e custos com a energia, conduzindo à redução das emissões de GEE e das necessidades energéticas, sendo refletida na melhoria da produtividade dos processos e, por conseguinte, na racionalização de custos [26, pp. 38, 38]. Contudo, outros benefícios podem ser ressaltados da implementação de um SGE, sendo estes [43, pp. 7, 44, pp. 23,24]:

- Aumento da competitividade nos mercados internos e externos;
- Cumprimento de requisitos legais e de objetivos ambientais;
- Implementação de boas práticas de gestão de energia;
- Promoção à utilização de energias renováveis;
- Assegurar o compromisso, credibilidade e maior transparência;
- Conhecimento das instalações e o custo energético dos processos;
- Redução da exposição a fatores externos como custos financeiros e penalidades legais.

No entanto, a norma não prescreve exigências de desempenho energético, apenas disponibiliza metodologias de apoio para as organizações, sendo estas responsáveis pela definição e aplicação dos seus próprios critérios (política energética, objetivos, metas e planos de ação) essenciais à sua melhoria [38].

Dado o seu carácter transversal, a norma destina-se a todo o tipo de organizações (devendo ser adaptada a cada realidade) que, independentemente da sua atividade ou dimensão, se pretendam posicionar na vanguarda da gestão de energia. Embora tenha sido concebida para ser usada de forma individual, pode ser alinhada ou integrada com outros sistemas de gestão, nomeadamente ISO 9001 (Sistemas de Gestão da Qualidade), 14001 (Sistemas de Gestão Ambiental) ou até mesmo outros sistemas de gestão [28]. Esta integração é facilitada pelo facto destes sistemas de gestão, à semelhança do que sucede com a ISO 50001, é baseada na metodologia *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) [43].

### 2.3.1.1 Metodologia Plan-Do-Check-Act

A Norma ISO 50001, como a maioria das normas de gestão, é projetada com base na metodologia PDCA e incorpora uma cultura organizacional de melhoria contínua de eficiência energética e gestão de energia nas práticas diárias das organizações, como ilustrado na Figura 9. No contexto da gestão de energia, esta metodologia de controlo de processos pode ser descrita da seguinte forma [38]:

- **Plan** (planeamento energético): realizar a avaliação energética e estabelecer a linha de base, os IDEs, objetivos, metas e planos de ação para produzir resultados que vão melhorar o desempenho energético de acordo com a política energética da organização;
- **Do** (implementação e operação): implementar os planos de ação de gestão de energia;
- **Check** (verificação): monitorizar, medir e analisar os processos e produtos, bem como as variáveis das operações que determinam o desempenho energético face à política energética e aos objetivos, e relatar os resultados;
- **Act** (revisão pela gestão): empreender ações que visem melhorar continuamente o desempenho do SGE face aos resultados atingidos.

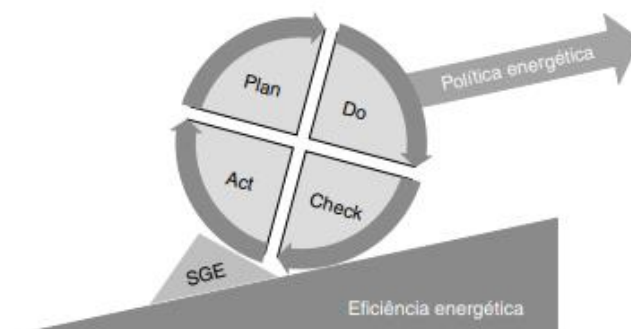


Figura 9 - Melhoria contínua do desempenho energético de uma organização através da implementação da metodologia PDCA [44, pp. 24].

A melhoria contínua do desempenho energético de uma organização, expressa pelo aumento da sua eficiência, é conseguida quando feita uma análise crítica e revisão dos procedimentos e estratégias presentes na política energética de uma organização. A utilização de um SGE possibilita a obtenção transparente e integração de novas informações energéticas sobre os mais diversos processos; este parecer gera um resultado que reinicia o ciclo PDCA, sendo que no final de cada ciclo existe a possibilidade de estabelecer um *standard*, passando essa a ser a referência.

### 2.3.2 Sistemas de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

Da legislação portuguesa relativa à energia, o Decreto-Lei n.º71/2008 de 15 de abril regulamenta o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, abreviadamente designado por SGCIE. Criado como sendo uma das medidas previstas no Plano Nacional para a Eficiência Energética (PNAEE), a promoção da eficiência energética industrial, e com o intuito de dar execução e objetivar o cumprimento das orientações para a Estratégia Nacional para a Energia (ENE) e os estabelecidos na Diretiva n.º 2006/32/CE do Parlamento Europeu, o sistema veio criar um quadro legal atualizado para a existência de regulamentação ao nível da gestão de consumo de energia por empresas e instalações consumidoras de energia [45, 46].

O SGCIE tem como objetivo promover a eficiência energética e a monitorização dos consumos energéticos das instalações Consumidoras Intensivas de Energia (CIE). São consideradas instalações CIE, todas as que no ano civil anterior, tenham revelado consumos iguais ou superiores a 500 toneladas equivalentes de petróleo (tep). Contudo, estende-se às instalações que apresentem consumos inferiores a 500 tep/ano e que pretendam, de forma voluntária, praticar acordos de racionalização de energia [47].

Para o efeito, este sistema antevê que todas as empresas CIE [45, 47]:

1. Registo *online* das instalações;
2. Realização periódica de auditorias, que incidam sobre premissas de aproveitamento de energia, promoção do aumento da eficiência energética, onde sejam incluídas a utilização de fontes de energia renovável;
3. Elaboração de um Plano de Racionalização de Energia (PREn), baseado nos relatórios das auditorias energéticas, e que visem melhorar o desempenho energético da instalação através da definição de medidas e metas anuais para redução de consumos, nomeadamente relativas aos vários indicadores de desempenho energético – CEE, IE e IC;

O cumprimento das metas relativas aos indicadores de desempenho supracitados estão sujeitos aos seguintes valores [47]:

- No mínimo, melhoria de 6 % nos indicadores de IE e CEE, em seis anos, para instalações com consumos iguais ou superiores a 1 000 tep/ano, ou de 4 % para instalações com consumos entre 500 e 1 000 tep/ano;
- No mínimo, à manutenção dos valores históricos de IC.

Aquando da elaboração do PReN este deve prever, para todas as medidas de melhoria energética identificadas, a implementação nos três primeiros anos, obtendo-se um período de retorno do investimento:

- Até três anos para instalações com consumos entre 500 e 1 000 tep/ano.
- Até cinco anos, para instalações com consumos igual ou superior a 1 000 tep/ano.

Efetuada o PReN, este é apresentado à Agência para a Energia (ADENE), sendo posteriormente submetido à Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) para aprovação.

4. Aprovado o PReN, este último passa a designar-se Acordo de Racionalização de Consumos de Energia (ARCE), sendo estabelecido entre a instalação e a DGEG, no qual estão contemplados objetivos mínimos de eficiência energética. Dependendo do consumo energético da instalação, superior ou inferior a 1000 tep/ano, o ARCE decorrerá num espaço temporal de 6 a 8 anos e de onde resultam incentivos ou penalidades devido ao seu cumprimento ou incumprimento, respetivamente.

De forma a avaliar o estado de implementação das medidas sugeridas no ARCE, para além de serem realizadas visitas às instalações, deve ser apresentado à ADENE, a cada dois anos de vigência do acordo, um Relatório de Execução e Progresso (REP), que demonstre os progressos verificados, nomeadamente ao nível da eficiência energética da instalação com referência aos indicadores definidos no PReN, e onde inclua metas e objetivos atingidos, desvios verificados e medidas tomadas, ou a tomar, para a sua correção. O relatório final, referente ao último período de vigência do ARCE, deve incluir o balanço final da execução da totalidade do mesmo.

Na Figura 10 é apresentada uma representação esquemática que retrata a aplicação do SGCIE em instalações CIE, desde a fase de registo online da instalação até à apresentação do relatório final. O diagrama exibido é válido tanto para as instalações que apresentam consumos inferiores a 1 000 tep/ano, como para as com consumos iguais ou superiores a 1000 tep/ano, diferindo a aplicação do SGCIE apenas nos prazos e metas na elaboração do PReN.

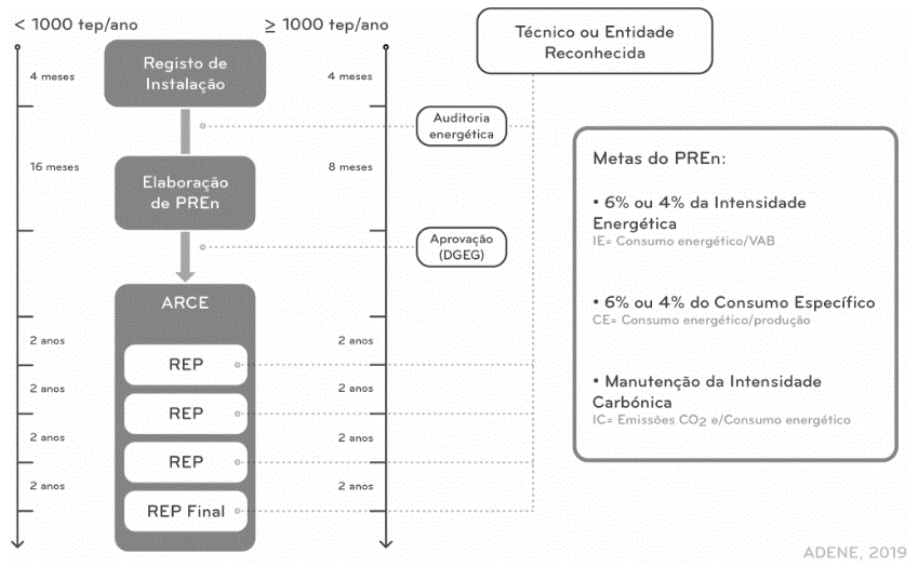


Figura 10 – Síntese da aplicação do SGIE em instalações CIE [45].

### 2.3.4 Enquadramento ISO 50001 face ao SGIE

Ambos constituem sistemas de gestão de energia, a ISO 50001 enquanto norma voluntária internacional, posteriormente adotada por Portugal, e o SGIE enquanto medida pertencente ao quadro legislativo português para alcançar a eficiência energética no setor industrial, nomeadamente para instalações CIE. Por se relacionarem na sua finalidade, interessante será entender de que forma é que se assemelham aquando da sua aplicação uma vez que em ambos, mesmo que não de forma explícita, a sua operação segue a metodologia PDCA. A Tabela 1 apresenta, resumidamente, a semelhança entre ambas.

Tabela 1 – Resumo das semelhanças entre ISO 50001 face ao SGIE.

	<b>ISO 50001:2018</b>	<b>SGIE</b>
<b>P</b>	Avaliação energética (ponto 6.3)	Auditoria Energética (Art.6)
	Consumo energético de referência (ponto 6.5)	Plano de Racionalização do Consumo de Energia – Intensidade energética e carbónica (Art.7)
	Indicadores de desempenho energético (ponto 6.4)	
<b>D</b>	Plano de Ação para a gestão de energia (ponto 6.2)	Plano de Racionalização do Consumo de Energia (Art.7)
<b>C</b>	Monitorização, medição, análise do e avaliação da performance energética e do SGE (ponto 9.1)	Controlo de execução e progresso do ARCE – Relatório de Progresso (Art. 9)
<b>A</b>	Revisão pela gestão (ponto 9.3)	Controlo de execução e progresso do ARCE – Relatório final (Art. 9)

## 2.4 Auditorias energéticas

Seja por imposição legal (quando abrangida pelo SGCIE), seja pela necessidade de cumprir requisitos ambientais ou por uma questão de reputação, cada vez mais a eficiência energética está vinculada às realidades industriais como instrumento para utilizar eficientemente a energia. Assim, as auditorias energéticas assumem particular importância na indústria, na medida em que constituem uma ferramenta base à elaboração de um plano de gestão de energia numa empresa [39, pp. 56].

Por definição, segundo o artigo terceiro do capítulo 1 do Decreto-Lei n.º 319/2009, uma auditoria energética é *“um procedimento sistemático através do qual se obtêm conhecimentos adequados sobre o perfil de consumo de energia de um edifício ou de um conjunto de edifícios, de uma atividade e ou instalação industrial ou de serviços públicos ou privados, se identificam e quantificam as oportunidades de economias de energia com boa relação custo-eficácia e se dá a conhecer os resultados”* [48].

De forma simplificada, uma auditoria consiste num estudo pormenorizado, que compreende o levantamento e análise das condições de utilização de energia numa instalação. Tem por objetivo a identificação e quantificação de oportunidades e estratégias de racionalização ou uso eficiente da energia, através da implementação de medidas com viabilidade técnico-económica, de modo a aumentar a eficiência energética e reduzir os custos associados às atividades da instalação. Para tal, tem os seguintes objetivos [46]:

- Determinar as formas de energia utilizadas pela instalação;
- Quantificar os consumos e custos por forma de energia;
- Desagregar os consumos energéticos por setor, produção ou equipamento;
- Relacionar o consumo de energia com a produção e/ou serviço da instalação, determinando o indicado de CEE;
- Identificar situações de desperdício de energia;
- Levantamento de potenciais medidas de poupança energética;
- Analisar técnica e economicamente as soluções encontradas;
- Estabelecimento de metas de redução de consumo;
- Proposta de alteração de fontes energéticas.

Da realização periódica de auditorias energéticas podem enumerar-se várias vantagens resultantes do conhecimento das instalações e do custo energético, como [49]:

1. Aumento da eficiência energética do sistema auditado articulado
2. Redução da fatura de energia devido ao controlo dos consumos de energia;
3. Aumento tempo de vida útil dos equipamentos;
4. Maior competitividade nos mercados internos e externos;
5. Redução dos impactos ambientais oriundos das suas atividades
6. Cumprimento de obrigações legais;
7. Melhoria nos processos produtivos, contribuindo para uma maior produtividade.

### 2.4.1. Fases de uma auditoria energética

A condução de uma auditoria obedece a um conjunto de procedimentos que viabilizam o conhecimento do sistema energético da instalação. Com o intuito de facilitar este processo, a execução de uma auditoria é segmentada em quatro etapas [39, pp. 58-61, 49, 50]:

#### 1. Recolha de dados e planeamento da intervenção

É realizada uma visita prévia às instalações onde são recolhidas informações documentais que permitem a obtenção de uma perspetiva geral do funcionamento da instalação ao nível do processo produtivo e energético da empresa.

Tendo um panorama global da instalação são estabelecidos objetivos e definida uma matriz de atuação (período de monitorização e principais pontos a monitorizar) e feitas comparações preliminares entre as tecnologias utilizadas e as existentes no mercado e respetivos custos para que se possa melhorar o desempenho energético.

#### 2. Intervenção local

Esta fase compreende a análise de todo o processo produtivo, recolha de informação energética e principais consumidores, medição e monitorização em contínuo de grandezas energéticas e o estabelecimento de fluxos de energia da unidade industrial. É importante realçar a necessidade de as monitorizações serem realizadas em simultâneo para que os dados obtidos sejam analisados de forma coerente e sistemática. O objetivo principal desta fase é a obtenção de uma imagem desagregada das utilizações para facilitar a identificação de Oportunidades de Racionalização de Consumos (ORC).

#### 3. Tratamento e análise da informação recolhida

Efetuada a intervenção local, procede-se ao tratamento e análise dos dados recolhidos ao longo das duas primeiras etapas fazendo-se uma comparação entre os dois momentos. Nesta etapa são detetadas as situações de deficiente utilização e gestão de energia, analisando soluções que permitam corrigir as anomalias, atendendo sempre à sua viabilidade técnico-económica.

Esta análise deverá permitir uma avaliação rigorosa do potencial de economia de energia, através da identificação de ORC, e do desempenho energético da instalação, sem que isso comprometa os níveis de produção, qualidade final do produto e fiabilidade do sistema. uma caracterização detalhada do comportamento da instalação.

#### 4. Elaboração do relatório da auditoria

No fim de todo o processo, é elaborado um relatório onde é apresentada, de forma sucinta, toda a informação e documentação recolhida. Esta é relativa à análise sobre a situação energética da empresa, reconhecimento de anomalias e apresentação ORC e

de eficiência energética (sejam estas de carácter tecnológico, económico ou comportamental) e a sua respetiva avaliação técnico-económica.

A informação presente neste relatório, constitui o primeiro passo para a implementação de um processo contínuo de gestão de energia, sendo apresentado num PReN medidas de eficiência energética a serem implementadas, ao longo de um horizonte temporal limitado, e que permitam alcançar a melhoria do desempenho energético.



# CASO DE ESTUDO

- 3.1 Obrigações legais e de eficiência energética
- 3.2 Descrição da estrutura produtiva
- 3.3 Caracterização da infraestrutura elétrica
- 3.4 Levantamento e caracterização energética
- 3.5 Caracterização da interface gráfica do *software* de gestão de energia



### 3 CASO DE ESTUDO

De forma a compreender melhor o cerne da dissertação, ao longo do presente capítulo será retratada a unidade industrial alvo de estudo. Para tal, é efetuada uma apresentação das obrigações legais da empresa por ser considerada uma instalação CIE e qual a estratégia da mesma para reverter a situação a longo prazo; procede-se a uma caracterização desde os processos produtivos, sendo aprofundado o processo mãe da fábrica para posterior entendimento do seu impacto no consumo de energia, até à utilização de energia, sendo que esta última está orientada para a descrição da infraestrutura elétrica e pormenorização e análise energética da fábrica e à sua evolução ao longo dos últimos anos, e por fim uma descrição do sistema de gestão de energia utilizado.

Para o desenvolvimento de todo o trabalho supracitado foi necessária uma integração na à empresa, tendo sido esta auxiliada por colaboradores detentores de conhecimento sobre os fluxos produtivos, bem como foram fornecidos dados referentes à faturação com os encargos energéticos e livre utilização do *software* de gestão de energia.

#### 3.1 Obrigações legais e de eficiência energética

A *Bosch Security Systems S.A.*, apesar de, continuamente, ter vindo a diminuir o seu consumo energético global, ainda é considerada uma instalação CIE, por apresentar consumos anuais superiores a 500 tep, i.e., ainda excede o limite mínimo definido pelo SGCI. De forma a reverter esta situação e por reconhecer a importância da eficiência energética, tem a empresa vindo a implementar diversos planos e ações a fim de promover a utilização racional de energia e atender tanto a termos ambientais como económicos.

Presentemente, a unidade industrial de Ovar encontra-se a cumprir um ARCE até 2025 (obrigatoriedade legal por ser instalação CIE) resultante do PREn elaborado posteriormente à auditoria que teve lugar em 2017, que pode ser consultado no Anexo B. De acordo com SGCI, as metas que a empresa tem de alcançar compreendem a redução de 4 % da IE e CEE e manutenção do valor do ano de referência da IC nos oito anos de cumprimento do ARCE. As tabelas 2 e 3 apresentam, respetivamente, os objetivos mínimos para o final do Plano e os valores previstos propostos para a IE e CEE.

Tabela 2 – Metas a atingir a 8 anos e valor previsto com o PREn proposto para IE.

Indicador	Meta a atingir	Valor previsto
Intensidade Energética [kgep/€]	0,0417	0,0405

Tabela 3 - Metas a atingir a 8 anos e valor previsto com o PReN proposto para CEE.

<b>Indicador</b>	<b>Meta a atingir</b>	<b>Valor previsto</b>
Consumo Específico de Energia [kgep/hora]	0,793	0,770

Adicionalmente, e por considerar que as medidas estabelecidas no ARCE serem pouco impactantes, a empresa definiu como estratégia interna um *RoadMap* de *Eficiência Energética* que pode ser consultado no Anexo A, e que tem como um horizonte temporal até 2023, com o propósito de reduzir o consumo energético, aumentando a eficiência energética, e de alcançar a neutralidade carbónica. Em vista, está a implementação de medidas de eficiência energética e a produção de energia verde através da instalação de uma central fotovoltaica para autoconsumo que consiga responder às necessidades da empresa.

Em consonância com o cumprimento do ARCE e o *Roadmap* de Eficiência Energética e no seguimento da estratégia de redução de CO<sub>2</sub>, a Bosch inclui como abordagem a gestão de carbono em conjunto com ações de responsabilidade social e objetivos estratégicos de sustentabilidade. Por procurar ser carbono-neutra, assumir o encargo das suas emissões e por se esforçar em reduzir o impacto ambiental associado, a flexibilidade e ao adquirir créditos de carbono – onde por convenção, um crédito representa uma tonelada de CO<sub>2</sub> que deixou de ser emitida – permitindo-lhe compensar as suas emissões para a atmosfera e contribuir para a diminuição da sua IC. No entanto, esta compensação deverá ser aplicada no desenvolvimento de projetos de caráter sustentável, como a instalação de painéis solares fotovoltaicos ou medidas de eficiência energética.

### 3.2 Descrição da estrutura produtiva

A empresa alvo de estudo encontra-se dividida em diferentes áreas, como observado na Figura 10 e no Anexo C que apresenta o *layout* do chão de fábrica, mas do ponto de vista do processo produtivo a fábrica assenta essencialmente nos três setores seguintes:

- *Surface Mount Technology* (SMT)
- *Clean-Room* (CR)
- *Final Assembly* (FAS)

Em cada um destes setores produtivos existem distintos processos, sucintamente apresentados nos subcapítulos seguintes. Na figura 11 está representado o fluxograma do processo produtivo, mostrando a ligação entre os vários setores.

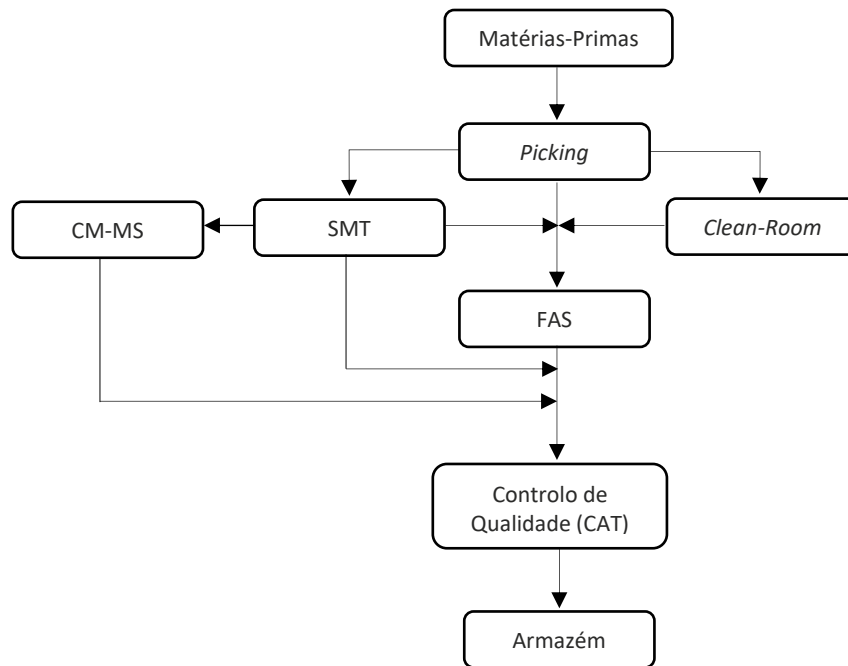


Figura 11 - Fluxograma do processo de fabrico.

### 3.2.1 Surface Mount Technology

No setor SMT, assim designado devido à utilização da tecnologia de montagem de circuitos eletrónicos *Surface Mount Technology*, consiste na montagem de componentes eletrónicos diretamente sobre a superfície de uma placa de circuito impresso (em inglês designado por Printed Circuit Board – PCB). Esta tecnologia para além de permitir a incorporação de um maior número de componentes por placa devido à redução dos componentes e redução de peso e volume no fabrico de equipamentos, possibilita a utilização de máquinas automatizadas e a redução da ação humana no processo de montagem. É apresentado na Figura 12 uma típica linha de montagem SMT.

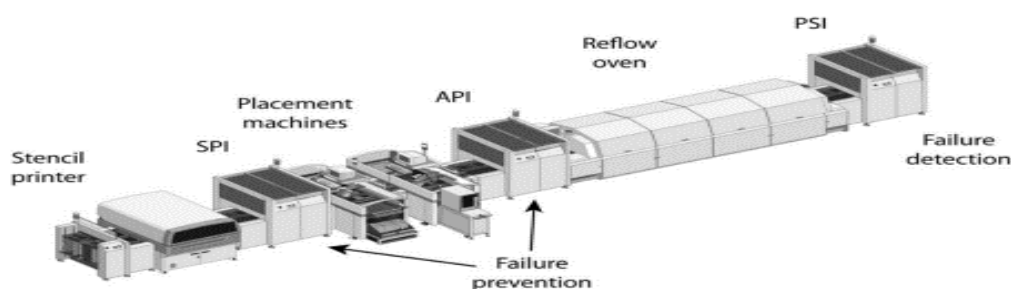


Figura 12 - Protótipo de uma linha de montagem SMT [51].

Este setor é composto por de 9 linhas de montagem de componentes eletrónicos nas placas de circuito impresso. Cada uma destas linhas integra diferentes equipamentos com distintas funções em harmonização com operações manuais: postos de carga e descarga de placas (*loader* e *unloader*), uma máquina impressão de pasta (*printer*), máquina de inspeção da pasta de sola (*solder paste print inspection*), um sistema de pick

*and place*, um posto de inspeção manual, um forno de soldadura por refusão, um posto de inspeção ótica automática (*Automated Optical Inspection – AOI*).

O processo decorrido numa linha de montagem SMT é apresentado no fluxograma presente na Figura 13, que permite observar a articulação entre os vários equipamentos utilizados.

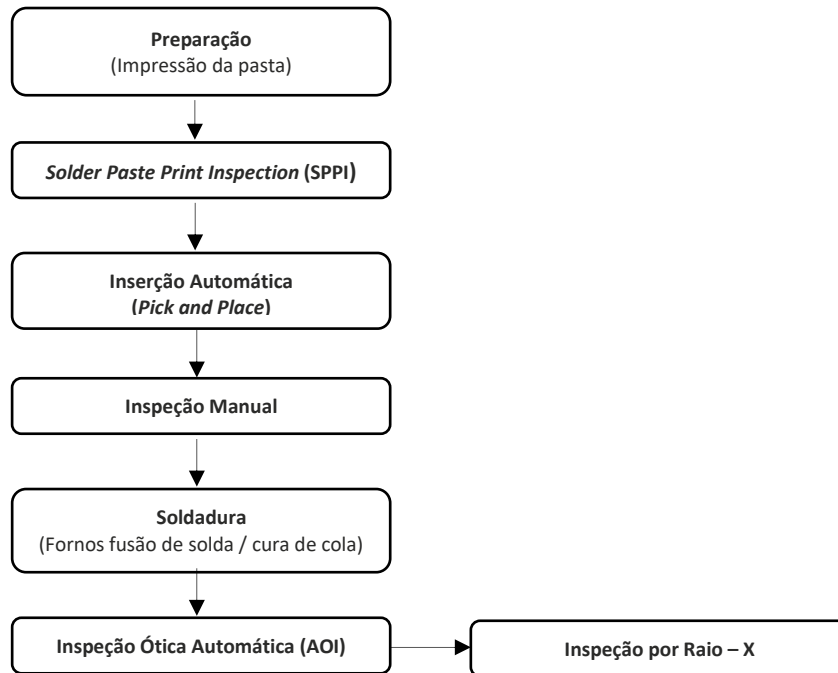


Figura 13 - Fluxograma do processo decorrido em linhas SMT.

## 1. Preparação

A preparação em SMT é executada por uma *Printer*, como ilustrado na Figura 14, que através de um processo de serigrafia, deposita a pasta (cura ou cola) sobre a placa virgem na posição exata dos terminais dos componentes que, posteriormente, serão soldados no PCB e que integram um circuito eletrónico específico.



Figura 14 – Equipamento de deposição de pasta – *Printer*.

## 2. Solder Paste Print Inspection (SPPI)

Considerado o primeiro *quality gate*, onde é verificada a aplicação da pasta de solda através da recolha de fotografias, confirmando a posição e o volume da pasta por comparação com um padrão industrial. Quando aplicada incorretamente em componentes mal posicionados podem ter um impacto negativo no desempenho e no tempo de vida útil de uma PCB.

## 3. Inserção Automática

A inserção automática é realizada através da operação de montagem *Pick and Place* em PCB, onde o equipamento presente na Figura 15 segue uma programação predefinida para a aplicação dos componentes eletrónicos, como circuitos integrados, sob uma orientação específica com elevada precisão nos respetivos espaços onde foi aplicada a pasta de solda ou de cola.



Figura 15 – Equipamento de inserção automática de componentes – *Pick and Place*.

## 4. Inspeção Manual

A Inspeção manual, considerada o segundo *quality gate*, consiste numa inspeção manual dos componentes de forma genérica. Trata-se de uma atividade com o seu foco predominantemente realizado relativamente ao posicionamento e polarização dos componentes.

## 5. Soldadura

A soldadura é o processo de junção, agrupamento e fixação de materiais. Os PCB são conduzidos até ao forno de refusão para a cura, e colocados em contacto com o ar aquecido para cura da solda ou da cola. Na Figura 16 é exposto um forno de refusão com 8 zonas de aquecimento utilizado no processo. Para que o processo de soldadura aconteça corretamente e o produto final seja uma solda confiável, resistente e que não

comprometa a qualidade do produto final, os fornos possuem zonas de aquecimento progressivo para que não haja um choque térmico ao PCB e componentes, sendo estas devidamente pré-ajustadas à temperatura de fusão de cada uma das pastas, sendo apresentado nas Figuras 17e 18 os perfis térmicos dos fornos tanto para as diferentes soldas.



Figura 16 - Forno de refusão de 8 zonas aquecimento.

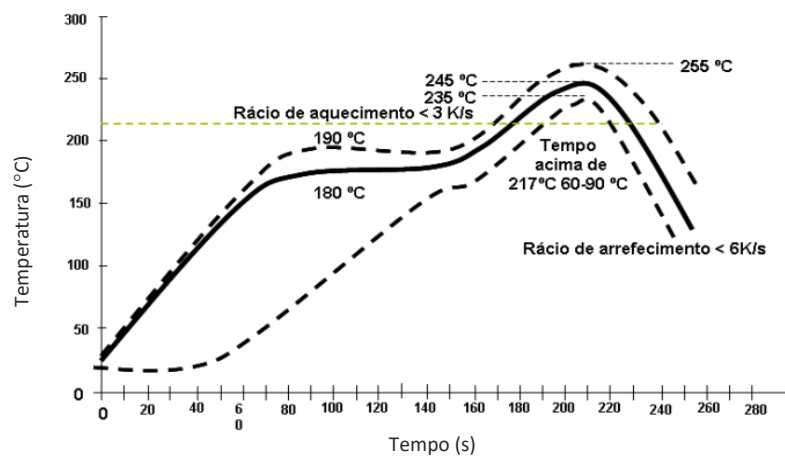


Figura 17 – Perfil térmico do forno para fusão da solda.

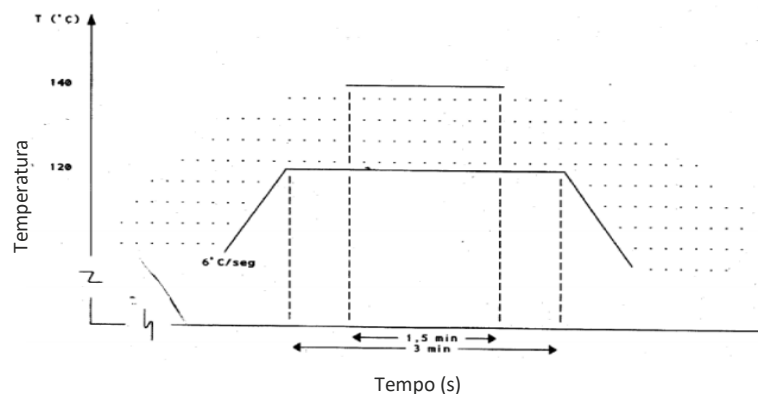


Figura 18 - Perfil térmico do forno para cura da cola.

## 6. Inspeção Ótica Automática (AOI)

Inspeção, realizada no final da linha, que permite uma análise geral do PCB, nomeadamente, ao nível da falta de componentes, posicionamento, dimensões, polarização, juntas de soldadura defeituosas ou a presença de bolas de solda e que se processa como a inspeção em SPPI.

## 7. Inspeção por Raio-x

Esta inspeção, pode ser considerada como uma inspeção extra, ou último *quality gate*, na medida que, os pontos de soldadura de determinados tipos de componentes presentes nos PCBs, conhecidos como *Ball Grid Array (BGA)*, *Land Grid Array (LGA)* ou *flatpack*, estão por baixo do corpo do componente, não sendo visíveis às câmaras de AOI.

### 3.2.2 Clean Room

Na *Clean-Room (CR)* procede-se à montagem manual de blocos e grupos óticos para equipar câmaras de vigilância. Esta operação é realizada num ambiente com atmosfera rigorosamente controlada, sem exceção dos compartimentos auxiliares (armazém, vestiários, *airshower*).

De forma a assegurar os requisitos ambientais necessários, a CR dispõe de um sistema de AVAC próprio localizado na zona técnica do edifício, que integra equipamentos de permanente laboração – *chillers*, Unidades de Tratamento de Ar (UTAs), e uma Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN). Estes equipamentos permitem o controlo e parametrização dos valores interiores da atmosfera, nomeadamente ao nível da (i) limpeza do ar através de diferencial de pressão que permite a não contaminação por partículas e da (ii) da temperatura e humidade que são ambas condições a nível de processo.

A figura 19 apresenta, de forma simplificada, como é realizada a circulação de ar no setor da CR.

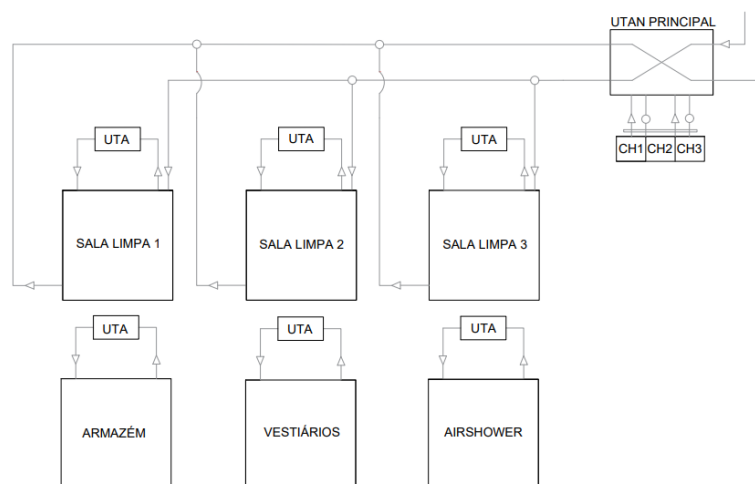


Figura 19 - Circulação de ar na Clean Room.

### 3.2.3 Final Assembly

Como o próprio nome indica, em *Final Assembly* (FAS) procede-se à montagem final dos produtos, também integrando também uma área de montagem de acessórios. Nesta secção são efetuadas várias operações de forma manual tendo apenas o suporte de pequenas máquinas e ferramentas. As operações realizadas incluem o corte de PCB, a soldadura, a inserção de componente elétricos e eletrónicos, o aparafusamento, entre outras.

## 3.3 Caracterização da infraestrutura elétrica

A estrutura deste subcapítulo tem por base dois campos dispares. Assim, o ponto de partida será a exposição das principais utilidades energéticas utilizadas para suprir as necessidades de fabrico da empresa, sendo estas a energia elétrica e o ar comprimido. Para tal, será elaborado um parecer macroscópico da rede elétrica, retratando a forma como a instalação é alimentada e como é feita a distribuição da energia. De notar, que apesar de o ar comprimido ser imprescindível ao processo produtivo constitui uma fração da energia elétrica, pelo que disporá de uma interpretação independente.

Para a realização da descrição referida foram utilizadas como meio o conhecimento adquirido, aquando da realização do estágio, sobre a infraestrutura elétrica, o relatório da auditoria de energia realizada em setembro de 2017 e as faturas de energia elétrica, gentilmente, facultadas pela empresa.

### 3.3.1 Sistema de alimentação e distribuição de energia elétrica

A alimentação da unidade industrial, *com energia* elétrica totalmente de origem renovável, é efetuada pela entidade comercializadora Acciona Distribuição S.A, em rede de Média Tensão (MT) ao longo uma linha trifásica de 15000 V e recebida por uma subestação de transformação de tensão – Posto de Transformação (PT) – através de um transformador com 1600 kVA.

A rede de baixa tensão é matizada por dois Quadros elétricos Gerais de Baixa Tensão (QGBT), e fisicamente encontram-se situados no PT, sendo cada um observado na Figura 20. É a partir deste que é alimentado o QGBT novo que, subseqüentemente, alimenta o QGBT existente (QGBT de origem). Estes distribuem a energia elétrica para quadros parciais situados nas várias secções, sendo incumbidos de abastecer as diversas áreas e pontos de consumo da instalação.



Figura 20 - Posto de transformação, QGBT Existente e QGBT Novo.

Para a contabilização da energia elétrica consumida por cada quadro parcial, a empresa dispõe, de momento, de um total de 35 contadores que se encontram ligados a um sistema de monitorização, com registo de dados de 15 minutos em 15 minutos.

Relativamente à energia reativa, esta é injetada na rede sendo também faturada por um singelo valor anual de aproximadamente 50 €. No entanto, para a compensação do fator de potência a está associado, a empresa possui instalado duas baterias de condensadores do tipo centralizado, juntos dos dois QGBT, estando cada uma das baterias associada a cada um dos QGBT.

### 3.3.2. Sistema de ar comprimido

Por se tratar de um consumidor bastante expressivo de energia elétrica, e por apresentar um elevado potencial de poupança energética, torna-se relevante a apresentação do sistema de ar comprimido que a empresa detém, separando-o da demais forma de energia, a elétrica.

A unidade fabril dispõe de uma rede geral de ar comprimido, em tipologia de anel, que alimenta a totalidade da fábrica, ou seja, assegura a alimentação de ar necessária nos diversos pontos de consumo, sendo estes as máquinas existentes nos setores SMT e CM-MS para instrumentação e acionamentos pneumáticos.

O ar comprimido consumido é produzido na fábrica numa central composta por três compressores. A rede é composta por vários equipamentos que inclui (i) os três compressores, sendo um deles de reserva e unicamente utilizado quando são requeridas maiores necessidades, (ii) dois secadores de ar por refrigeração, (iii) dois filtros, (iv) dois reservatórios de volume 4 m<sup>3</sup>, (v) um separador de óleos e um (vi) conjunto de equipamentos de tratamento e ar. Na figura 21 estão representados alguns dos equipamentos que constituem o sistema.



Figura 21 – Da esquerda para a direita: compressor, secador de ar, reservatórios de ar comprimido.

Os três compressores são do tipo *parafuso de ar*, e todos do mesmo fornecedor *Ingersoll-Rand* e disponibilizam uma pressão de trabalho de 7,3 bar. Os compressores principais são de acionamento de velocidade variável, sendo um de *um estágio* e outro de *duplo estágio*, enquanto que o de reserva opera em regime carga-vazio. Na Tabela 4 resumem-se as principais características de cada um dos compressores.

Tabela 4 - Características técnicas dos compressores.

Características	Compressor 1	Compressor 2	Compressor 3
Marca	Ingersol Rand	Ingersol Rand	Ingersol Rand
Modelo	Nirvana R110ne	Nirvana R110n	MH75
Potência [kW]	110	110	100
Pressão [bar]	7,2 – 7,3	7,2 – 7,3	7,2 – 7,3
Capacidade [m <sup>3</sup> /min]	24	20	12

### 3.4 Levantamento e caracterização energética

Quando se visa a melhoria da *performance* energética de uma unidade industrial, a análise dos consumos com a energia elétrica constitui uma etapa basilar não só para redução do valor da fatura energética, mas também para a elaboração de um plano de racionalização de consumos de energia e para a determinação de aspetos a afinar.

As faturas de energia elétrica, sendo apresentada no Anexo D um exemplar, são consideradas uma boa ferramenta para a caracterização detalhada dos parâmetros em que são disponibilizados a energia (energia ativa, reativa potência contratada e potência em horas de ponta), mas também para a descrição das informações relativas aos consumos globais de eletricidade e dos respetivos custos associados. Estas constituem um instrumento básico de gestão de energia, uma vez que permitem o acompanhamento do consumo energético mensal e representam um elemento fundamental para detetar oportunidades de intervenção e que proporcionem melhorias económicas.

No presente subcapítulo são apresentados e analisados os consumos integrais e por setor da eletricidade, referente ao ano de 2019. A aquisição destes dados possibilitou a descrição do quadro energético da unidade industrial, permitindo ainda o cálculo dos respetivos indicadores de desempenho energético. Adicionalmente, a obtenção dos dados presentes no relatório da auditoria realizada em 2017, proporcionou uma comparação do comportamento energético da instalação evidenciando as melhorias conquistadas do cumprimento do ARCE.

### 3.4.1 Consumos de energia elétrica

De forma a caracterizar os consumos de energia elétrica a Tabela 5 evidencia o ciclo horário e tipo de tarifa, caracterizada por períodos horários de Hora de Ponta (HP), Hora de Cheia (HC), Hora de Vazio (HV) e Hora de Super Vazio (HSV), e a potência instalada e contratada em vigor na empresa. É necessário destacar que todo o fornecimento de energia elétrica à fábrica é feito com base em energia de origem renovável, permitindo verificar a preocupação acrescida da instalação em ser carbono neutra; tal pode ser comprovado, também, na fatura de eletricidade por ser apresentado de forma discriminada a fonte renovável de que é oriunda.

Tabela 5 - Características do contrato de fornecimento de energia elétrica.

<b>Ciclo Horário</b>	Semanal com feriados
<b>Tipo de Tarifa</b>	Tetra-horária
<b>Potência Contratada [kW]</b>	986 (jan-set) e 957 (out-dez)

De ressaltar que, para além da instalação dispor da utilização de energia elétrica, a mesma também recorre à utilização de outro recurso energético, o gasóleo, apenas relativo à frota de veículos que possui. No entanto, esta contabilização não é afeta ao consumo de energia elétrica da instalação física.

Nas Figuras 22 e 23 são apresentadas, respetivamente, a evolução mensal do consumo e encargos financeiros ao longo do ano de 2019 e os consumos de energia ativa mensal e anual desagregados de acordo com os períodos horários associados à tarifa em vigor nesta instalação.

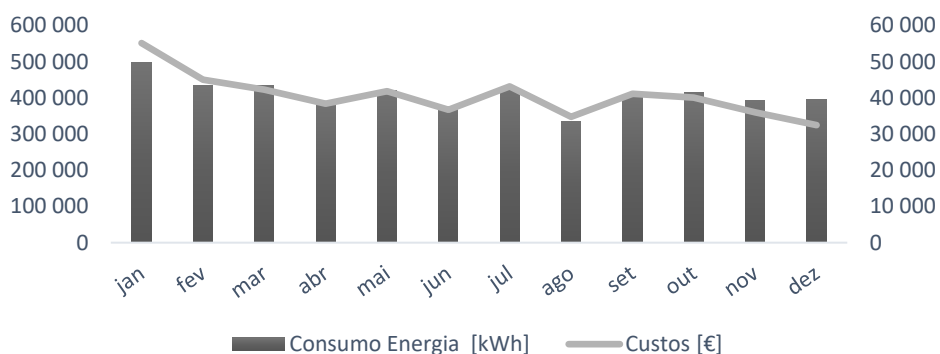


Figura 22 - Evolução do consumo mensal e dos encargos energéticos com a energia elétrica, em 2019.

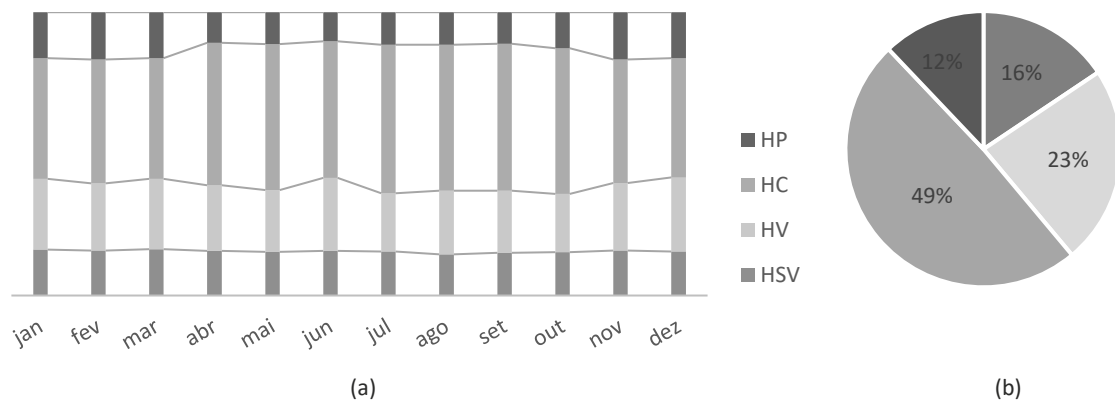


Figura 23 – Repartição dos consumos mensais (a) e anuais (b) de energia elétrica por período horário, em 2019;

Da análise do gráfico da Figura 22, verifica-se que no ano de 2019 janeiro foi o mês de maior consumo de energia elétrica em oposição ao mês de agosto, sendo nesses meses que obtêm, respetivamente, maiores e menores encargos financeiros. Em agosto a diminuição do consumo de energia é justificada pela redução da produção em período de férias.

Por observação da comparação dos consumos mensais e anuais por período horário, presente na Figura 23 (a) e (b) entende-se que o período horário em que a empresa opera a maioria das suas atividades é em HC, sendo neste período que se concentra 49 % do consumo anual de energia elétrica, seguida do HV com apenas 23 %. Também pela análise desta figura verifica-se que há um aumento do consumo no período de ponta no inverno e um aumento do período de cheia e vazio no verão; isto deve-se ao facto do aumento do número de horas no período de ponta no inverno, contrariamente ao verão onde o número relativo ao período de cheias é superior em duas horas.

O consumo em HV foi muito mais predominante no mês de junho quando comparado com os restantes meses, e tal deve-se ao facto de durante este mês registar-se um aumento da produção em período noturno. Embora, por ser de senso comum, se saiba que no período de HSV E HV o custo de energia é mais barata, e que faria sentido se se alterasse a produção para períodos que permitissem uma redução do valor da fatura energética no final de cada mês, contrapõe-se com a realidade de o trabalho noturno ter uma maior taxa de remuneração, o que no binómio período HV/remuneração é muito mais expressivo que o de período HC/produção.

### 3.4.2. Indicadores de desempenho energético

De forma a compreender a evolução energética da empresa, como referido anteriormente, a mesma cedeu o REP da auditoria realizada em 2017 e os valores das faturas do ano de 2019. Os valores apresentados na Tabela 6 correspondem aos obtidos para cada uma das variáveis que permitem a obtenção dos resultados relativos a cada indicador de desempenho energético. Nas Figuras 24, 25 e 26 é apresentada, respetivamente, a evolução de cada indicador desde 2017, marcado pelo início do Plano de Racionalização e considerado ano de referência, até 2019, bem como a meta a

alcançar até ao final do Plano, permitindo assim obter uma visão geral do comportamento da instalação entre os anos previamente mencionados.

De ressaltar que para a caracterização de desempenho energético, no ano de 2017, é contabilizado na energia uma quota correspondente ao consumo de gás propano que a instalação dispunha para a climatização nas linhas SMT. Em 2018, deixou de se verificar a sua utilização por este ser substituído por recurso a bombas de calor.

Tabela 6 - Valores das variáveis para cálculo de Indicadores de Desempenho Energético.

<sup>1</sup> Considerar o deflator publicado pela ADENE para o biénio de 2019/2017 de 1,03716.

<sup>2</sup> Considerar fator de conversão 1 kW  $\leftrightarrow$  290x10<sup>-6</sup> tep e fator de emissão de 2186 kg CO<sub>2eq</sub>/tep

Horizonte temporal	Energia [kgep/ano]	VAB <sup>(1)</sup> [€/ano]	Horas trabalhadas [horas/ano]	Emissões CO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup> [kg CO <sub>2eq</sub> /ano]
2017	922 466	21 225 128	1 117 020	2 018 915
2018	1 119 625	28 001 501	1 355 703	2 448 538
2019	1 055 029	29 200 071	1 212 727	2 306 973

### Intensidade Energética

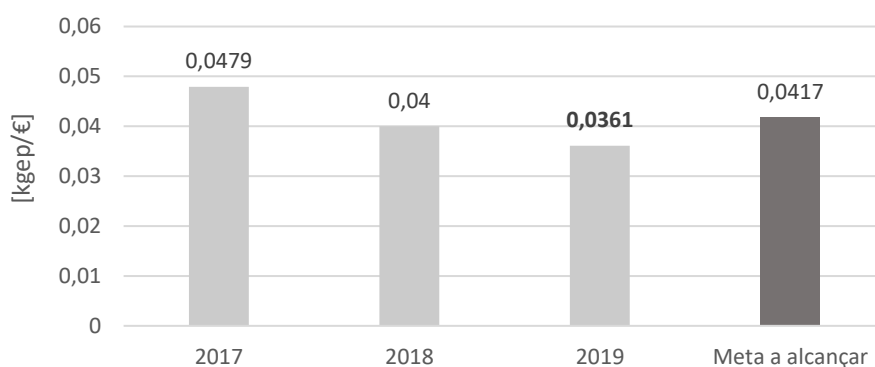


Figura 24 – Evolução da IE desde ano de referência, 2017, até 2019 e objetivo a atingir até final do Plano.

### Consumo Específico de Energia

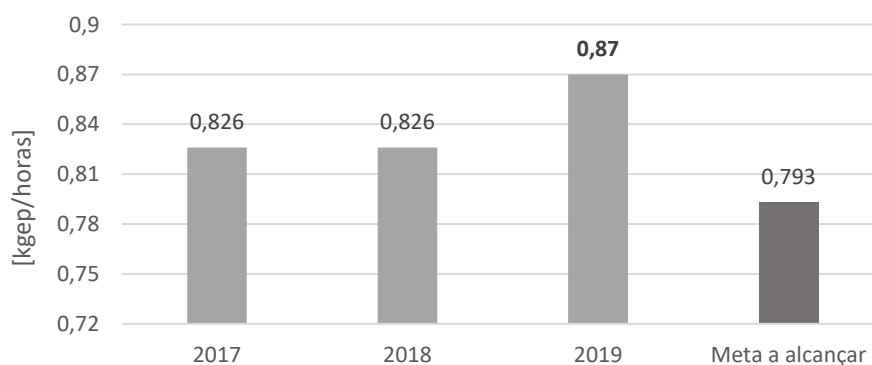


Figura 25 - Evolução do CEE desde o ano de referência, 2017, até 2019 e objetivo a atingir até final do Plano.

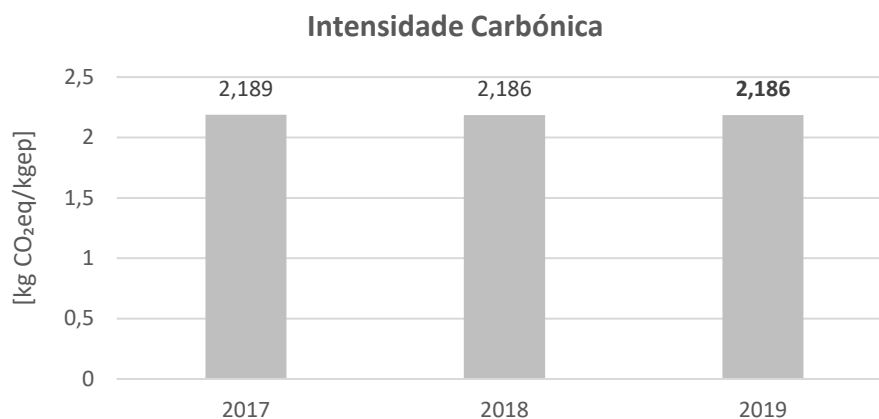


Figura 26 – Evolução da IC desde o ano de referência, 2017, até 2019.

Da análise da Tabela 6, entende-se que entre 2017 e 2019 houve um aumento do consumo anual de energia, sendo este de maior expressão no ano de 2018, onde se registou um crescimento de 21,4 % comparativamente a 2017 e uma diminuição de 6 % em relação a 2019, em conjunto com o registo de número de horas trabalhadas – variável utilizada como expressão da produção. Em contrapartida, ao longo dos três anos foi em 2019 que houve uma maior receita da atividade produtiva como também um menor valor para as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Pela análise da Figura 24, verifica-se que no último ano a IE foi de 0,0361 kgep/€, sendo registado como o melhor dos últimos anos e significativamente inferior ao obtido no ano de referência com 0,0479 kgep/€, dando total cumprimento à meta a atingir no final o ARCE em 2025.

A Figura 25 indica, contrariamente ao apresentado na Figura 24, um aumento do CEE, com um valor de 0,87 kgep/horas em 2019, superior em 5,3 % comparativamente aos anos anteriores. Tal permite constatar que será precisa uma redução de quase 10 % para que se seja cumprido o objetivo final para 2025.

Os valores de IC, apresentados na Figura 26, confirmam uma evolução pequena, mas positiva, sendo obtido um indicador de 2,186 kg CO<sub>2</sub>eq/kgep, permitindo dar total cumprimento ao objetivo que é estipulado teoricamente como a manutenção dos valores históricos de IC.

Com base nos valores apresentados, é possível afirmar que em 2019, foram alcançados resultados bastante notáveis para os indicadores IE e IC, obtendo-se índices que encontram abaixo aos objetivos estabelecidos até o final do ARCE; o mesmo não acontece com o CEE. É de salientar que em 2019 a fábrica esteve sujeita a várias remodelações, tanto ao nível dos escritórios como do *chão de fábrica*, que condicionaram o desempenho energético da instalação.

### 3.5 Caracterização da interface gráfica do *software* de gestão de energia

Para a recolha e processamento dos dados obtidos da medição e monitorização dos consumos de energia elétrica, a empresa dispõe de um Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados, abreviadamente SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*. Esta plataforma, de uma maneira geral, constitui um sistema integrado de *hardware* (controladores e instrumentação) e *software* (aquisição e gestão de dados), que disponibiliza os dados obtidos pelos contadores para controlo de processos na instalação.

Para entendimento de como é feita a coleta de dados a partir do *software*, é de seguida exposto uma caracterização da interface gráfica, permitindo perceber como é feita a disposição de funcionalidades de auxílio na recolha de informação energética. Na Figura 27, é apresentada a página de entrada, comumente conhecida como *dashboard*, e onde estão assinaladas com um retângulo vermelho os separadores referentes às funcionalidades primárias; na parte superior existem outros acessos que permite obter a mesma informação disponível pelas funcionalidades abrangidas pelo retângulo vermelho e distintas funcionalidades como a programação de eventos, definição de tarefas e exportação de gráficos.

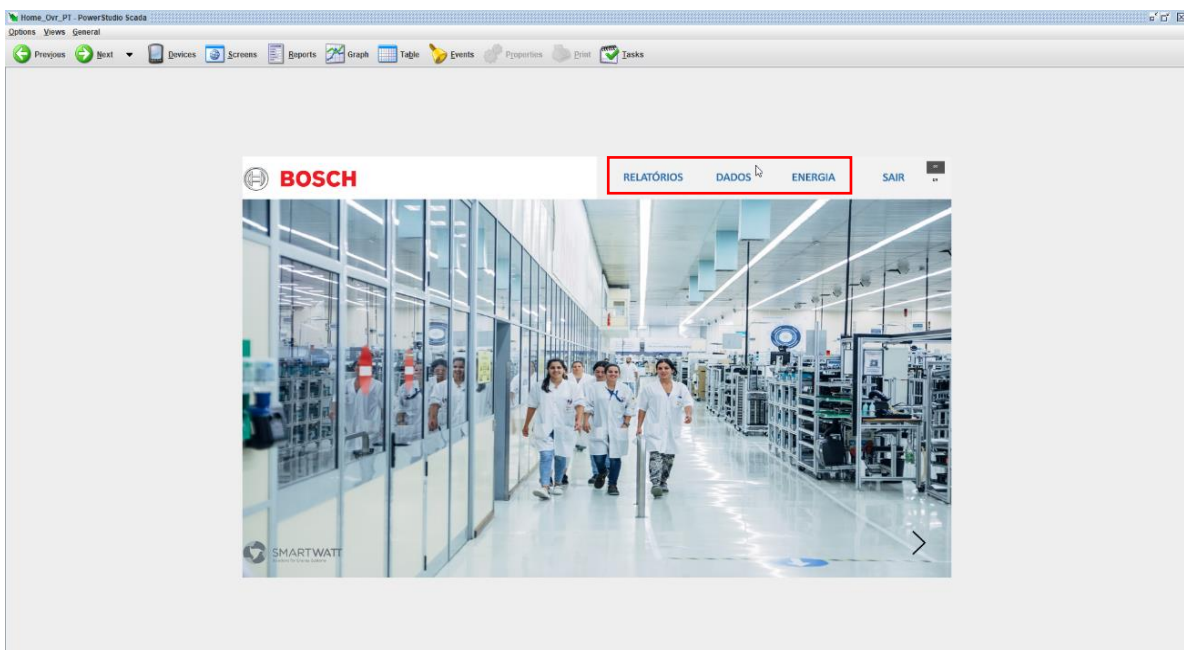


Figura 27 - Página de entrada – *Dashboard*.

De forma a compreender melhor o funcionamento de cada uma das funcionalidades, procede-se à descrição de cada um dos separadores (Relatórios, Dados e Energia).

A opção “Relatórios” tem como objetivo fornecer hiperligações aos diversos relatórios desenvolvidos pelo sistema de onde se extraem informações distintas relativas aos encargos energéticos e financeiro e acesso à apresentação da distribuição dos quadros elétricos para cada área, como observado na Figura 28. Na figura 29 é apresentada como

está disposta a informação relativa ao consumo de todas as áreas individualmente e em conjunto, bem como um diagrama de quadros elétricos da instalação referente a cada uma das áreas que alimentam e respetivas variáveis de consumo como a potência e a energia mensal consumida.

- Fatura de energia elétrica – apresenta o consumo por período horário, sendo este dividido em quatro termos: termos de energia preço indexado, termo de redes, termo de potência e energia reativa; o consumo de energia (em kWh) para cada um dos termos e o custo associado;
- Relatório de consumos de energia – apresenta os valores de energia consumida para cada um dos quadros parciais; estes são expostos em kWh, % face ao geral, kgep e potência correspondente em kW.
- Relatório de comparação de consumos – disponibiliza a comparação de consumos de energia entre semanas, a presente e as relativas ao mês anterior.
- Relatório de custos detalhados - apresenta os valores de energia consumida para cada um dos quadros parciais; discriminadamente, Energia em kWh, Energia Reativa em kWh, % face ao geral, e custo correspondente em €.



Figura 28 - Funcionalidade “Relatórios” do sistema de gestão de energia.

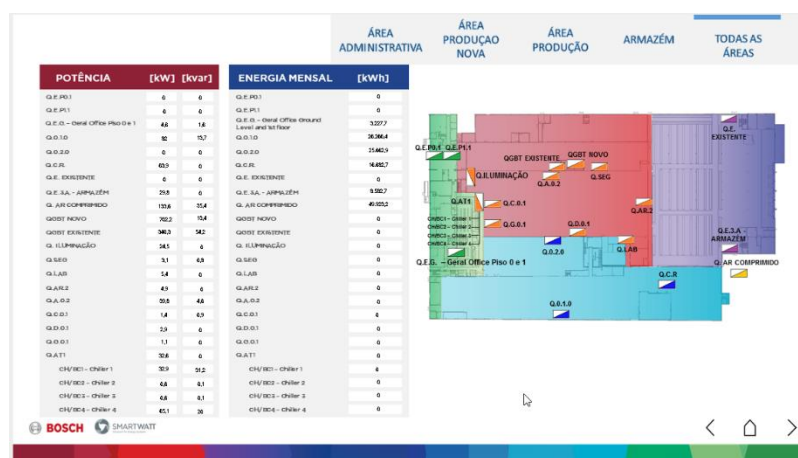


Figura 29 – Apresentação do consumo de todas as áreas e diagramas de quadros.

A opção “Dados”, como apresentado na Figura 30, disponibiliza informação detalhada referente ao tarifário escolhido e permite a sua configuração. São apresentados os custos da potência contratada e em hora de ponta, os custos de rede e os custos de energia nos diferentes períodos horários e valores de energia reativa.

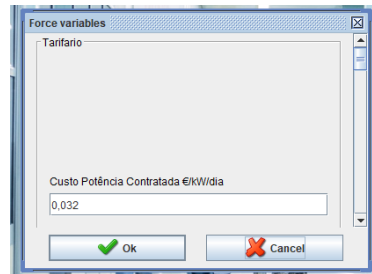


Figura 30 – Configuração das variáveis do tarifário escolhido.

A opção “Energia” apresenta os valores de energia elétrica consumida (kWh) e potência ativa (kW) no mês em vigor para cada área da fábrica como demonstrado na Figura 31.



Figura 31 - Funcionalidade "Dados" do sistema de gestão de energia.



# COMPONENTE PRÁTICA

- 4.1 Análise Pareto do consumo energético
- 4.2 Apreciação de medidas previamente implementadas
- 4.3 Estudo de medidas de eficiência energética para linhas SMT
- 4.4 Equipa de gestão energética e objetivos SMART
- 4.5 Energy *Awareness*
- 4.6 Proposta de melhorias no *software* de gestão de energia
- 4.7 Parametrização de novos pontos de medição
- 4.8 Validação dos resultados obtidos



## 4 COMPONENTE PRÁTICA

No presente capítulo é apresentada toda a componente prática do trabalho desenvolvido e que é dividido em três partes designadas por Parte A, Parte B e Parte C. Isto decorre de que o estágio não teve o seguimento esperado pela razão atípica que se viveu e ainda se vive este ano devido à COVID19. Assim, da mesma forma que houve alterações no decurso do estágio, também os próprios objetivos tiveram modificações.

As mudanças foram, essencialmente relativas ao investimento que seria efetuado no *software* do sistema de gestão energia que da empresa. Este visava cumprir efetivamente a revisão da plataforma de gestão de energia – SCADA *PowerStudio* – para melhoria da visualização de dados (presente no *RoadMap de Eficiência Energética* para 2023) e assim assegurar a sua alteração com critérios que achasse relevantes e que contribuiriam para uma melhor compreensão do uso da energia na fábrica, levando a uma melhor gestão da mesma. Este objetivo não teve seguimento pela razão de o próprio Grupo Bosch possuir um *software* interno e preferir que a aplicação de capital fosse nesse sentido.

As alterações que a plataforma ia suportar, para além de serem referentes à mudança na visualização de dados e *layout* da interface gráfica, acompanhariam da mesma forma, o processo de expansão que se encontra de momento a decorrer na fábrica com nova parametrização do *software*. Este processo seria separado em 3 fases, como apresentado no Anexo E, e onde em cada uma delas estaria integrada uma componente de instalação de *hardware* e *upgrade* de *software*. Como parte do pressuposto não foi possível, a empresa continuou a manter a plataforma com as disposições iniciais (apresentadas no penúltimo capítulo do caso de estudo), acrescentando apenas os novos pontos de monitorização oriundos da expansão. De forma a colmatar esta lacuna foi então procedido o acompanhamento de toda a instalação elétrica, que essa sim inevitavelmente iria acontecer, para responder às necessidades atuais da fábrica.

Posto isto, na Parte A será exposto todo trabalho desenvolvido antes da suspensão do estágio e que corresponde aos seguintes objetivos específicos: apreciação das medidas já implementadas, a *proposta* de atualização do *software* de gestão de energia com base nas fragilidades encontradas, podendo estas contribuições serem aplicadas no seu sucessor e, a definição de uma equipa de gestão energética juntamente com possíveis objetivos SMART a alcançar.

A Parte B corresponde a todo o trabalho que se desenrolou pós suspensão de possibilidade de trânsito<sup>1</sup>, sendo este adequado à nova realidade do investimento e dos próprios objetivos do estágio.

Já a Parte C é referente a uma análise geral dos resultados da Parte A e da Parte B, bem como é onde é feita uma validação por parte da empresa ao trabalho desenvolvido.

## PARTE A

### 4.1 Análise Pareto do consumo energético

Para se analisar os encargos energéticos da fábrica ao detalhe, procedeu-se à aplicação do *Princípio de Pareto* (ou *regra do 80/20*). Por definição, este não é mais do que uma técnica estatística que permite identificar, na maioria dos casos, 20 % das causas responsáveis por 80 % dos efeitos; ou seja, de onde são provenientes 80 % dos consumos energéticos da organização.

Com base no relatório anual de consumos extraído do *software SCADA PowerStudio*, e disponível no Anexo F, e atendendo à distribuição dos consumos de energia por quadro elétrico, elaborou-se um diagrama de Pareto, a consultar na Figura 32, sendo pretendido evidenciar quais os quadros elétricos (causas) que carecem de priorização uma vez que são estes que apresentam maiores consumos (efeitos). Contudo, aquando da elaboração do mesmo, verificou-se que a percentagem referente a alguns quadros era pouca ou de nenhuma expressão, sendo excluídos nesta representação.

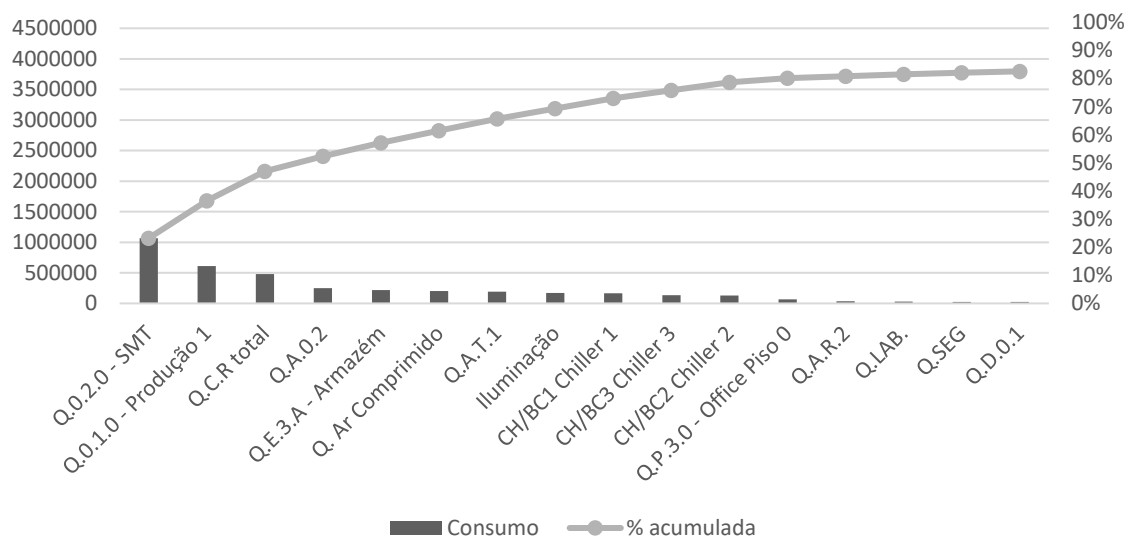


Figura 32 - Análise Pareto do consumo energético anual de 2019.

<sup>1</sup> Portugal declarou o estado de emergência entre 18 e 2 de maio, o que impediu as deslocações, pelo que o estágio foi suspenso durante esse período.

Da leitura dos dados da Figura 29, várias são as informações a ressaltar. A primeira prende-se de nesta relação direta entre quadros elétricos e qual o impacto dos maiores consumidores, o consumo de energia não é de 100 %. Isto indica, que estando a fábrica sujeita a monitorização em todas as áreas e atendendo ao facto de a mesma ser guarnecida de um sistema de ar comprimido que a alimenta, que os 15 % é energia perdida por meio de fugas de ar comprimido, principalmente nas linhas de produção.

A segunda, é que são apenas três quadros elétricos, Q.0.2.0 – SMT, Q.0.1.0 – Produção 1 e Q.C.R total, responsáveis por 47 % do consumo energético. Este, aliado aos 15 % de perdas em fugas de ar comprimido representam mais de metade do consumo de energia da instalação.

Em relação à primeira evidência seria interessante que houvesse um plano de monitorização e verificação de fugas de ar comprimido, ferramenta esta que iria permitir uma maior e melhor tomada de consciência relativa ao seu uso e de que forma estas perdas poderiam ser extintas. Relativamente à segunda foram já tomadas medidas entre as quais relativas:

- Q.C.R total – com a sua implementação em janeiro do presente ano, sendo apresentada no subcapítulo seguinte juntamente com outras medidas de eficiência energética.
- Q.0.2.0 – SMT – sendo um setor que se encontra em expansão e pelas atividades produtivas nele desempenhadas corresponderem a grande parte do negócio da empresa será perceptível a sua representatividade. No entanto, e observando o Anexo E, não há uma parametrização do consumo de todos os fornos das nove linhas de montagem existentes. A necessidade de regularizar esta situação e acompanhando a tendência de crescimento do setor SMT, são apresentadas nos subcapítulos seguintes as medidas também aplicadas.

## 4.2 Apreciação de medidas previamente implementadas

### 4.2.1. Sistema AVAC da *Clean Room*

#### **Situação inicial**

Como referido anteriormente, por ser uma área que carece de requisitos ambientais próprios, a CR dispõe de um sistema AVAC individual. Neste sistema estão integrados três grupos frio (todas unidades produtoras de água refrigerada, comumente conhecido como *chillers*, sendo um reversível em bomba de calor), várias UTAs – uma para cada compartimento, três salas limpas, armazém, *airshower* e vestiários – que permitem a produção de água quente e fria para a climatização dos diferentes compartimentos. Estas exigências são refletidas em consumos energéticos muito expressivos, ainda mais pelos equipamentos do sistema laborarem em permanente, incluindo aos fins-de-semana.

Ao identificar esta situação, e sabendo que à exceção de alguns os fins-de-semana o setor se encontra inoperacional, a empresa reconhece a viabilidade de racionalizar o consumo energético das UTAs através da redução do caudal de circulação e das próprias exigências de temperatura do ar durante as alturas sem ocupação, sem que haja repercussões ambientais para o setor, mantendo este as condições mínimas requeridas.

### **Situação atual**

De forma a reduzir o consumo apresentado pela Clean Room, e conseqüentemente os elevados custos energéticos, recorreu-se ao uso de um autómato para criar um modo de funcionamento. Esta medida energética tem em conta o sistema já existente, onde é incorporado o modo de funcionamento *standby* para as várias UTAs nos períodos onde não se verifica ocupação, a otimização do ponto de vista gráfico e funcional da consola e alterações ao automatismo de controlo das portas em caso de emergência.

Atualmente o sistema possui três modos de funcionamento, designados por Em Serviço, Fora de Serviço e *Standby*. Estes consistem, respetivamente, em operacionalidade total em conformidade com os requisitos das salas, desligado durante os fins-de-semana em que efetivamente não irá haver ocupação e o *Standby* que é ativado quando sensores de presença (também instalados), presentes em cada uma das salas, detetam inatividade por um período de, aproximadamente, 45 minutos ou quando os utilizadores o acionam.

Acionado o modo de *Standby*, os equipamentos de climatização e de pressurização são induzidos num estado de poupança de energia, que consiste na diminuição da frequência de ventilação expressa pela redução dos caudais de circulação das UTAs entre 20 % a 30 % (através de variadores de velocidade) e das exigências de temperatura em cerca de 20 %. A comparação dos parâmetros de climatização da CR nas diferentes situações, pode ser observada na Tabela 9.

Tabela 7 - Comparação da parametrização antes e depois da instalação do autómato  
(Legenda: T – Temperatura; HR – Humidade Relativa; P – Pressão).

	Situação inicial	Situação atual	
<b>Modos</b>	Em serviço	Em serviço	<i>Standby</i>
<b>Ventilação</b>	100 % 24h/7	100 %	50 – 60 %
<b>Requisitos salas</b>	T (°C): 20 - 22	T (°C): 20 – 22	
	HR: 40 – 70 %	HR: 40 – 70 %	Não garantidos
	P: 30 Pa	P: 30 Pa	

#### 4.2.2. Sistema de ar comprimido

As melhorias efetuadas no sistema de ar comprimido tiveram por base a aplicação de três medidas de cariz distinto.

A primeira com a obtenção de um compressor mais eficiente de acionamento de velocidade variável (do inglês *Variable Speed Drive -VSD*). Pelo compressor ser dotado desta tecnologia, há um maior controlo da variação da velocidade da rotação do motor, adaptando o caudal de ar comprimido produzido às variações instantâneas do perfil, isto é, alterar a velocidade de compressão de acordo com os requisitos de ar nos vários pontos de utilização. A existência desta variação permite uma melhoria do seu desempenho uma vez que deixa de haver arranques *on-off* no motor, arranques estes que geram correntes iniciais muito elevadas e que são suportadas pela potência contratada para o sistema; estando o consumo de eletricidade faturado diretamente relacionado com a potência contratada, assegurar a sua redução significa reduzir encargos financeiros na fatura energética.

A segunda passou pela instalação de um controlador centralizado, apresentado na Figura 33, que permite a otimização do funcionamento dos três compressores. A adoção pelo controlo centralizado dos compressores viabiliza a seleção do ponto ótimo de cada máquina, ou seja, permite que haja a realimentação da velocidade dos compressores de modo a que a pressão gerada nos mesmos seja a estritamente necessária, sendo preciso a utilização dos três compressores para assegurar o funcionamento do sistema de ar comprimido. Isto resulta numa melhor gestão do consumo, proporcionando uma maior racionalização de energia. Além do mais, a implementação deste sistema para além de envolver menores custos de monitorização e manutenção uma vez que garante a ocorrência de desgastes semelhantes entre os compressores, também garante que a heterogeneidade dos modelos dos compressores seja otimizada num único sistema e a reunião dos alarmes gerais dos mesmos.



Figura 33 - Controlador centralizado presente na sala de compressores.

A última medida consistiu na implementação de um sistema de exaustão de forma a não permitir o sobreaquecimento da sala de compressores, dado que a *performance* dos mesmos seria comprometida pela temperatura envolvente.

#### 4.2.3. Sistema AVAC zona de produção SMT

##### **Situação inicial**

###### 1. Climatização da zona de produção

O sistema AVAC utilizado para a climatização da zona de produção SMT é constituído por três chillers. Estes, enquanto equipamentos de refrigeração, são produtores de água fria e quente, permitindo atender aos requisitos de temperatura e humidade na área produtiva.

Devido à ausência de um sistema de controlo de funcionamento, trabalhavam a 100 %, debitando toda a carga térmica sem balanceamento na produção; tal era verificado por consumos de energia elétrica elevados.

###### 2. Áreas administrativas (escritórios)

Para a renovação de ar nas áreas administrativas, a fábrica dispõe de uma UTAN que permite insuflar e extrair ar diretamente para os espaços, sem a necessidade de passar por condutas. No entanto, o que foi verificado é que a o ar novo que entrava para o interior encontrava-se à temperatura do exterior, criando maior desconforto e a necessidade de maior utilização dos *splits* como forma de climatização das áreas de escritórios.

###### 3. Aquecimento de águas sanitárias

Para a produção de Águas Quentes Sanitárias (AQS), a fábrica dispunha de três termoacumuladores aquecidos por resistências de 2 kW, cada um com capacidade de 100 l que alimentava os chuveiros dos balneários.

##### **Situação atual**

As melhorias levadas a cabo no sistema AVAC tiveram por base a regularização do funcionamento dos *chillers* e o subaproveitamento do calor libertado por estes na climatização e ventilação do setor de produção SMT. As medidas aplicadas levaram à melhoria em três vertentes: (1) ao nível do próprio desempenho dos *chillers*, (2) áreas administrativas (escritórios) e (3) aquecimento centralizado das águas sanitárias como demonstrado na Figura 38.

###### 1. Climatização da zona de produção

A situação anterior fazia com que não houvesse um balanceamento na regulação da ventilação da zona de produção. Porém, com a incorporação de válvulas de bloqueio nas condutas anteriormente à ramificação dos coletores de distribuição de água fria e água

quente, e juntamente com a conexão a um controlador centralizado permitiu, respetivamente, que houvesse um aumento do conforto da temperatura ambiente na área de produção com o reaproveitamento da água quente para as baterias das UTAs e uma regularização das horas de funcionamento e do número de *chillers* em atividade (medida económica).



Figura 34 – Válvulas de controlo de *chillers*.

As restantes melhorias, apresentadas de seguida, tiveram por base a aquisição de um novo coletor de distribuição, ramificado em quatro condutas, estando duas das ramificações ligadas às diferentes áreas onde foram produzidas as melhorias, como demonstrado na Figura 35.



Figura 35 – Coletor de distribuição ramificado em quatro condutas.

## 2. Áreas administrativas (escritórios)

A medida teve por base a colocação de uma bateria hidráulica para o reaquecimento do ar nas zonas terminais da UTAN. Esta alteração permitiu um maior conforto nas áreas administrativas e um menor consumo dos *splits* dos escritórios.

## 3. Aquecimento das águas sanitárias

De forma a reduzir custos e aumentar a eficiência energética da instalação, os três equipamentos foram substituídos por um termoacumulador com capacidade de 500 l e elevado isolamento térmico, como ilustrado na Figura 35.

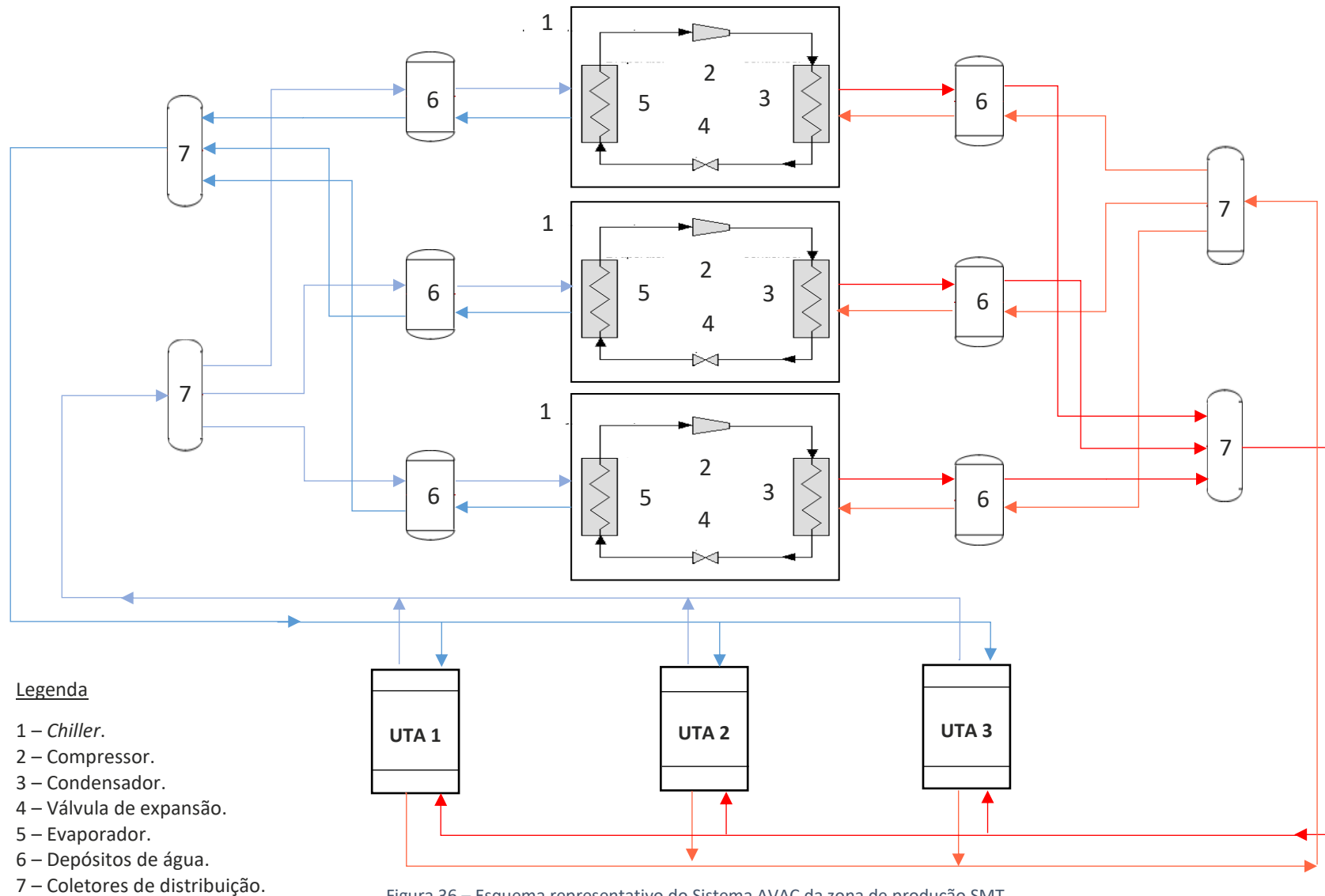


Figura 35 - Termoacumulador de capacidade 500 l.

O sistema de aquecimento aproveita o calor rejeitado nos condensadores dos equipamentos de refrigeração, permitindo a produção de água quente por acumulação de calor para atender à demanda de água quente nos balneários da instalação. Esta medida permitiu, que a água quente utilizada nos chuveiros fosse obtida a custo zero.

Complementarmente, o aproveitamento do calor libertado veio permitir que o sistema assegure, periodicamente, a elevação da temperatura da água aos 60 °C durante 1 h, como controlo para evitar a formação da bactéria *Legionella*.

Nas figura 36 e 37 é apresentado, respetivamente, um esquema referente ao sistema AVAC à priori alterações e sistema AVAC após a implementação das medidas de melhoria para diminuição de consumo energético.



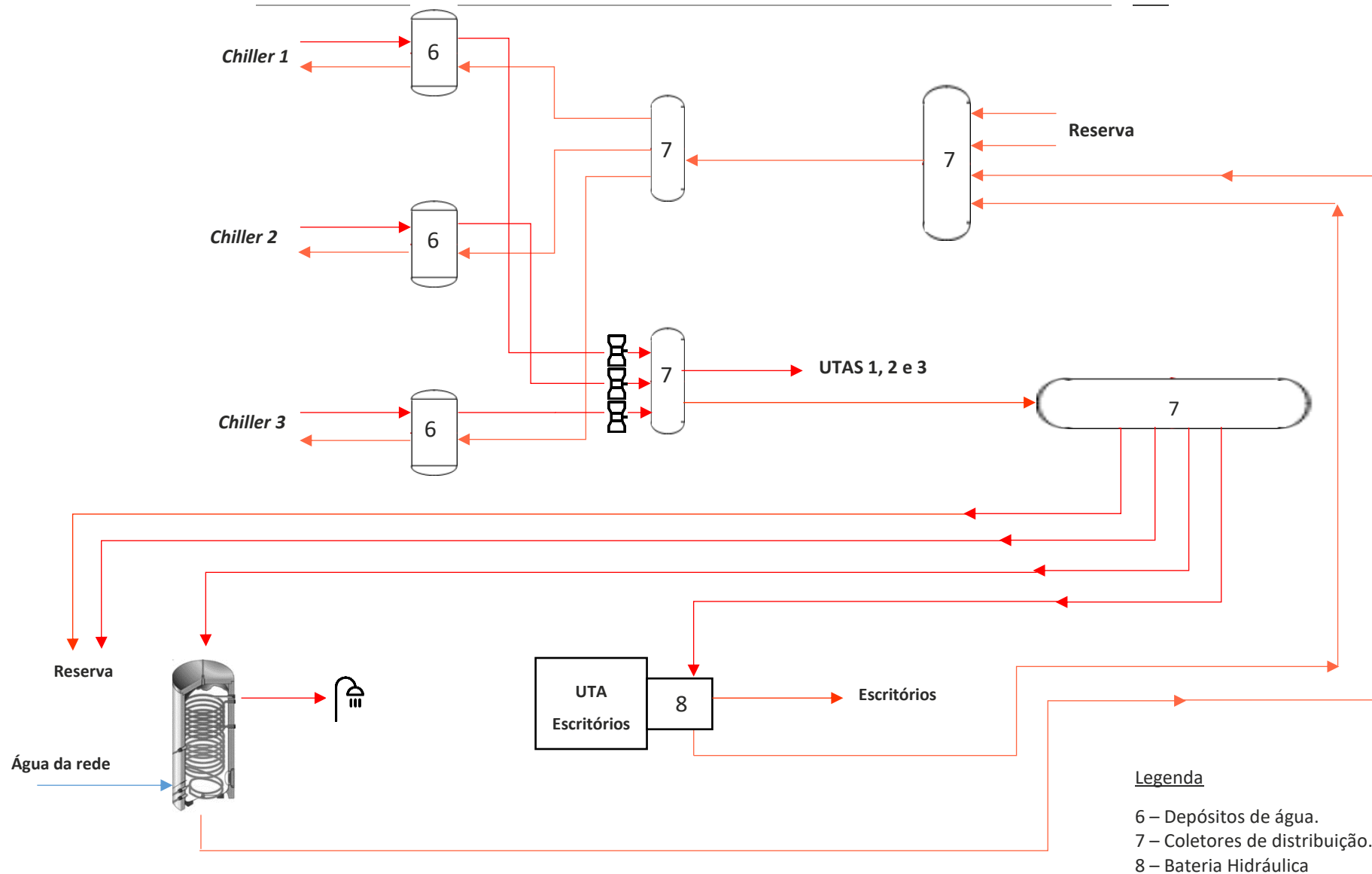


Figura 37 – Esquema representativo das melhorias realizadas no sistema AVAC da zona SMT.

### 4.3 Estudo de medidas de eficiência energética para linhas SMT

A análise da eficiência energética nas linhas de produção SMT foi focada nos equipamentos que, efetivamente, apresentam maiores requisitos energéticos, sendo estes os fornos que no processo produtivo permitem a soldadura das placas de circuito impresso. Por serem equipamentos de elevada potência, a sua análise do ponto de vista energético é interessante e relevante na medida em que podem resultar hipóteses que permitam a alteração das premissas de funcionamento dos fornos e que fomentem o aumento da eficiência energética do processo produtivo.

Aquando do entendimento do funcionamento de uma linha SMT, foram expostas hipóteses, apresentadas de seguida, e que da sua aplicação resultariam menores consumos de energia pelos fornos. No entanto, nenhuma delas pôde ser considerada porque ou já estava adequada à realidade produtiva do setor ou pela impossibilidade da própria hipótese, quer seja por motivos produtivos, económicos ou ambos.

#### **Hipótese 1:** Diminuição da temperatura máxima nas zonas de fusão

Ao analisar a viabilidade desta hipótese, primeiro foi necessário perceber a que requisitos é imperativo o forno atender no processo de soldadura: (1) carga térmica da placa, i.e., a quantidade de calor que deve ser fornecida à placa por unidade de tempo; (2) o requisito da solda e (3) a cadência da linha, tempo definido pelo equipamento mais lento.

Para que se pudesse reduzir a temperatura na zona de fusão, era necessário reduzir a velocidade estabelecida para o processo, o que implicaria uma diminuição da produção. Dado que existem custos fixos de linha que tem de ser mantidos, se se implementasse esta hipótese existiria um aumento do custo da produção, o que, conseqüentemente, iria aumentar o valor do produto final.

#### **Hipótese 2:** Escolha de um tipo de solda diferente com ponto de fusão mais baixo

Ao averiguar esta hipótese, o que seria de esperar como resultado era a diminuição da temperatura do forno, sendo os requisitos de temperatura gerais mais baixos, o que se extrapolava num menor consumo de energia elétrica dos fornos.

De facto, existem outros tipos de solda, nomeadamente, de Indium e Bismutu que poderiam ser utilizadas para ligas. Contudo ambas são detentoras de ambiguidades que presentemente impedem a sua utilização.

A primeira, apesar de ser um material melhor, é detentora de uma denominação que a qualifica como um material raro, ou seja, esta sua qualidade torna o material consideravelmente mais caro, o que presentemente inviabiliza a sua utilização.

A segunda, a utilização da liga de Bismutu, torna as juntas de soldadura frágeis o que na presença de componentes BGA, que são cada vez mais presentes em circuitos impressos, leva ao aumento do risco de fraturas nas juntas de soldadura. Além dessa desvantagem, apresenta também a limitação de não suportar ciclos térmicos mais elevados.

A impossibilidade desta hipótese tem por base a contínua evolução tecnológica, que faz que sejam cada vez mais utilizados componentes de reduzidas dimensões. Para a implementação de uma destas ligas no processo de soldadura era, impreterível, uma reavaliação e requalificação do processo, na medida em que seria necessário testar a fiabilidade dos produtos, verificação das legalidades e certificações inerentes ao processo, entre outros.

**Hipótese 3:** Aumento da transferência de calor através do aumento de condições de convecção no forno.

A convecção é feita pela circulação de ar forçado mecanicamente através de uma placa que contém uma resistência térmica, como apresentado na Figura 38.

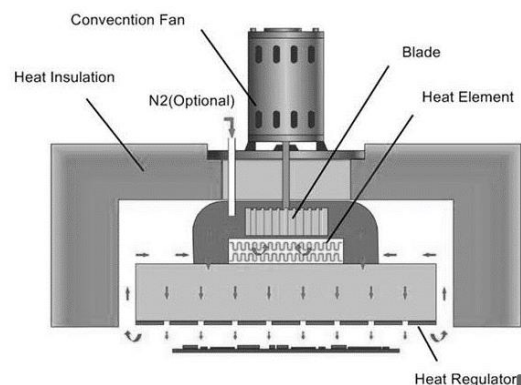


Figura 38 - Esquema representativo da convecção da circulação por ar quente forçado.

Aumentar a transferência térmica num processo de convecção implica aumentar o fluxo de ar quente por unidade de tempo, ou para o mesmo fluxo por unidade de tempo, aumentar a temperatura da resistência. A primeira solução aumenta a velocidade com que o ar quente é soprado através da resistência. Ignorando o tipo de fluxo (turbulento ou laminar), o aumento da velocidade iria implicar um aumento da força com que o ar choca com os componentes. Como estes só estão fixos pela viscosidade da pasta de solda, este aumento de força de deslocação do ar iria implicar o risco de que os componentes mais pequenos fossem deslocados na, ou mesmo da, PCB. Já a segunda solução iria aumentar o consumo de energia. Ao verificar-se estas duas condições, nenhuma permite que esta hipótese seja viável.

**Hipótese 4:** Mudança no formato da esteira do forno.

Como entendido pela hipótese anterior, o forno tem sempre de funcionar em convecção de ar quente foçada, senão a eficiência da transferência térmica seria muito baixa e, como consequência, as placas teriam de ficar dentro do forno um tempo incompatível com o tempo de ciclo da linha. Isto significa que o ar tem sempre de ser soprado sobre o PCB em velocidade, porque só desta forma é garantido o volume de ar em quantidade para o correto aquecimento do PCB em tempo útil. Porém, a velocidade do ar tem de ser regulada de forma a assegurar que não há um regime demasiado turbulento na superfície do PCB, caso contrário os componentes voavam para todos os lados. Desta forma é necessário que exista um elemento regulador do fluxo de ar quente o mais próximo possível da superfície de PCB. Adicionalmente, é necessário salvaguardar que da superfície deste elemento regulador até a superfície do PCB existe a distância suficiente para soldadura dos componentes mais altos.

Pelo facto de os componentes estarem seguros à placa apenas pela adesividade da solda, o ângulo que a esteira parabólica teria para evitar uma inclinação muito grande da placa, assegurando as premissas previamente esclarecidas, faria com que o forno fosse incrivelmente comprido. Complementarmente, há ainda uma diferença de pressão entre a entrada e saída do forno, cujo objetivo é permitir que o ar quente que já foi usado na zona de entrada mas que ainda tem energia disponível, seja aproveitado na saída do forno e dessa forma se faça alguma compensação na temperatura requerida nas zonas de saída para atingir o perfil.

**Hipótese 5:** Melhoria do tempo de processo com recurso à metodologia SMED

A metodologia SMED, acrónimo para a palavra inglesa *Single Minute Exchange Die*, quando aplicada é uma ferramenta que permite aumentar a eficiência produtiva através da redução de custos de produção. Esta eficiência é conseguida com a diminuição do tempo de *setup* de uma máquina, o que significa um menor tempo de inatividade de equipamentos.

Por produzirem PCB distintos para as mais variedades de produtos, o tempo de paragem da máquina é um fator a considerar quando o objetivo é reduzir os custos associados à imobilização do equipamento para troca de componentes. Contudo esta metodologia já se encontra adaptada à realidade da fábrica instituída de duas maneiras.

Na primeira, a mudança no *setup* decorre apenas de alteração em *software*, i.e., havendo um paralelismo entre os *outputs* da linha é mantida a mesma base de componentes, contudo no final da linha os produtos obtidos são diferentes e então a alteração baseia-se apenas no *software* para que este esteja programado para as pequenas diferenças entre produtos.

A segunda, tem por base uma mudança de *hardware*, ou seja, uma alteração física dos componentes (rolos), uma vez que os produtos obtidos são completamente diferentes. Estes rolos, são produzidos de acordo com o que é estabelecido para a produção de cada

linha, sendo já preparados antecipadamente antes da mudança da produção da linha. Esta segunda forma, inevitavelmente, necessita da paragem da máquina.

#### 4.4 Equipa de gestão energética e objetivos SMART

Assegurar o sucesso de um SGE e garantir a melhor performance de uma unidade industrial implica uma contínua análise dos fluxos de energia presentes com vista à sua racionalização. Remetendo ao conceito de *energy efficiency gap*, uma melhor gestão dos recursos energéticos depende não só da implementação de alterações físicas do sistema, mas também da gestão do ponto de vista teórico.

A criação de uma equipa competente e especializada é uma das formas mais inteligíveis de coordenar e garantir a gestão de energia no seu sentido lato. A sua conceção tem por base a decisão da gestão de topo em eleger um representante da gestão na organização dedicado e capaz de intervir no funcionamento energético da empresa e a assegurar a correta execução do sistema de gestão de energia. Dependendo da heterogeneidade do sistema e metodologia adotada, o responsável, reconhecido como gestor de energia, fica incumbido do estabelecimento de uma equipa de energia multidisciplinar e multi-hierarquica com conhecimentos específicos de energia e dos equipamentos e processos da empresa, que apoiará o bom funcionamento das distintas tarefas que o sistema exige.

Na tabela 10 são apresentados os diferentes cargos e respetivas funções que uma equipa de gestão de energia deverá incluir.

Tabela 8 - Função de cada elemento da Equipa de Gestão Energética.

Posição hierárquica	Funções
<u>Gestão de topo</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar à disposição os recursos financeiros e humanos necessários ao desenvolvimento e implementação da política de gestão de energia;</li> <li>• Nomear um gestor de energia e aprovar a formação da equipa de gestão de energia;</li> <li>• Avaliar e aprovar a política de gestão energética;</li> <li>• Comunicar a importância da gestão de energia a todos os departamentos da organização.</li> </ul>
<u>Gestor de energia</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição da política de gestão energética com inclusão de planos de ação, objetivos, monitorização e avaliação;</li> <li>• Planeamento e implementação de projetos de energia;</li> <li>• Caracterização do fluxo de informação sobre os dados energéticos da empresa;</li> <li>• Desenvolvimento formações para melhorar a eficiência energética a nível operacional;</li> <li>• Coordenação da implementação de medidas que constem em auditorias energéticas.</li> <li>• Conhecimento em legislação relevante</li> <li>• Comunicar decisões à gestão de topo.</li> </ul>

Tabela 9 - Função de cada elemento da Equipa de Gestão Energética (Continuação).

Posição hierárquica	Funções
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição da política de gestão energética com inclusão de planos de ação, objetivos, monitorização e avaliação;</li> <li>• Planeamento e implementação de projetos de energia;</li> <li>• Caracterização do fluxo de informação sobre os dados energéticos da empresa;</li> <li>• Desenvolvimento formações para melhorar a eficiência energética a nível operacional;</li> <li>• Coordenação da implementação de medidas que constem em auditorias energéticas.</li> <li>• Conhecimento em legislação relevante</li> <li>• Comunicar decisões à gestão de topo.</li> </ul>
<u>Responsável Técnico</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especializado e responsável pelos diferentes sistemas energéticos;</li> <li>• Gestão da aquisição de dados provenientes do sistema de monitorização;</li> <li>• Suporte na tomada de decisão contribuindo com conhecimento técnico para identificação de oportunidades de economia energética;</li> <li>• Elaboração e execução de planos de medição e verificação de forma a manter o funcionamento e fiabilidade do sistema de medição de consumos de energia. Implementar estratégias de controlo dos equipamentos para deteção e resolução de anomalias de forma a otimizar o seu funcionamento.</li> </ul>
<u>Analista de Dados Energéticos</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeamento e avaliação do consumo de energia da instalação (equipamentos e sistema);</li> <li>• Efetuar análise tarifária de energia elétrica;</li> <li>• Identificar oportunidade de melhoria com base na análise dos dados energéticos</li> <li>• Elaboração de relatórios periódicos com a descrição de problemas e proposta de medidas de correção</li> </ul>
<u>Responsável de Melhoria Contínua</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimentos em gestão de projetos;</li> <li>• Implementar sistema de monitorização que avalie a eficácia das medidas de melhoria implementadas;</li> <li>• Implementar sistema de alarme que informe sempre que forem detetados consumos superiores aos expectáveis ou problemas nos equipamentos;</li> <li>• Garantir a operação e manutenção dos equipamentos;</li> <li>• Implementar estratégias de otimização.</li> </ul>
<u>Técnico de operação e manutenção</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar estratégias de otimização;</li> <li>• Garantir a operação e manutenção dos equipamentos;</li> <li>• Implementar ajustes temporários de horários.</li> </ul>

Quando implementada uma equipa de gestão energética, a definição de uma política energética para o SGE deve englobar, dentre outros fatores, a definição de objetivos a serem alcançados pela empresa de forma a contribuir para a melhoria contínua do sistema energético. Contudo, na definição de objetivos, é necessário o conhecimento das necessidades reais e das ineficiências do sistema para que estes sejam projetados de acordo com a metodologia *Specific, Measurable, Achievable, Relevant and Time-Based (SMART)*. Ao seguir-se este critério, é evitado que sejam definidos objetivos vagos, irrealistas e que não respeitem o verdadeiro significado do acrónimo.

De acordo com a realidade da empresa consideram-se objetivos SMART:

1. Redução relativa de 10 % de energia elétrica através da instalação de programas de monitorização contínua de fugas de ar comprimido no final da reestruturação da nova área de produção.
2. Estudo para aproveitamento de 20 % do calor libertado pelos compressores no trabalho de compressão do ar para climatização da nova zona produtiva.
3. Com a expansão da zona produtiva, reduzir 10 % dos encargos financeiros com a energia elétrica consumida através da mudança do período de funcionamento dos equipamentos das HC para HV ou HSV no primeiro ano a seguir à instalação total das linhas.
4. Criação, implementação e execução de um projeto, até ao final do ARCE, para fomentar a adequação comportamental, cultura de ecoeficiência e consciencialização para a utilização racional de energia, evitando o desperdício da mesma, dentro da organização e que contribua para a redução em 5 % do consumo de energia elétrica.

## PARTE B

### 4.5 Energy Awareness

Ser energeticamente eficiente é um conceito e objetivo que deve ser partilhado por todos os colaboradores e fazer parte da cultura da empresa. O comportamento individual constitui um dos maiores fatores de incerteza, tanto pelo seu impacto indireto no potencial de poupança que é possível obter, quer pelo impacto que transformações comportamentais podem vir a surtir no consumo de energia.

Em consonância com os objetivos estabelecidos para o estágio e a fim de alertar para o desperdício de energia, procedeu-se a uma verificação de energia nos diferentes postos de trabalho. Esta verificação foi praticada em toda a fábrica, desde zonas administrativas até chão de fábrica, contudo de maior incidência nos diferentes setores de produção da fábrica. O recurso a esta abordagem teve como propósito advertir para a alteração da componente comportamental de cada colaborador e fomentar o envolvimento de todos através de práticas diárias mais sustentáveis, como o simples ato de desligar uma luz.

Com o auxílio de uma *checklist* interna para o propósito, e disponível no Anexo G, foi executada uma verificação aos postos de trabalho de forma a reconhecer quais os equipamentos que eram deixados ligados durante o período de almoço, sendo estes ares condicionados e luzes nos escritórios e toda a instrumentação de trabalho nas linhas de produção. No entanto, este não foi um trabalho independente que com a realização diária da verificação de energia estimulasse a adequação de comportamentos. Em articulação foi enviado um email, presente no Anexo H, a todos os *line leaders* da produção e respetivos *team leaders* para que sensibilizassem os membros das suas equipas para a imprescindibilidade de se ser energeticamente eficiente e que acompanhassem a autora deste trabalho em duas verificações, uma inicial e outra final, de forma a constatarem o potencial de redução de consumo energético e a poupança energética conseguida fruto da adequação comportamental. Como efeito do respetivo email, poucos foram os *feedbacks*, exceto de uma *line leader* em particular que permitiu um ajuste da *checklist*, a consultar no Anexo I. Este ajuste serviu para que esta fosse mais eficaz e não tivesse em consideração equipamentos que se encontram associados ao quadro elétrico da linha. Com a adaptação da *checklist*, esta passou a ser mais direta e possibilitou que fosse elaborada uma análise económica da poupança energética que seria obtida, se os equipamentos independentes nas linhas e que possuem botão de ON/OFF fossem desligados, sendo estes luminárias industriais, ferros de soldar, ionizador *mini blower*, exaustores de fumo e ionizadores retangulares.

Na tabela 11, é apresentado o consumo global dos equipamentos previamente referidos bem como a poupança mensal e anual que seria obtida se estes fossem desligados.

Tabela 10 - Poupança dos encargos energéticos e financeiros.

Equipamento	Poupança energética anual [kWh]	Poupança anual [€]
Luminárias industriais	10 560	573,95
Ferros de soldar	13 200	717,44
Ionizador mini blower	634	34,43
Exaustores de fumo	13 464	731,79
Ionizador retangular	3696	200,88
<b>Total</b>	<b>41 554</b>	<b>2 258,52</b>

Embora a poupança não represente um valor muito significativo, e atendendo que é apenas apresentado as poupanças energéticas de cinco equipamentos presentes nas linhas de produção, representa capital que é perdido e que, se disponível internamente, poderia ser aplicado em projetos de cariz energético. É nesta ótica que a adequação e incentivo a comportamentos energeticamente sustentáveis são fulcrais uma vez que podem auxiliar os esforços da empresa para conservar energia em ações posteriores.

#### 4.6 Proposta de melhorias no *software* de gestão de energia

Por ser um dos objetivos estabelecidos no *RoadMap* da empresa e se aliar a um conjunto de outras metas externas à tarefa incumbida, foi realizada uma reunião com a empresa Smartwatt, responsável pela instalação do sistema de gestão de energia da fábrica. A reunião teve lugar na Bosch de Ovar, no dia 7 de maio de 2020 e onde foram discutidos os seguintes objetivos:

1. Estratégia para a nova parametrização do sistema Smartwatt;
2. Definição do número de analisadores a adquirir e locais de colocação;
3. Alterações à plataforma da Smartwatt;
4. Definição e formação de novos utilizadores.

Descritas as funcionalidades do *software PowerStudio* SCADA no subcapítulo 3.5 e na impossibilidade de levar a cabo os objetivos 3 e 4 para que este funcione de forma mais intuitiva, ficam sugestões de funcionalidades que poderiam ser acrescentadas ao *software* e que permitiriam um melhor proveito do sistema de monitorização:

1. Adição de valores referência de consumo a cada um dos pontos de contagem. Este valor deve ser relativo tanto ao máximo e ao mínimo de consumo de energia, para que seja possível um acompanhamento mais restrito e se ter acesso a dias, semanas ou meses em que o consumo foi ultrapassado.
2. Desenvolvimento / definição de valores de indicadores de desempenho energético para que seja mais fácil fazer o acompanhamento da *performance* da instalação. Para uma maior perceção do progresso, para além destas correlações serem feitas anualmente, poderiam ser também realizadas mensalmente. Ao

integrar-se esta funcionalidade no sistema, os indicadores gerados iriam ser muito mais coerentes com a realidade de produção da fábrica.

3. Criação de um simulador de tarifários, que tendo por base a análise feita aos consumos iria permitir a possibilidade de exploração de variações de consumo e custo de energia advindas da alteração da realização de atividades em diferentes períodos horários que não os habituais.
4. Emissão de alertas sempre que se ultrapassasse os valores referência estabelecidos e para ausências de registos relativos a consumos, sendo que estes poderiam ser subdivididos em alertas específicos e alertas gerais. Os primeiros, seriam direcionados para os elementos da equipa responsável pela gestão de energia na fábrica, estando estes incumbidos de reunir os dados e proceder ao seu tratamento, análise e realização de relatório, posteriormente, a ser partilhado com a gestão de topo. O segundo, seria um alerta que passaria por informar todos os colaboradores, sem exceção, através da receção de um e-mail para os que disponham de um computador e a nível operacional através dos monitores de informação.
5. Módulo de controlo de faturação que permita a comparação e validação dos valores faturados com os consumos reais, bem como a configuração de alarmes quando receber faturas com valores acima do previsto.

#### 4.7 Parametrização de novos pontos de medição

Com a expansão da manufatura de que a instalação vai ser alvo, nomeadamente no setor SMT que albergará novas linhas de produção, foi proposto pela empresa Smartwatt o fornecimento, instalação e programação de novos pontos de monitorização. Para tal, e de acordo com a distribuição da infraestrutura elétrica, já por eles conhecida, foram apenas levadas a cabo as fases um e dois da proposta geral, expostas no Anexo D.

De forma a responder às necessidades atuais da fábrica e obter-se uma visão desagregada dos consumos das linhas SMT 9, 8, 7, 6 e 5, foi realizada uma alteração do sistema de rede com a instalação e programação de novos pontos de monitorização. Ou seja, foram acrescentados ao sistema equipamentos de medição de energia elétrica dotados de capacidade de comunicação de informação com equipamentos centrais que permitem a coleta e processamento centralizado de dados relacionados com os fluxos de energia das linhas.

Embora o setor fosse medido na sua totalidade e ainda com discriminação de consumos para os fornos (equipamentos de elevada potência) das linhas SMT 1, 2, 3 e UPS a recolha de dados de consumo energético e subsequente tratamento não era de todo esclarecedor. Primeiro pelo facto de os fornos serem de curvas diferentes, o que se

traduzia em consumos distintos, e em segundo pela conjectura feita, com base nos consumos dos fornos com medição, de quais seriam os consumos dos que não se encontravam a ser medidos. Assim, a monitorização geral do setor será realizada com medição dos fornos para as linhas SMT 1, 2, 3 e 4 e com a medição do consumo total das linhas SMT 5, 6, 7, 8 e 9 e, posteriormente com a medição, também total, das novas linhas ainda a serem instaladas.

Fica claro o objetivo final para o controlo / monitorização do consumo energético num dos setores mais impactantes da fábrica em termos de energia elétrica, contudo a forma como será disposta a rede de comunicação do sistema que assegurará essa monitorização será o âmbito final para desmascarar como é feita a recolha de informação da instalação da infraestrutura elétrica e do funcionamento do SGE instalado.

#### 4.7.1 Rede de comunicação e dispositivos utilizados

Anteriormente ao estabelecimento de uma rede de comunicação, constituída por analisadores de energia, conversores e interfaces, é necessário escolher os dispositivos que a vão integrar atendendo à forma como será feita essa comunicação, ou seja, como será feito o diálogo entre os equipamentos. Na figura 39 é exibida, de forma simplificada, a estrutura geral da rede de comunicação da fábrica.

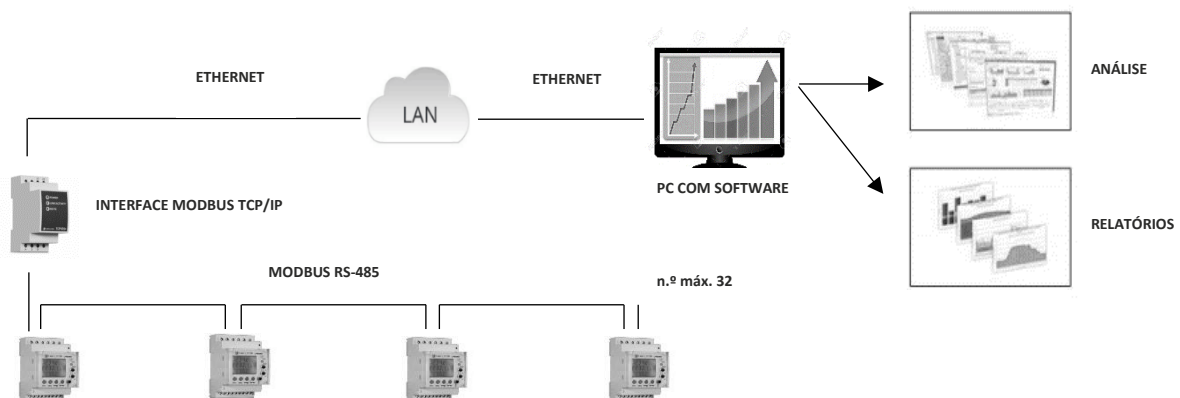






Figura 38 - Estrutura geral da rede de comunicação.

Para que equipamentos de monitorização distribuída comuniquem entre si é crucial a utilização de um mesmo protocolo de comunicação que permita o fluxo de informação entre os mesmos. *Modbus*, utilizado em automação industrial, é um protocolo de comunicação de dados entre dispositivos baseado no modelo *master-slave*, que quando feita a ligação em série, um único dispositivo (i.e., configuração *mestre*) controla os outros (i.e., em configuração *escravos*) atuando como centro de comunicação dos dados. Ao nível físico, este protocolo pode ser utilizado em diferentes padrões de interface, entre eles RS-232, RS-485 e TCP, permitindo, ainda, a comunicação entre redes Ethernet, no entanto quando em RS-485, como a comunicação é multiponto, há

vários escravos, mas apenas um mestre responsável pela comunicação, como observado na figura acima [52, 53]. Na Tabela 12 são apresentados os dispositivos utilizados na alteração da rede de comunicação.

Tabela 11 - Lista e localização dos equipamentos utilizados.

Equipamento	Marca/Modelo	Localização
Analisador de rede	<i>Circutor</i> CVM-MINI-MC-ITF-RS 485C 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q.E. normal e de emergência linhas SMT 9, 7 e 6</li> <li>• Q.E. normais linhas SMT 8 e 5</li> <li>• Quadro Geral Fornos SMT</li> </ul>
Transformador de intensidade	<i>Circutor</i> MC3-125 A 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q.E. normais SMT 9, 8, 7, 6 e 5</li> </ul>
	<i>Circutor</i> MC3-63 A 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q.E. emergência SMT 9, 7 e 6</li> </ul>
Conversor de rede (RS-485 – Ethernet)	<i>Circutor</i> TCP1RS-TCP 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posto de Transformação Q.G.B.T. Novo</li> </ul>
Cabo UTP cat 5 AWG U/UTP – 315 m	–	–
Cabo LiYcY – 500 m 2 x 0,75 mm <sup>2</sup>	–	–

Os medidores escolhidos, analisadores de rede CVM-MINI, serão responsáveis pela medição das redes elétricas trifásicas associadas aos quadros de alimentação (normal e emergência) de cada linha e permitem a captura de dados instantâneos e a leitura de parâmetros elétricos medidos como a tensão, corrente, potência ativa e reativa, facilmente visualizados, em tempo real, no LCD presente na parte frontal do dispositivo. Na figura 40 é apresentada de forma esquemática como é feita a ligação dos analisadores à infraestrutura elétrica.

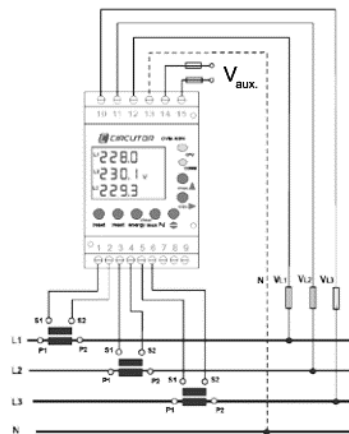


Figura 39 - Representação esquemática da ligação dos analisadores de energia à infraestrutura elétrica [54, pp. 33].

Os Transformadores de Corrente (TI), utilizados em conjunto com os equipamentos de medição, são dispositivos elétricos capazes de medir a corrente elétrica, transformando a corrente primária medida no circuito numa secundária, diretamente proporcional, mais baixa; a corrente secundária ao passar numa resistência provoca uma queda de tensão proporcional à corrente primária a medir. Esta valência viabiliza que, quando elevada a corrente do circuito, seja possível a ligação direta dos analisadores de energia que não tem capacidade de suporte de correntes muito altas.

Os conversores de rede TCP1RS+ são dispositivos de comunicação que possibilitam a conversão da comunicação em série do padrão RS-485 para rede Ethernet através de linguagem TCP/IP para que o sistema comunique com os analisadores de energia. Na Figura 41 é apresentado como deve ser feita a ligação entre um conversor e um analisador de redes.

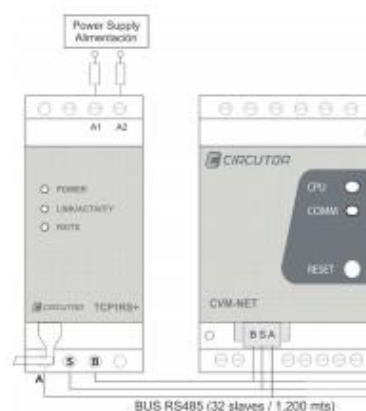


Figura 40 – Representação esquemática da ligação padrão do conversor e analisador de redes em série.

#### 4.7.2 Alterações no sistema de rede

**Fase 1:** Reestruturação da rede de comunicação entre o PT e zona de produção antiga

Procedeu-se à alteração do sistema de rede com a separação do *bus* de comunicação que ligava a zona de produção antiga (FAS), nomeadamente ao quadro elétrico de designação Q.0.1.0, ao PT com interrupção do *bus* no analisador dos fornos. Sendo o padrão utilizado o de RS-485 – que permite uma comunicação multiponto – e o

funcionamento da comunicação entre dispositivos assegurada em protocolo *Modbus*, este estabelece fisicamente o limite máximo 32 dispositivos no *bus*, razão esta pela qual foi feita a desagregação entre o PT e FAS, por já não ser possível acrescentar mais dispositivos. De forma a integrar e para que seja possível o acesso aos dados dos equipamentos associados a este *bus* na rede Ethernet foi instalado no PT um conversor de rede que permite a conversão entre o padrão RS-485 e o padrão TCP/IP e criada uma ligação ao bastidor existente.

Adicionalmente, foi também instalado um analisador de energia no quadro elétrico dos fornos e feita a ligação ao *bus* de comunicação de FAS para que fizesse a leitura global, estando também incluído os consumos do forno da linha SMT 4.

**Fase 2:** Fornecimento, instalação e rede de comunicação dos novos pontos de monitorização das linhas SMT

Para levar a cabo esta alteração, inicialmente procedeu-se à canalização elétrica – passagem de cablagem – isto é, instalação da rede de comunicação desde o PT (onde estará o conversor de rede) até às novas medições (analisadores nos quadros elétricos das linhas), como apresentado nas Figuras 42 e 43, sendo então criado outro *bus* de comunicação de dados, também em modo RS-485, exclusivamente para SMT. São considerados como novos pontos de medição as linhas de produção já existentes na fábrica, sendo estas as SMT 5, SMT 6, SMT 7, SMT 8 e SMT 9.



Figura 41 – Canalização elétrica.

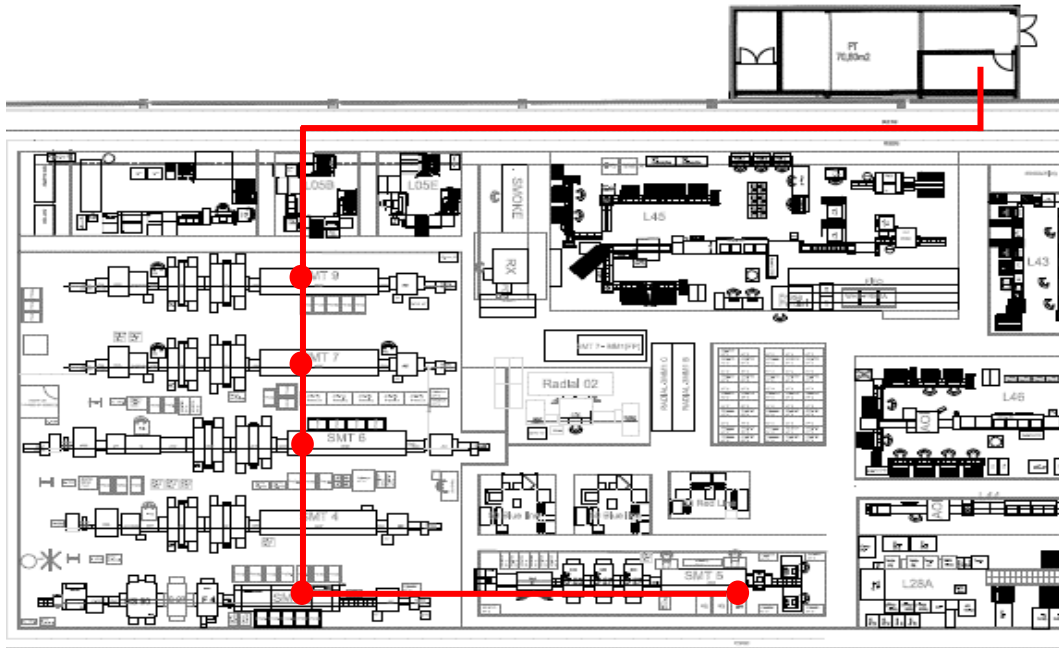


Figura 423 - Representação esquemática da canalização elétrica, onde se podem observar a localização dos novos pontos de monitorização.

Feita a canalização elétrica prosseguiu-se com a instalação, em cada uma das linhas SMT, dos analisadores, transformadores de intensidade (TI) e seccionadores de proteção nas alimentações normal e de emergência. Pode ser observado na figura 44 o antes e o depois da instalação de um analisador de energia num quadro elétrico normal.



(a)



(b)

Figura 434 - Quadro de alimentação normal de linha SMT (a) sem analisador, (b) com analisador.

Feita a instalação dos analisadores de energia nos quadros elétricos das linhas, introduziu-se um outro conversor de rede TCP/IP que possibilita também a conversão de RS-485 para Ethernet para que haja comunicação entre os analisadores das linhas SMT e o sistema, sendo, posteriormente, efetuada a ligação ao bastidor estabelecido no PT.

Por último, realizou-se a configuração da rede de comunicação e teste entre os pontos de monitorização e *software* de energia. Para todos os analisadores de rede instalados e ligados à rede elétrica, as configurações são determinadas pela parametrização nos menus internos dos próprios equipamentos, sendo-lhes atribuídos individualmente um endereço para o qual são enviadas todas as solicitações de dados. Em contrapartida, para ambos os conversores, instalados em cada uma das fases, a comunicação é efetuada através de uma ligação com endereço *Internet Protocol* (IP) fixo da rede, sendo a sua configuração para comunicação do conversor à rede Ethernet é efetivada com recurso ao *software IPSetup*; quando em execução seleciona-se o tipo conversor, TCP 1RS+, insere-se o endereço *Media Access Control* (MAC) – visível na etiqueta lateral do dispositivo – a máscara de rede (*netmask*) e a porta de ligação (*IP gateway*), com estes últimos fornecidos pelo departamento de IT, como presente na Figura 45; após a ligação à Rede de Área Local (LAN) e com o endereço IP configurado, procede-se à configuração das comunicações com o conversor de forma a que este fique conectado ao sistema de comunicação mediante o protocolo *Modbus Transmission Control Protocol* (TCP) – variante do protocolo Modbus.

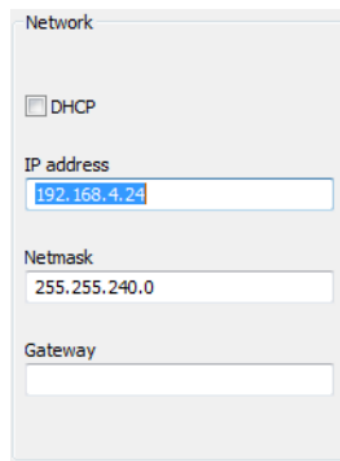


Figura 445 – Configuração no software *IPSetup* da comunicação com o conversor.

Em resumo da alteração do sistema de rede e considerando a disposição dos equipamentos destinados à leitura da energia elétrica, foi desenvolvido pela Smartwatt um esquema síntese da atual ligação da rede de comunicações *Modbus* dos analisadores na fábrica, apresentado na Figura 46.

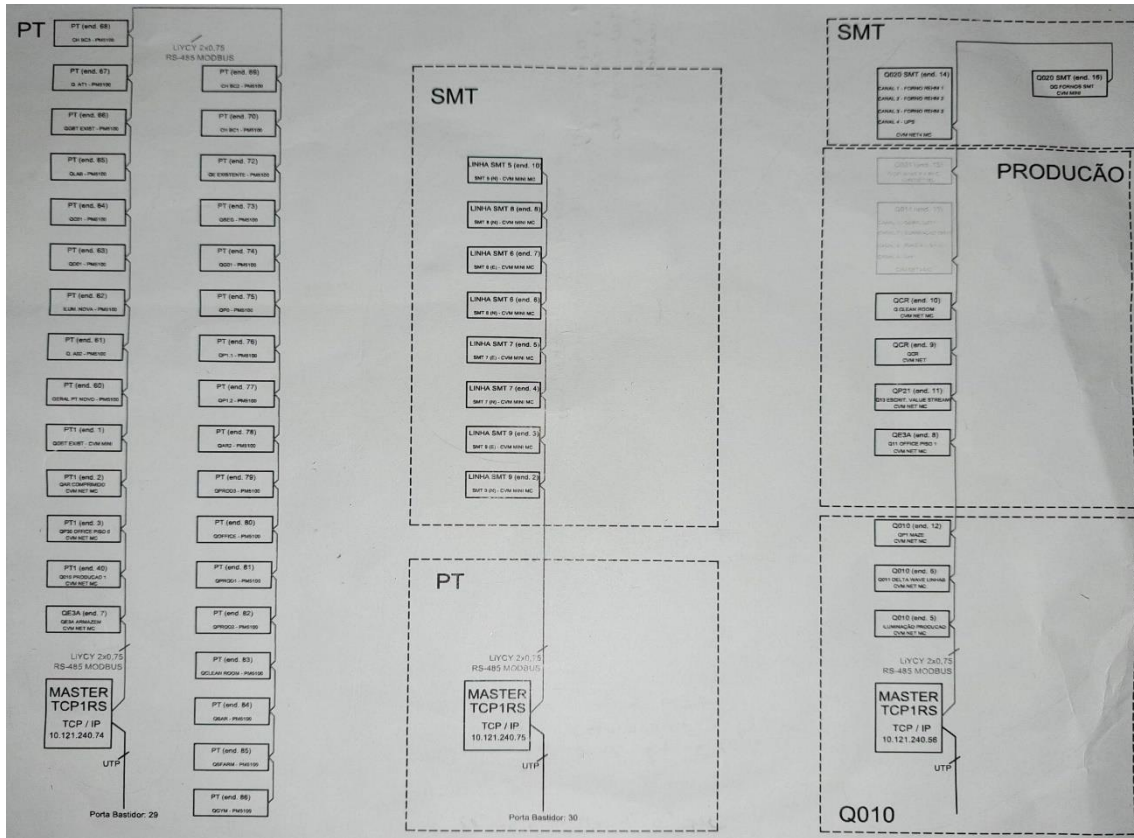


Figura 456 - Esquema da rede de comunicações Modbus dos analisadores de energia.

## PARTE C

### 4.8 Validação dos resultados obtidos

Devido à situação atípica vivida atualmente, a validação que se segue sobre todo o trabalho desenvolvido será mais de carácter qualitativo e não tanto de quantitativo como seria expectável. No entanto, este capítulo será também segmentado em dois subcapítulos, correspondendo um às propostas que a empresa irá ter em consideração e o outro à análise efetuada às restantes temáticas que carecem de uma validação individual.

#### 4.8.1. Validação à análise dos dados obtidos

##### 1. Análise Pareto do consumo energético

Relativamente a este tópico, o que é importante realçar é que efetivamente os setores mais consumidores de energia elétrica, como exposto na Figura 32, já eram conhecidos. Esta análise permitiu, mais uma vez, confirmar o que já era esperado.

##### 2. Apreciação de medidas previamente implementadas

Quanto às alterações realizadas na Clean-Room, o autómato instalado só entrou em funcionamento no início do segundo mês do ano. Em março e abril, e mais uma vez, devido à situação atual de limitações decorrentes da COVID19, a fábrica teve uma redução da sua produção, apresentando valores de consumo que não correspondem às necessidades habituais do setor; o mesmo se verificou em agosto, não pela razão referida, mas por fecho da fábrica para férias. No entanto, nos meses de maio, junho e julho, este setor trabalhou a 100 % sendo possível constatar o funcionamento do autómato implementado e aferir, que com a sua instalação, uma poupança de 7,3 MWh, o correspondente a, aproximadamente, uma redução na ordem dos 20 % de consumo de energia elétrica na Clean Room.

No sistema de ar comprimido, as medidas implementadas não tiveram um estudo por si, as próprias necessidades da fábrica impuseram a obtenção de um novo compressor, e, em simultâneo, de forma a que houvesse um homogéneo funcionamento dos compressores foi instalado o sistema de controlo centralizado. Embora seja reconhecido o aumento da eficiência energética da fábrica no momento, esta pertence a uma indústria que se encontra em crescimento e o que se verificou em eficiência têm-se vindo a tornar uma realidade outra vez.

No entanto, realça-se o desperdício do calor libertado durante o trabalho de compressão do ar, que poderia ser aproveitado para aquecimento a jusante; foi nesta sequência que foi levada a cabo uma reunião com a CCenergia com o intuito de perceber

qual seria o investimento a fazer para o aproveitamento desse calor, sendo este aplicado ou para aquecimento do ambiente do armazém ou inclusão no sistema AVAC da zona de produção para diminuir as necessidades de funcionamento dos *chillers*. Embora sejam medidas impactantes, a primeira de cariz meramente social (com a procura do conforto dos colaboradores) e a segunda em eficiência energética, ambas são carecem de avultados recursos financeiros para investimento, sendo esta a razão para, ainda, não ter sido tomada uma decisão.

As alterações realizadas no sistema AVAC da área produtiva de SMT tiveram por base o estudo teórico do consumo dos *chillers*, a consultar no anexo J e demonstraram ser medidas bastante inteligíveis. O aproveitamento do calor libertado pelos *chillers*, calor este, à priori desperdiçado, uma poupança de 168 255 kWh e um payback de um investimento de 16 826 € de no pior cenário de um ano e três meses. Com a alteração da forma de aquecimento das águas sanitárias, não sendo necessário o consumo de energia elétrica para o propósito. Fazendo uma estimativa da poupança obtida, assume-se que, por média em dia, se tomavam 60 banhos na fábrica, ao que correspondia a um consumo de 660 kW mensais, expressos 430 € anuais.

### 3. Estudo de medidas de eficiência energética nas linhas SMT

Como referido anteriormente, todas as hipóteses que foram apresentadas com o intuito de que pudessem ser adotadas, já se encontravam aplicadas mediante a realidade da fábrica ou não eram viáveis.

Em contrapartida, com o decorrer de um estudo sobre a utilização de uma pasta de solda diferente nas linhas SMT, está a ser explorada uma que atende às características requeridas, entre elas evidenciar um melhor desempenho relativamente ao intervalo para o parâmetro humidade maior – entre os 30 % e os 70 %, contrariamente à utilizada com um intervalo entre 40 % a 60 %. Este aumento permite aferir, que se utilizada nas linhas de produção, irá contribuir para uma diminuição das necessidades do sistema de climatização para a área, traduzindo-se num menor consumo de energia elétrica.

### 4. Parametrização de novos pontos de medição

A configuração de novos pontos de medição nas linhas SMT, irá permitir o acesso a uma coleta de dados dos consumos e fluxos de energia mais transparente, a uma maior organização, controlo e representação sobre a sua monitorização e a uma melhor avaliação ao nível da análise e da gestão da energia, permitindo não só identificar potenciais economias de energia e de capital, mas também analisar a correlação entre linhas.

#### 4.8.2. Validação interna da empresa ao trabalho desenvolvido

Este trabalho teve como âmbito primário a avaliação do sistema de gestão de consumos de energia da unidade industrial Bosch Security Systems, S.A. onde seria feita uma análise da plataforma utilizada pela mesma e propostas de sugestões de melhorias. No entanto, com a interrupção do investimento para a atualização do *software* de gestão

de energia que iria ser o foco para o desenvolvimento deste trabalho, foram definidos novos objetivos que se relacionam com o tópico, entre eles a difusão do conceito de *Energy Awareness* com a realização de verificações de energia para alertar à adequação comportamental e uso racional de energia e foram mantidas as propostas de melhoria no *software SCADA PowerStudio* para que estas fossem consideradas aquando da instalação do novo.

Delineado o Plano de Investimentos da Bosch Security Systems, S.A. para o ano 2021, onde foram salvaguardados investimentos de cariz energético, encontra-se incluído o investimento de capital para a aquisição do software de gestão de energia que o grupo empresarial detém.

Considerados pontos críticos que conduzem à subsistência de lacunas, a ausência da prática e implementação de alguns conteúdos desenvolvidos do decorrer deste trabalho, entre eles (i) a definição de uma equipa de gestão energética, (ii) as fragilidades encontradas no *SCADA PowerStudio* e (iii) a difusão do conceito de *Energy Awareness* e com base no trabalho realizado, o supervisor responsável pela autora informou-a que estes foram internamente validados e que serão considerados aquando da execução da estratégia no Plano de Investimentos do próximo ano; adicionalmente vai ser dada continuidade à realização das verificações internas de energia, de forma mais minuciosa, com objetivo de permitir a realização de um ponto de situação relativo à componente comportamental para o uso racional de energia e identificar possíveis desperdícios que tenham passados despercebidos.

# CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- 5.1 Síntese do trabalho e considerações finais
- 5.2 Sugestões de trabalhos futuros

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 Síntese do trabalho e considerações finais

Como em qualquer indústria, a energia elétrica constitui a base que assegura a realização das atividades produtivas. Esta realidade, vincada por elevados consumos energéticos, atribui à eficiência energética uma maior particularidade, igualando-a às demais fontes de energia renovável, uma vez que da sua aplicação resultam reduções de consumo de energia sendo mantido o nível de serviços e produção. Embora a sua aplicabilidade seja complexa e dependa das necessidades das organizações, são destacados como principais benefícios os de carácter económico, com a dedução do custo anual da fatura energética, e os de carácter ambiental, que contribuem para que as empresas reduzam as suas emissões de GEE e se tornem carbono-neutras.

No âmbito deste trabalho, que visou a procura de medidas de eficiência energética que permitam a redução dos encargos com a energia e do impacto ambiental da produção da Bosch Security Systems, convergiu-se o foco para a importância da gestão de energia a partir de um sistema de gestão que tem como propósito a monitorização dos fluxos e consumos de energia – SCADA *PowerStudio*. Tal é ressaltado pela existência da norma internacional ISO 50001 – Sistemas de Gestão de Energia e do SGCIE, a primeira de índole voluntária e a última como medida regulamentar, para assegurar a gestão do consumo de energia para instalações CIE.

Pela Bosch ser considerada instalação CIE, por se encontrar a cumprir um ARCE e por ter em vista a neutralidade carbónica foram levados a cabo diversos estudos. Primeiramente, foram analisados os consumos energéticos referentes ao ano de 2019 que permitiram a identificação dos setores de maior impacto, sendo estes a CR e SMT, e o reconhecimento do desempenho energético da instalação. Neste seguimento, e tendo sido já executadas medidas de eficiência energética no passado ano, nomeadamente no sistema AVAC da CR e SMT e no sistema de ar comprimido que resultaram na redução de consumo de aproximadamente 20 % de energia mensal, foi levado a cabo a apreciação técnica dessas medidas e o estudo de possíveis outras para racionalização do consumo de energia elétrica nas linhas de produção em SMT. Estas, embora abrangentes, não foram consideradas exequíveis por já se encontrarem aplicadas à realidade da fábrica e mesmo pela sua impossibilidade.

Uma empresa que procure ser energeticamente eficiente terá de apostar na implementação de uma política energética. Inclusos à definição de uma política de energia está a definição de uma equipa de gestão energética que assegura o seu cumprimento e melhoria, no qual foi, também, apresentada uma proposta para a sua definição e caracterização das funções de cada elemento; adicionalmente foram sugeridos alguns objetivos SMART considerados relevantes e de acessível execução. Alertar, fomentar a adequação comportamental relativa ao uso racional de energia foi

outro tópico desenvolvido e, tendo por base a noção de que o comportamento humano é considerado fator de incerteza, desenvolver, promover e estimular a sua prática é uma mais-valia para a empresa que procura racionalizar os seus consumos.

Como “*Informação é poder*”, a parametrização de novos pontos de monitorização assegura a recolha de dados de consumo mais transparente, permitindo o conhecimento real das necessidades em cada ponto e uma melhor gestão energética com recurso ao *software* instalado. Dada a impossibilidade da realização de melhorias no *software* atual foram propostas medidas que melhorariam o desempenho do mesmo na aquisição e tratamento de dados e que o tornariam mais *user-friendly*. Embora este venha a ser alterado, as propostas podem ser ponderadas aquando da aquisição do novo.

Presentemente, a empresa já um se encontra em numa situação de produção normal, na procura e implementação de projetos de eficiência energética e dar cumprimento ao ARCE. Contudo, a otimização do sistema seria melhor conseguida, em comunhão com investimentos em tecnologia, se fossem quebradas barreiras organizacionais, comportamentais e financeiras entre elas a participação e consciencialização dos colaboradores como parte integrante para a efetivação de projetos, uma vez que estes quando incluídos podem constituir um benefício colateral.

Este trabalho, embora seja de vertente mais qualitativa, já teve mérito por realçar um conjunto de ineficiências das quais resultam encargos desnecessários e que podem retratar alguma insegurança energética e, conseqüentemente, financeira.

Apesar das alterações que o trabalho sofreu, e do esforço apreciável por parte da autora em compreender a situação energética e de infraestrutura elétrica da unidade fabril, bem como a sua atividade produtiva que requeria conhecimentos dos quais a mesma não detinha, foi particularmente recompensador perceber que parte do mesmo será tido em consideração em investimentos futuros.

É importante destacar que o título da dissertação remete o leitor para uma temática desenvolvida ao longo de todo o documento diferente à apresentada. Tal deve-se, ao facto de o *core* do mesmo ter sido alterado em virtude da situação pandémica COVID19. No entanto, considerou-se manter o título inicial uma vez que todo o trabalho desenvolvido teve como envolvimento o tema e os assuntos abordados visaram também alcançar e contribuir para uma melhor avaliação do sistema de gestão de energia implementado, embora nunca se tenha, chegado a debruçar sobre essa componente mais prática, no seu sentido lato.

## 5.2 Sugestões de trabalhos futuros

Ainda dentro da mesma temática, de redução e monitorização de consumos de energia, de consciencialização dos colaboradores para a utilização racional da mesma e de forma a maximizar oportunidades de poupança energéticas, ficam como sugestão algumas medidas de racionalização que, algumas embora não tenham sido previamente mencionadas, poderão contribuir para complementar o trabalho desenvolvido e permitirão uma melhoria contínua da unidade industrial.

- Instalação de painéis alusivos ao consumo de energia na área de produção

De forma a integrar os colaboradores, que diariamente não lidam com as questões energéticas, proceder à instalação de painéis alusivos ao consumo de energia instantânea, com apresentação dos IDE's mensais mais relevantes.

A sua instalação visa dar a conhecer e fornecer uma visão integrada do consumo de energia de cada setor da fábrica, contribuindo para a literacia energética e para a adoção de comportamentos mais sustentáveis, sendo esta acompanhada pela constante formação dos colaboradores. Adicionalmente, expunha o consumo de energia elétrica da fábrica advindo da contínua persistência em deixar ligados equipamentos, iluminação durante o fim-de-semana.

- Desenvolvimento de um projeto para alertar os colaboradores da vontade dos órgãos máximos da empresa em direcioná-la rumo a uma economia de carbono zero, possibilitando o seu envolvimento através da consciencialização e adequação comportamental face à utilização racional de energia.

- Aproveitamento do calor libertado pelos compressores
- Todos os objetivos *SMART* apresentados, também devem ser considerados como sugestões para trabalhos futuros.



**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**



## 6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] P. David and A. Giles, “The concept of sustainable development: An evaluation of its usefulness ten years after Brundtland,” 1998.
- [2] “APA - Políticas > Alterações Climáticas > Mitigação > Plano Nacional Energia Clima 2030 (PNEC2030).” [Online]. Available: <https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=117&sub3ref=1621>. [Accessed: 18-Apr-2020].
- [3] Comissão Europeia, “Um Planeta Limpo para Todos Estratégia a longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima,” Bruxelas, 2018.
- [4] “Diário da República, 1.ª série, Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020,” Jul. 2020.
- [5] Comissão Europeia, “Compreender as políticas da União Europeia: Energia,” 2015.
- [6] “PLANO NACIONAL INTEGRADO ENERGIA E CLIMA 2021-2030.”
- [7] “PLANO NACIONAL INTEGRADO ENERGIA-CLIMA - LINHAS DE ATUAÇÃO PARA O HORIZONTE 2021-2030,” 28-Jan-2018. [Online]. Available: <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=0eada7c4-4f17-4d13-a879-6700f302b7e0>. [Accessed: 07-Oct-2020].
- [8] “REGULAMENTO (UE) 2018/ 1999 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO relativo à Governação da União da Energia e da Ação Climática,” Dec. 2018.
- [9] “PLANO NACIONAL ENERGIA E CLIMA 2021-2030.” [Online]. Available: <https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/bloco-3/>. [Accessed: 07-Oct-2020].
- [10] “Energia no meu país | Cinergia - Centro de Informação para a Energia.” [Online]. Available: <https://www.cinergia.pt/pt/energia-no-meu-pais>. [Accessed: 18-Apr-2020].
- [11] “Statistics | Eurostat.” [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00124/default/table?lang=en>. [Accessed: 17-Apr-2020].
- [12] “A nossa história | Bosch em Portugal.” [Online]. Available: <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/a-nossa-historia/>. [Accessed: 07-Oct-2020].
- [13] “O Grupo Bosch no mundo | Bosch em Portugal.” [Online]. Available: <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/o-grupo-bosch-no-mundo/#o-que>

- fazemos. [Accessed: 07-Oct-2020].
- [14] “A nossa responsabilidade | Bosch em Portugal.” [Online]. Available: <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/a-nossa-responsabilidade/#sustentabilidade>. [Accessed: 07-Oct-2020].
- [15] “Relatório de Sustentabilidade Bosch 2019.”
- [16] “Ovar | Bosch em Portugal.” [Online]. Available: <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/bosch-em-portugal/ovar/>. [Accessed: 07-Oct-2020].
- [17] M. Rudberg, M. Waldemarsson, and H. Lidestam, “Strategic perspectives on energy management: A case study in the process industry,” *Appl. Energy*, vol. 104, pp. 487–496, 2013.
- [18] M. Schulze, H. Nehler, M. Ottosson, and P. Thollander, “Energy management in industry - A systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework,” *J. Clean. Prod.*, vol. 112, pp. 3692–3708, 2016.
- [19] K. Tanaka, “Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector,” *Energy Policy*, vol. 39, no. 10, pp. 6532–6550, 2011.
- [20] S. Zheng, C. M. Lam, S. C. Hsu, and J. Ren, “Evaluating efficiency of energy conservation measures in energy service companies in China,” *Energy Policy*, vol. 122, no. November, pp. 580–591, 2018.
- [21] IEA, “Energy Efficiency Market Report 2013: ENERGY EFFICIENCY 2013 Market Trends and Medium-Term Prospects Market Report,” *Int. Energy Agency*, 2013.
- [22] E. Giacone and S. Mancò, “Energy efficiency measurement in industrial processes,” *Energy*, vol. 38, no. 1, pp. 331–345, 2012.
- [23] R. Velasco-Fernández, T. Dunlop, and M. Giampietro, “Fallacies of energy efficiency indicators: Recognizing the complexity of the metabolic pattern of the economy,” *Energy Policy*, vol. 137, no. November 2019, 2020.
- [24] M. C. Felgueiras, J. S. Rocha, and N. Caetano, “Engineering education towards sustainability,” *Energy Procedia*, vol. 136, no. October, pp. 414–417, 2017.
- [25] S. Backlund, P. Thollander, J. Palm, and M. Ottosson, “Extending the energy efficiency gap,” *Energy Policy*, vol. 51, pp. 392–396, 2012.
- [26] A. Mckane, L. Price, and L. Berkeley, “Policies for Promoting Industrial Energy Efficiency in Developing Countries and Transition Economies,” *Energy*, no. May, pp. 1–35, 2007.
- [27] Y. Fernando and W. L. Hor, “Impacts of energy management practices on energy efficiency and carbon emissions reduction: A survey of malaysian manufacturing firms,” *Resour. Conserv. Recycl.*, 2017.
- [28] A. V. H. Sola and C. M. M. Mota, “Influencing factors on energy management in industries,” *J. Clean. Prod.*, vol. 248, 2020.
- [29] M. Croucher, “Potential problems and limitations of energy conservation and energy efficiency,” *Energy Policy*, 2011.
- [30] A. Almeida and et al., “Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética,” *BCSD Port. - Cons. Empres. para o Desenvol. Sustentável; Univ. Coimbra*, p. 47, 2005.

- [31] E. A. Abdelaziz, R. Saidur, and S. Mekhilef, "A review on energy saving strategies in industrial sector," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 1, pp. 150–168, 2011.
- [32] P. Antunes, "A Maturity Model for Energy Management," 2014.
- [33] A. Lawrence, T. Nehler, E. Andersson, M. Karlsson, and P. Thollander, "Drivers, barriers and success factors for energy management in the Swedish pulp and paper industry," *J. Clean. Prod.*, vol. 223, pp. 67–82, 2019.
- [34] M. Johansson and P. Thollander, "A review of barriers to and driving forces for improved energy efficiency in Swedish industry: Recommendations for successful in-house energy management A review of barriers to and driving forces for improved energy efficiency in Swedish industry-Recommendations for successful in-house energy management."
- [35] V. António da Silva Gonçalves and F. J. Mil-Homens dos Santos, "Energy management system ISO 50001:2011 and energy management for sustainable development," *Energy Policy*, vol. 133, no. March, p. 110868, 2019.
- [36] B. Marr, *Key Performance Indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know - Bernard Marr - Google Books*. 2013.
- [37] K. Bunse, M. Vodicka, P. Schönsleben, M. Brühlhart, and F. O. Ernst, "Integrating energy efficiency performance in production management - Gap analysis between industrial needs and scientific literature," *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 6–7, pp. 667–679, 2011.
- [38] I. 50001:2018, "Energy management systems : requirements with guidance for use.," 2011.
- [39] ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade, "Manual de Auditorias Energeticas na Indústria," 2019.
- [40] K. Vikhorev, R. Greenough, and N. Brown, "An advanced energy management framework to promote energy awareness," *J. Clean. Prod.*, vol. 43, pp. 103–112, 2013.
- [41] P. Thollander and M. Ottosson, "Energy management practices in Swedish energy-intensive industries," *J. Clean. Prod.*, vol. 18, no. 12, pp. 1125–1133, 2010.
- [42] A. Brems, D. Gl, E. Steele, and A. Papadamou, "European Commission Library of typical energy audit recommendations, costs and savings Prepared by," 2015.
- [43] AIDA Group, "Sistema de Gestão Energética - Guia Prático," *Proj. + sustentabilidade +competitividade*, pp. 1–75, 2014.
- [44] I. Soares, *Eficiência Energética e a ISO 50001*. 2015.
- [45] "Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia - SGCIE." [Online]. Available: <https://www.sgcie.pt/>. [Accessed: 19-Apr-2020].
- [46] "Direção-Geral de Energia e Geologia." [Online]. Available: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/>. [Accessed: 07-Oct-2020].
- [47] *Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de abril do Ministério da Economia e Inovação*. 2008.

- [48] *Decreto-Lei n.º319/2009 de 3 de novembro do Ministério da Economia e da Inovação*. 2009.
- [49] T. Serrenho, P. Bertoldi, and C. Cahill, "Preparation of the transposition of the Energy Efficiency Directive in Member States," 2015.
- [50] ADENE, *Eficiência Energética na Indústria*. 2004.
- [51] F. G. Durante and M. R. Filho, "AUMENTO DA DISPONIBILIDADE EM UMA LINHA SMT ATRAVÉS DA REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP."
- [52] Modbusorg, "MODBUS Application Protocol Specification V1. 1b," 2006.
- [53] Lantronix, "Modbus Protocol User Guide," 2005. [Online]. Available: [https://modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b.pdf](https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf). [Accessed: 14-Nov-2020].
- [54] Circutor, "CVM Analisadores de redes eléctricas," 2017.

# ANEXOS

- 7.1 ANEXO A: RoadMap de Eficiência Energética
- 7.2 ANEXO B: PReN 2018 – 2025 Bosch Security Systems, S.A
- 7.3 ANEXO C: Layout de chão de fábrica da Bosch Security Systems, S.A.
- 7.4 ANEXO D: Fatura de energia elétrica
- 7.5 ANEXO E: Resumo da proposta da Smartwatt
- 7.6 ANEXO F: Relatório anual de consumo energético extraído do *PowerStudio* SCADA
- 7.7 ANEXO G: Checklist de verificação de energia
- 7.8 ANEXO H: Email enviado a *line leaders* e supervisores para expor a realização de auditorias ao consumo de energia na fábrica
- 7.9 ANEXO I: *Checklist* de verificação de energia atualizada
- 7.10 ANEXO J: Estudo teórico da poupança energética e financeira nos *chillers*



## 7 ANEXOS

### 7.1 ANEXO A: RoadMap de Eficiência Energética

		Process Improvement Roadmap: <b>Energy Efficiency</b>	Start on:	Updated on:						
		Process: Facility Management	1/jan/20	17/mar/20						
<b>Description &amp; Strategic Goals</b>										
It is part of Bosch Ovar purpose to reduce our impact on the environment and use resources sparingly to guarantee a sustainable development. This specific roadmap aims to ensure a strategy regarding energy efficiency measures and also schedule it till 2023 to ensure the continuity of the approach.										
<b>Target Condition and Key Performance Indicators 2020</b>										
Target condition: To be a reference for BT has a sustainable organization for environment (Energy consumption and CO2 absolute tons reduction).										
Key Performance Indicators: CO2 abs reduction according Bosch policy deployment										
<b>Team members</b>										
Owner: Paulo Teixeira										
Team members: Bruno Freitas, Raul Nora, Juliana Pinho, Helder Rocha, External trainees										
<b>Roadmap</b>										
Nr	Field of action	Resp	2020				2021	2022	2023	Status
			Q1	Q2	Q3	Q4				
1	Energy consumption data analysis	External Trainee	Plan							P
		Actual								P
1.1	Infrastructure network know-how	External Trainee	Plan							P
		Actual								P
1.2	Pareto analysis for energy consumption profile	External Trainee	Plan							P
		Actual								P
1.3			Plan							N
			Actual							N
2	Smartwatt SCADA platform update	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
2.1	Improvement of data visualization	External Trainee	Plan							P
			Actual							P
2.2	SCADA aligned with electric installation and facilities	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
2.3	Improve infrastructure for smartwatt (automation+connection to GTC)	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
2.4	SCADA optimization according Data Analyses - Investment analysers, network, Integration)	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
2.5			Plan							N
			Actual							N
3	Value Stream data for energy consumption	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
3.1	Definition of look-a-like of Value Stream data consumption	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
3.2	Data Visualization on VS	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
3.3	KPI monitoring and target definition	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
3.4			Plan							N
			Actual							N
4	Energy Efficiency Team	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
4.1	Energy Team definition and tasks	External Trainee	Plan							P
			Actual							P
4.2	Energy efficiency awareness (Energy Efficiency World)	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
4.3	Energy efficiency requirements definition for project release	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
4.4			Plan							N
			Actual							N
4.5			Plan							N
			Actual							N
5	Energy Management System	Bruno Freitas	Plan							P
			Actual							P
5.1	Define Energy Management System according ISO50001 requirements	Bruno Freitas	Plan							P
			Actual							P
5.2	Internal Audit according ISO50001	Bruno Freitas	Plan							P
			Actual							P
5.3			Plan							N
			Actual							N
6	Peak Load Management	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
7	Shut down Card	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
7.1	Shut Down Card concept definition	Paulo Teixeira	Plan							P
			Actual							P
7.2			Plan							N
			Actual							N
8			Plan							N
			Actual							N
9			Plan							N
			Actual							N

Deadlines and responsibilities of the measure are defined

Implementation of the measure proceeds

Measure has been implemented

Efficiency of the measure is proved



## 7.2 ANEXO B: PReN 2018 – 2025 Bosch Security Systems, S.A.

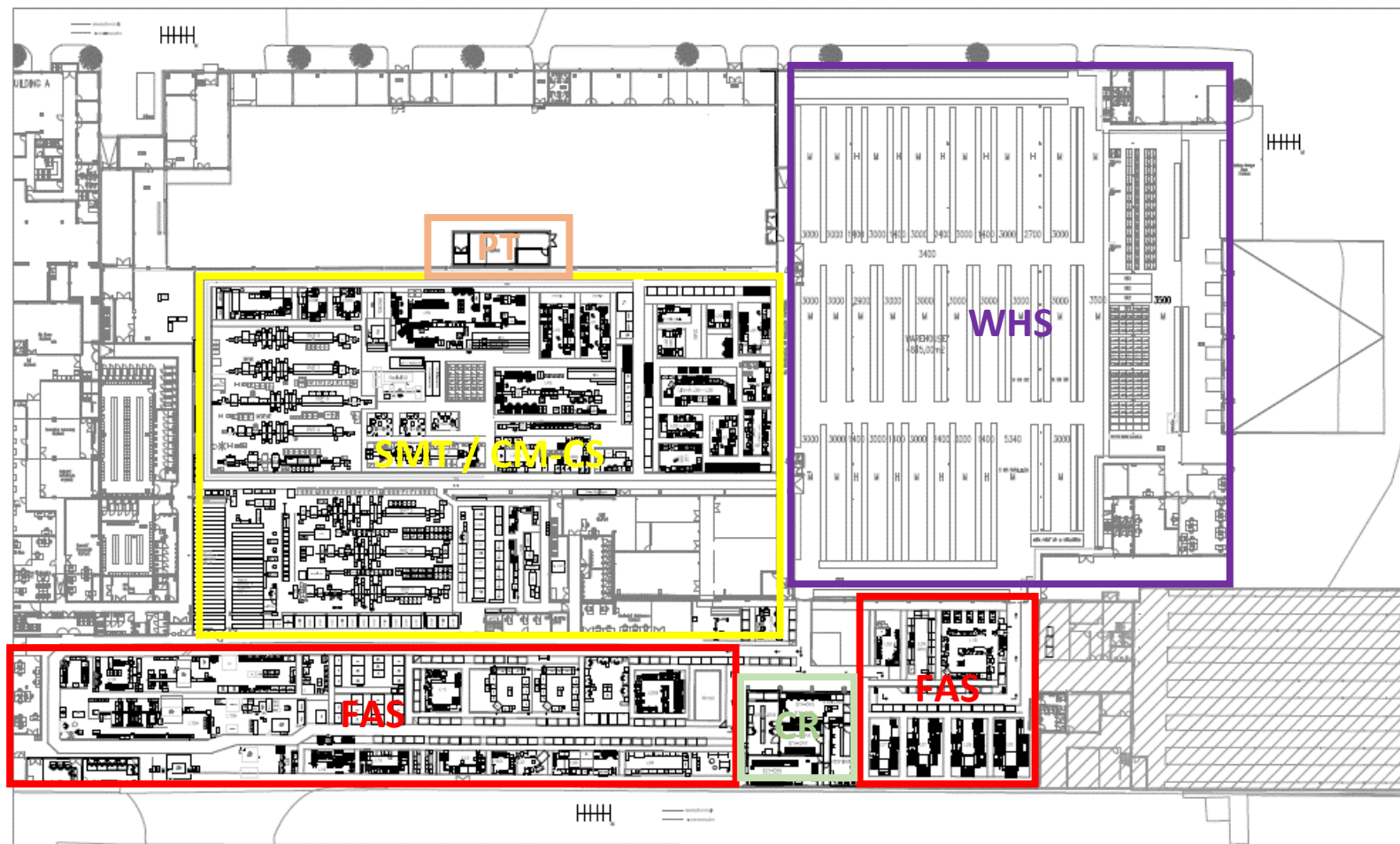
**BOSCH ST - Ovar (OP1133) - AE 2018 - PREN 2018-2025**

01/10/2018

**Quadro - Resumo das medidas de racionalização de consumos**

Medida	Designação	Economia				Investimento Euros	Pay-Back anos	% da economia global	Calendarização implementação ano	Emissões CO <sub>2</sub> t CO <sub>2</sub>
		Electric. kWh/ano	GPL kg/ano	TOTAL kgep/ano	TOTAL Euros/ano					
1	Racionalizar consumo dos sistemas de AVAC da Clean-room	21 504		4 623	2 062	13 950	6,8	0,5%	2018	10,1
2	Substituição dos sistemas de iluminação TL5 do armazém, por tecnologia LED (110 TL5.1.54W por leds 1x20 W + 127 TL5.2.54W por leds 2x20 W).	65 345		14 049	6 265	12 300	2,0	1,5%	2018	30,7
3	Substituição dos sistemas de iluminação menos eficientes dos escritórios, por tecnologia LED.	63 532		13 659	6 091	50 139	8,2	1,5%	2020	29,9
4	Instalação de central fotovoltaica para autoconsumo (89,6 kWp)	138 121		29 696	15 819	80 640	5,1	3,2%	2023	64,9
	<b>TOTAL</b>	<b>288 503</b>	<b>0</b>	<b>62 028</b>	<b>30 237</b>	<b>157 029</b>	<b>5,2</b>	<b>6,7%</b>		<b>70,7</b>

### 7.3 ANEXO C: *Layout de chão de fábrica da Bosch Security Systems, S.A.*



**Legenda:**

- PT – Posto de Transformação
- SMT/CM-CS – Surface Mount Technology
- FAS – Final Assembly
- CR – Clean-Room
- WHS – Armazém

## 7.4 Anexo D: Fatura de energia elétrica



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.  
Avda. Europa, 10  
Parque Empresarial La Moraleja  
28108 Alcobendas  
(+34) 914903849  
(+34) 914903855  
www.acciona-energia.com

Insc. En el Reg. Comercializaçao de electricidade Registro nº RE-46

Página 1/3

(ver detalhe no verso)

## DADOS DO CONTRATO

Nº contrato: I00479-PT-20180918-007  
Titular do contrato: BOSCH SECURITY SYSTEMS – SISTEMAS DE SEGURANÇA, S.A.  
NIF/NIPC: 505817608  
Morada Fiscal: Estrada Nacional 109 / IC 1, Zona Industrial de Ovar  
3880-728 SÃO JOÃO OVR  
Ovar  
Data de término do contrato: 31/12/2019  
CNAE: 26300

BOSCH SECURITY SYSTEMS – SISTEMAS DE SEGURANÇA, S.A.  
Estrada Nacional 109/IC1 Zona Industrial de Ovar, Lugar da Pardala  
3880-728 SÃO JOÃO OVR, Ovar  
A/A: Contabilidade

## DADOS DO PONTO DE FORNECIMENTO

CPE: PT0002000118175309YR  
Nome da Instalação: BOSCH SECURITY SYSTEMS - OVAR  
Nível de tensão: MT  
Ciclo Horário: FER  
Morada de Fornecimento: Estrada Nacional 109 / IC1, Zona Industrial de Ovar  
3880-728 SÃO JOÃO OVR  
Ovar  
CAE/CIE:

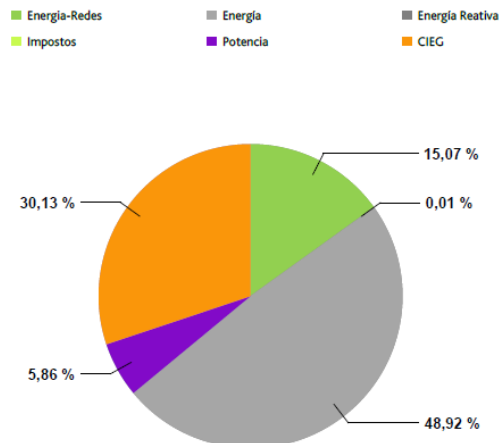
## DADOS DA FATURA

FATURA Nº: POR-20000093  
Período de Faturação: 01/12/2019 - 31/12/2019  
Data de emissão: 13/01/2020  
Data limite de pagamento: 13/03/2020  
Identificação do Credor:  
Forma de pagamento: Transferencia  
Mandato:  
Nº IBAN: ES650182-3994-06-0208505577  
Tipo de factura: F

## FATURAÇÃO

Detalhe	Valorização (€)
Custo Energia Ativa	15.890,80
Custo ordens de compra	0,00
Termo do Redes Energia Ativa	11.935,13
Termo do Redes Potência *	4.639,86
Termo do Redes Energia Reativa	7,23
Imposto Especial Consumo Electricidade	0,00
<b>Total</b>	<b>32.473,02</b>
IVA (%) (*)	0,00
Contribuição audiovisual	2,85
Taxa de exploração DGE	0,00
<b>Total Faturado</b>	<b>32.475,87</b>

## Distribuição dos custos da fatura



## INFORMAÇÃO ÚTIL

- De acordo com o Regime do IVA nas Transações Intracomunitárias estão isentos de imposto as transmissões de bens, efetuadas entre sujeitos passivos registados para efeitos de imposto sobre o valor acrescentado em diferentes Estados Membros.
- Os custos de interesse económico geral (CIEG) incluídos no Acesso às Redes correspondem a 9783,51 € IVA não incluído.
- O total da fatura inclui o valor de 16582,22 € sem IVA, correspondentes às Tarifas de Acesso à Rede.
- Imposto sobre Consumo de Electricidade-Isento.

Assistência Técnica (EDP Distribuição):

800 506 506

email Atenção ao cliente: [comercializadoraenergia.green@acciona.com](mailto:comercializadoraenergia.green@acciona.com)



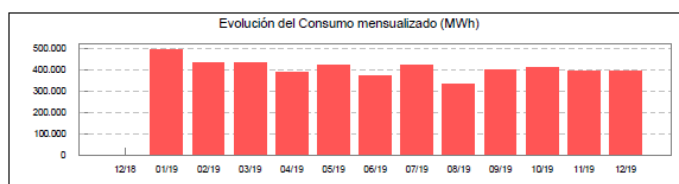
Acciona Green Energy Developments, S.L.U.  
 Avda. Europa, 10  
 Parque Empresarial La Moraleja  
 28108 Alcobendas  
 (+34) 914903849  
 (+34) 914903855  
 www.acciona-energia.com

Insc. En el Reg. Comercializaçao de electricidade Registro nº RE-46

Página 2/3

### DETALHE DE FATURA

Detalhe fatura	Unidades	Período de faturação	Ponta	Cheia	Vazio	Super Vazio	Total	Valorização (€)
Energia Ativa medida	kWh	01/12/19-31/12/19	63.930,00	166.276,25	103.049,50	61.508,75	394.764,50	
Ai	€/kWh	01/12/19-31/12/19	0,001665	0,001754	0,002384	0,002504		
PMD	€/kWh	01/12/19-31/12/19	0,045193	0,040175	0,028761	0,024814		
Perd	€/kWh	01/12/19-31/12/19	1,085	1,077	1,063	1,057		
<b>Custo Total Energia Ativa</b>	<b>€</b>	<b>01/12/19-31/12/19</b>	<b>3.241,20</b>	<b>7.486,10</b>	<b>3.396,19</b>	<b>1.767,31</b>		<b>15.890,80</b>
Preço termo de Redes- Ativa	€/kWh	01/12/19-31/12/19	0,0499	0,0387	0,0143	0,0136		
<b>Total Termo de Redes- Ativa</b>	<b>€</b>	<b>01/12/19-31/12/19</b>	<b>3.190,11</b>	<b>6.434,89</b>	<b>1.473,61</b>	<b>836,52</b>		<b>11.935,13</b>
Potência contratada	kW	01/12/19-31/12/19					957,00	
Preço termo Potencia contratada	€/kW/dia	01/12/19-31/12/19					0,0324	
Potência horas de Ponta	kW	01/12/19-31/12/19	608,857					
Preço termo Potencia horas de Ponta	€/kW/dia	01/12/19-31/12/19	0,1949					
<b>Total termo de potencia</b>	<b>€</b>	<b>01/12/19-31/12/19</b>	<b>3.678,65</b>				<b>961,21</b>	<b>4.639,86</b>
Energia-Reativa-Fornecida Vazio	kVArh	01/12/19-31/12/19			271,25	115,25		
Preço Energia-Reativa-Fornecida Vazio	€/kVArh	01/12/19-31/12/19			0,0187	0,0187		
Energia-Reativa-Escalão1-Cons.For. do Vazio	kVArh	01/12/19-31/12/19					0,00	
Preço excessos Energia Reativa-Escalão1	€/kVArh	01/12/19-31/12/19					0,008184	
Energia-Reativa-Escalão2-Cons.For. do Vazio	kVArh	01/12/19-31/12/19					0,00	
Preço excessos Energia Reativa-Escalão2	€/kVArh	01/12/19-31/12/19					0,0248	
Energia-Reativa-Escalão3-Cons.For. do Vazio	kVArh	01/12/19-31/12/19					0,00	
Preço excessos Energia Reativa-Escalão3	€/kVArh	01/12/19-31/12/19					0,0744	
<b>Total Energia Reativa</b>	<b>€</b>	<b>01/12/19-31/12/19</b>			<b>5,07</b>	<b>2,16</b>	<b>0,00</b>	<b>7,23</b>
<b>Total Base Imponible</b>	<b>€</b>							<b>32.473,02</b>
IVA (%)(*)								0,00
Contribuição audiovisual	€/mes	01/12/19-31/12/19						2,85
<b>Total</b>	<b>€</b>							<b>32.475,87</b>





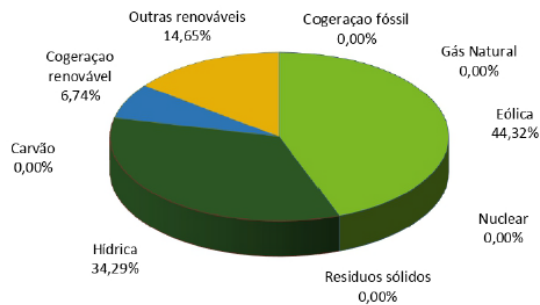
**Acciona Green Energy Developments, S.L.U.**  
 Avda. Europa, 10  
 Parque Empresarial La Moraleja  
 28108 Alcobendas  
 (+34) 914903849  
 (+34) 914903855  
 www.acciona-energia.com

Insc. En el Reg. Comercialização de electricidade Registro nº RE-46

Página 3/3

## Fontes de Energia

Mix tecnologias utilizadas na produção de energia elétrica Acciona\*



Origem	Mix de Produção Sist. Eléctrico
Eólica	44,32%
Hídrica	34,29%
Cogeração renovável	6,74%
Cogeração fóssil	0,00%
Gás Natural	0,00%
Carvão	0,00%
Resíduos sólidos	0,00%
Nuclear	0,00%
Outras renováveis	14,65%
***Outros:	
Geotermia, Diesel	0%

\*O mix apresentado resulta do cálculo realizado com a metodologia publicada pela ERSE na DIRETIVA N.º 12/2018. Rotulagem de energia elétrica, cujo documento está disponível no site web da ERSE: <http://www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/rotulagemenergetica/Paginas/default.aspx>

O mix das tecnologias utilizadas na produção de energia elétrica está disponível no site web da Acciona: <http://www.acciona-greenenergy.com/es/comercializacion/servicios-de-comercializacion/rotulagem-portugal/>

## Impacto Ambiental

A energia comercializada o ano de 2018 apresentou as seguintes emissões:

FE CO<sub>2</sub> (g CO<sub>2</sub>/kWh): 0 (g CO<sub>2</sub>/kWh)

RRAA (µg RRAA/kWh): 0 (µg RRAA/kWh)

Emissões de CO<sub>2</sub> associado ao consumo de energia desta fatura: 0,000

## 7.5 Anexo E: Resumo da proposta da Smartwatt

### sumário



Para a fábrica da BOSCH propomos o fornecimento, instalação e programação de novos pontos de monitorização respondendo às necessidades atuais da instalação.

A proposta apresentada segue com os preços por diversas fases, que podem ser adjudicadas em separado ou em conjunto, como o cliente assim o entender.

São propostas 3 Fases para a presente proposta:

Fase 1: Restruturação rede comunicação existente no PT (introdução novos pontos PT) e rede na fábrica, com a separação das duas redes, e a instalação do Software de Gestão Premium nos servidores da Bosch;

Fase 2: Fornecimento, Instalação e rede de comunicação dos novos pontos de monitorização das Linhas SMT, com a Programação no Software das novas linhas e a reformulação do Layout da plataforma de gestão;

Fase 3: Fornecimento, Instalação e rede de comunicação dos novos pontos de monitorização das Linhas de Produção com a Programação no Software destes novos pontos dando seguimento à Fase 2.

Após a conclusão de cada Fase, ou três em conjunto se assim adjudicado, será realizada uma Formação na utilização da plataforma de gestão.

## 7.6 Anexo F: Relatório anual de consumo energético extraído do *PowerStudio* SCADA



### Consumos de Energia da BOSCH

Tarifa: MT - Ciclo Semanal

Relatório de Custos de: 01/01/2019 00:00:00 até 01/01/2020 00:00:00

#### Energia Elétrica

Setor	Energia [kWh]	% face ao Geral	Energia [kgep]	Potência Max [kW]
Q.G.B.T - Total	2.244.491,3	100	482.565,63	553,5
Q. Ar Comprimido	200.594,9	8,94	43.127,9	228,2
Q.0.1.0 - Produção 1	613.400,1	27,3	131.881,03	170
- Iluminação Normal	72.329,9	3,2	15.550,93	10
- Q.0.1.1 Delta Wave + Linhas	136.673,7	6,1	29.384,84	43,9
- Q.1.1 Office Piso 1	24.738,3	1,1	5.318,74	13,9
- Q.P.1 MAZE	109.793,4	4,9	23.605,59	71,1
- Q.1.3 Escritório Value Stream	27.312,2	1,2	5.872,13	21,9
Q.0.2.1 - RESERVA	?	?	?	?
Q.0.2.0 - SMT	-	-	-	198,7
- Forno REHM 1	1.552,1	0,1	333,7	9,7
- Forno REHM 2	115.480,7	5,1	24.828,34	71,4
- Forno REHM 3	135.523,3	6	29.137,51	70,1
- UPS	185.910,6	8,3	39.970,78	47,5
Q.P.3.0 - Office Piso 0	67.953,6	3	14.610,02	60,5
Q.E.3.A - Armazém	219.440,8	9,8	47.179,77	83,9
Q.C.R	492.183,6	21,9	105.819,48	134,1
- Q. Clean Room	306.863,6	13,7	65.975,66	90





## Consumos de Energia da BOSCH

Tarifa: MT - Ciclo Semanal



Relatório de Custos de: 01/01/2019 00:00:00 até 01/01/2020 00:00:00

### Energia Elétrica

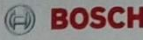

Setor	Energia [kWh]	% face ao Geral	Energia [kgep]	Potência Max [kW]
PT	4.598.625,6	100	988.704,5	1.111,7
- QGBT EXISTENTE	825.863,2	17,96	177.560,59	667,5
- Q.A.0.2	248.014,6	5,39	53.323,14	101,7
- Q.SEG	25.785,9	0,56	5.543,97	11,6
- Q.E.EXISTENTE	0	0	0	1,7
- Q.C.0.1	13.537,2	0,29	2.910,5	24,3
- Q.D.0.1	23.124,4	0,5	4.971,75	36,4
- Q.G.0.1	4.275	0,09	919,12	3,2
- Q.LAB.	29.957,1	0,65	0	14,8
- Q.E.P.0	0	0	15.550,93	1,7
- Q.E.P.1.1	0	0	0	1,7
- QE.P.1.2	0	0	0	1,7
- Q.A.T.1	191.709,9	4,17	41.217,62	131,9
- Q.A.R.2	32.889,4	0,72	7.071,23	66,2
- CH/BC1 Chiller 1	166.079,6	3,61	35.707,12	151,9
- CH/BC2 Chiller 2	128.366,7	2,79	27.598,83	130,2
- CH/BC3 Chiller 3	132.269,4	2,88	28.437,92	135,2
- CH/BC4 Chiller 4	467.246,4	10,16	100.457,97	141
- Iluminação	168.974,5	3,67	36.329,52	26,5

13/01/2020

## 7.7 Anexo G: Checklist de verificação de energia

  OvrP/HSE		<b>CHECKLIST</b> <b>Verificação Energia</b>			Auditores: <u>Paulo Teixeira</u> <u>Luísa Pereira</u>
				Data: <u>05/06/2020</u>	Página: 2 de 2
Pontos a Verificar	C	NC	N/A	Observações	
<b>Na Produção no intervalo de almoço ou pós final do turno</b>					
A iluminação encontra-se desligada durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.				(C) - 1 <sup>o</sup> socorro, L17, L15, SHT1, 2, 3, SE, Funel, SC, SB, TH3, L43, L41, L42, L47, L34, L21, L32, L21, L09, L49, L26 (NC) - L08B, L08, L02B, FF	
Os ferros de soldar estão desligados.				(C) - SE	
Os conveyors de entrada e saída encontram-se desligados.			X	NOTA: sempre que as linhas estão ligadas o suporte estará a funcionar	
Os equipamentos de testes que não estão a ser usados estão desligados.				(C) L47	
As ventoinhas estão desligadas.				(C) - L53	
As impressoras estão desligadas.				(C) - L09	
Os equipamentos nos postos de reparação estão desligados.					
Os exaustores de fumos estão desligados.				Desprezável	
Os monitores de teste estão desligados.				Linha 16A, partilhado e rebo (C) - L18, L12, L13, L14B (NC) - L08B	
As pistolas de ar ionizado/ e pistolas de cola estão desligadas.				(C) L30, L34	






Ref. STFR-25518-003

  OvrP/HSE	<b>CHECKLIST</b> <b>Consumo Energético</b>			Auditor: <i>Luísa Pereira</i>
				Data: <i>07/06/2020</i>
				Página: 1 de 2
Pontos a Verificar	C	NC	N/A	Observações
<b>Nos escritórios</b>				
A iluminação encontra-se desligada durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.				(C) - CTQ, MOE (NC) - BT/AVL, BT/AE, CP/PA
Os aparelhos de ar condicionado encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.				
Os monitores dos computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.	X			
Os computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.				
<b>No armazém</b>				
A iluminação encontra-se desligada quando a luz natural é suficiente para uma boa iluminação.	X			NC - L3T C - fiabilidade, sala laser, armários, compact 4
Os aparelhos de ar condicionado encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.				
Os monitores dos computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.				NC - entrada expedição
Os computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.				

Ref. STFR-25518-003

## 7.8 Anexo H: Email enviado a *line leaders* e supervisores para expor a realização de auditorias ao consumo de energia na fábrica

Responder Responder a Todos Reencaminhar MI

 **FIXED-TERM Pereira Luisa (OvrP/FCM)** |  Vieira Ana (OvrP/MOE21-VS);  Ribeiro Sofia (OvrP/MOE13);  Furtado Marta (OvrP/MOE31.1-CS);  Ruela Natalia (OvrP/MOE31.1-CS); + 10 ▾

qua 11:40

**Verificações ao consumo energético**

Bom dia,

Na sequência da Política de Eficiência Energética da empresa e a fim de reduzir o consumo energético em todas as áreas de trabalho da fábrica, em particular nos diferentes setores de produção, durante o período de almoço, tem sido levado a cabo uma verificação aos postos de trabalho na medida de entender quais os equipamentos que, durante a ausência dos colaboradores, são esquecidos ligados. Esta abordagem tem como propósito fomentar a alteração/adequação da componente comportamental de cada colaborador, considerado fator de incerteza, sendo esta sustentada pelo seu envolvimento numa vertente mais sustentável.

Efetivamente, ser energeticamente eficiente é um conceito e objetivo que deve ser partilhado por todos. Como tal, e com o intuito de vincar a adoção desta prática no dia-a-dia, gostaria que me acompanhassem em, pelo menos, duas verificações (uma antes e uma depois) para que testemunhem o potencial de poupança energética que é possível obter e que foi obtido após a sensibilização dos membros das vossas equipas.

Assim sendo, aguardo que me indiquem a vossa disponibilidade para que possamos levar a cabo este processo e obtenhamos resultados de sucesso.

Cumprimentos / Best regards,

**Luisa Pereira**

*"The cheapest megawatt hour of electricity is the one that is not produced"*

Facility Management (OvrP/FCM)  
Bosch Security Systems - Sistemas de Segurança, S.A. | Estrada Nacional 109/IC 1 - Zona Industrial de Ovar, Pardala | 3880-728 S. João | [www.bosch.pt](http://www.bosch.pt)  
Tel. +351 256 596-100 | Fax +351 256 596-295 | [external.Luisa.Pereira@bcn.bosch.com](mailto:external.Luisa.Pereira@bcn.bosch.com)

Sede: Estrada Nacional 109/IC 1 - Zona Industrial de Ovar | Freguesia: Ovar, S.João, Arada e S.Vicente de Pereira Jusã | 3880-728 S. João - Portugal  
Capital Social: 100 000 EUR | NIPC: PT 505 817 608 | CRC: Ovar



O responsável pelo tratamento dos seus dados pessoais é a entidade jurídica do Grupo Bosch em Portugal, que tem uma relação comercial/legal consigo ou com a empresa em que trabalha. O responsável processará os seus dados pessoais com o único objetivo de garantir a manutenção do relacionamento mencionado. Pode exercer o seu direito de acesso, retificação, portabilidade de dados, apagamento, limitação e revogação ao tratamento de dados, usando os mecanismos definidos na nossa [Política de Privacidade](#), onde poderá encontrar mais informações sobre o tratamento dos seus dados pessoais. As informações contidas nesta mensagem são confidenciais. Se recebeu esta mensagem por engano, por favor elimine-a imediatamente e informe-nos por esta via.

The controller of the processing of your personal data is the Legal entity of the Bosch Group in Portugal that has a commercial/legal relationship with you or with the company you are working for. The controller will process your personal data for the sole purpose of ensuring the maintenance of the mentioned relationship. You may exercise your right of access, rectification, data portability, erasure, limitation and object to the data processing, using the mechanisms defined in our [Privacy Policy](#), where you may find more information regarding the processing of your personal data. The information contained herein is confidential. If you received this message by mistake, please delete it immediately and inform us.

## 7.9 Anexo I: Checklist de verificação de energia atualizada

Pontos a Verificar	C	NC	N/A	T	Observações	
					Nos escritórios	
A iluminação encontra-se desligada durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.					1 - T	11 - NC
					2 - NC	12 - T
					3 - T	13 - T
					4 - NC	14 - T (metade de lâmpadas desligadas)
					5 - C	15 - T
					6 - C/T	16 - C } trabalhar mas
					7 - C	17 - C } as luzes
					8 - T	18 - C } desligadas
					9 - T	19 - T
					10 - C	20 - C
Os aparelhos de ar condicionado encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.					1 - C	11 - NA
					2 - T	12 - NA
					3 - T/C	13 - NA
					4 - NC	14 - C
					5 - T	15 - C
					6 - T	16 - C
					7 - C	17 - C
					8 - NA	18 - C
					9 - C	19 - NA
					10 - C	20 - C
Os monitores dos computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.					1 - C	11 - C
					2 - T/C	12 - T/C
					3 - T/C	13 - T/C
					4 - C	14 - T/C
					5 - T	15 - T/C
					6 - C	16 - T/C
					7 - NC	17 - T/C
					8 - T/C	18 - C
					9 - T	19 - T/C
					10 - C	20 - C
Os computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.	X				Na ausência das pessoas de fábrica, os computadores encontram-se ligados. Não, contudo durante a hora do almoço este são apenas bloqueados.	

Ref. STFR-25518-003

  OvrP/HSE	<b>CHECKLIST</b> <b>Verificação Energia</b>				Audidores: <u>Luísa Pereira</u>
					Data: <u>19/06/2020</u>
					Página: 2 de 4

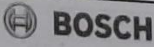

Legenda			
1 - BT/PUR, BT/PUE, CP/PIR	6 - VSCSI	11 - Manu. Eletrónica	16 - VSVS
2 - CTG 7 - S. Logística Interna	7 - S. Logística Interna	12 - VSCM	17 - COM
3 - OpenSpace Adm.	8 - VSBS	13 - Manu. Mecânica	18 - FIRE
4 - MFE	9 - Sample Shop	14 - MK	19 - MOE 14
5 - Production Academy	10 - BPS	15 - PT	20 - MAZE
T - Trabalhar			

Pontos a Verificar	C	NC	N/A	T	Observações
<b>No armazém</b>					
A iluminação encontra-se desligada quando a luz natural é suficiente para uma boa iluminação.					NC: compact 4, L28, L44 C: Lab PVC (1), L01, restantes conforme T: entrada expedição, fiabilidade, Lab PVC (2), PVC, expedição, L35, L19, L08, L21, L14
Os aparelhos de ar condicionado encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.					T: fiabilidade, PVC, expedição
Os monitores dos computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.					NC: entrada expedição C: Lab PVC (1)
Os computadores encontram-se desligados durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.	X				

Sugestão: Pedir horários de horas de almoço para adequar ritmos aos departamentos.

Ref. STFR-25518-003

  OvrP/HSE	<b>CHECKLIST</b> <b>Verificação Energia</b>				Auditores: <u>Luísa Pereira</u>
					Data: <u>19/06/2020</u>
					Página: 3 de 4

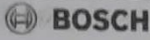

  

Pontos a Verificar	C	NC	N/A	T	Observações
Na Produção - FAS					
A iluminação encontra-se desligada durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.					T: L16, L23, L10, L18, L13, L17 FF: L09A, L30B, L09A, L14, L19, L27, L21, L25, L30 C: L12, L14B, L37, L08, L20, L02B NC: L06B, L22
Os ferros de soldar estão desligados.					C: L14B, L08B NC: L12, L06B
Os exaustores de fumos estão desligados.					NC: L06B, L02B C: L12, L14B, L08, L20, L22
Ionizadores de controlo de carga estática.					C: L12, L20, L02B NC: L22

**Comentários :**

seria interessante verificar as linhas que ao longo destas verificações se encontravam, sistematicamente, a trabalhar de forma a averiguar a conformidade das mesmas. Para tal, será necessário os horários de hora de almoço das muitas dessas linhas.

Ref. STFR-25518-003

 	<b>CHECKLIST</b> <b>Verificação Energia</b>	Auditores: <u>Luísa Pereira</u>
		Data: <u>19/06/2020</u>
OvrP/HSE		Página: 4 de 4

Pontos a verificar	C	NC	N/A	T	Observações
<b>Na Produção - SMT/CM</b>					
A iluminação encontra-se desligada durante a ausência das pessoas do posto de trabalho.					T: L39, FF, L03B, L42, L412, L41, L43, L53, L50, L412S, L412Z, L05B, L05C, L15 C: L34, L35, L33, L26, L48, L47, L05F NC: L31, L28
Os ferros de soldar estão desligados.					C: L33, L05F
Os exaustores de fumos estão desligados.					T: C: L33, L05F
Ionizadores de controlo de carga estática.					C: L47 NC: L31, L35, L33, L28, L48

→ + impressores, monitores de teste, picolou de ar ionizado/cola (\*)  
**NOTA 1:** Conveyors encontram-se ligados ao quadro da linha e só quando esta é desligada é que os equipamentos são também desligados (N/A)

**NOTA 2:** Equipamentos de teste não podem ser desligados uma vez que durante o período de aquecimento, sendo tempo de produção rentabilizado.  
 testes são também efetuados (uma vez)

⊗ equipamentos nos postos de reparação

Ref. STFR-25518-003

7.10 ANEXO J: Estudo teórico da poupança energética e financeira nos *chillers*

**Trane Chiller Plant Analyzer** v. 4.4.8

**General information**

Input Project Information: Project information: Porto, Portugal, 2015  
 City Weather Data: Porto, Portugal, 2015  
 Design Cooling temperature: 32°C DB / 25°C WB  
 Type of Cooling load: User Input (Input User Load)  
 Electricity Rate: 0.1 EUR/kWh  
 Water Rate (for Cooling Towers): 0.0 EUR/m<sup>3</sup>

**Systems**

Type of circuit: Decoupled  
 Chilled water LWT/EWT: 8°C / 13°C  
 Free Cooling type: None  
 Condenser water LWT/EWT: 35°C / 30°C

**Components**

Select Chillers	CMAB 350SE	CMAB 350SE	CMAB 350SE	
Integrated Free Cooling				
Chiller Capacity (kWc)	336	336	336	
Design EER (kWc/kWe)	2,85	2,85	2,85	
ESEER (kWc/kWe)	3,47	3,47	3,47	
Commissioning year	2017	2017	2017	
Operating hours	8760	8760	8760	0
Primary pumps (kW)	11,0	11,0	11,0	
Secondary pumps (kW)	18,0	0,0		

**Controls**

Select Operation Time: 24h/24, 7 days/week, all year long  
 Type of Chiller sequencing: None  
 Chilled Water Reset: no  
 Cond. Wat. Reset & Min. EWT: no, 20 °C

**Components**

New Chiller name	CMAB 350SE	CMAB 350SE	CMAB 350SE	
Integrated Free Cooling				
Chiller Capacity (kWc)	336	336	336	
Design EER (kWc/kWe)	2,85	2,85	2,85	
ESEER	3,47	3,47	3,47	
Commissioning year	2017	2017	2017	
Operating hours	8760	8206	0	0
Primary pumps (kW)	11,0	11,0	11,0	
Secondary pumps (kW)	18,0			

**Systems**

Type of circuit: Decoupled  
 Chilled water LWT/EWT: 8°C/13°C  
 Free Cooling type: None  
 Condenser water LWT/EWT: 35°C/30°C

**Controls**

Operation Time: 24h/24, 7 days/week, all year long  
 Type of Chiller sequencing: Optimized  
 Chilled Water Reset: no

**Components**

Components	Systems	Controls
Chiller Replacement	Decoupled System	Chiller Plant Scheduler
Pump VFD Retrofit	Free Cooling	EcoSet
Heat Rejection Retrofit	Variable Primary Flow	OptiPlant
		<b>Chiller Plant Manager</b>



