



Contributos para a Implementação do Sistema de Gestão de Energia na Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Guilherme José Aranha Fragateiro Almeida da Silva

Leiria, Abril de 2020



Contributos para a Implementação do Sistema de Gestão de Energia na Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Guilherme José Aranha Fragateiro Almeida da Silva

Estágio realizado sob a orientação dos Professores Lizete Heleno, Eliseu Ribeiro e sob supervisão
do Engenheiro Fábio Carvalho

Leiria, Abril de 2020

Índice

Originalidade e Direitos de Autor.....	III
Agradecimentos.....	IV
Resumo.....	V
Abstract.....	VI
Lista de Figuras.....	VII
Lista de Tabelas.....	VIII
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Plano de Estágio.....	3
2. A Empresa do Caso de Estudo.....	4
2.1. Processo Produtivo.....	5
2.2. Considerações sobre as Instalações e Máquinas.....	8
3. Enquadramento Teórico.....	13
3.1. Políticas de Eficiência Energética.....	15
3.2. Sistemas de Gestão e Normas.....	17
3.2.1. ISO 50001.....	19
3.2.2. Estrutura e Etapas de Implementação.....	21
3.3. Sistema EDMS.....	25
3.3.1. Estado Atual e Implementação de Dados.....	27
3.3.2. Tratamento dos Dados.....	30
3.4. Eficiência Energética.....	33
4. Caso de Estudo – Contributos para a Melhoria do SGE do caso de estudo.....	37
4.1. Análise do Estado Energético da Schaeffler Portugal S.A.....	38
4.1.1. Indicadores Energéticos.....	39
4.1.2. Consumidores Intensivos de Energia.....	44

4.2.	Análise das Medidas de Economia Energética ao abrigo do OP24-PREN 2015-2022.....	47
4.3.	Verificação dos Requisitos Normativos.....	54
4.4.	Propostas de Oportunidades de Melhoria.....	57
	4.4.1. Implementação de Painéis Fotovoltaicos, Fábrica 1.....	57
	4.4.2. Reaproveitamento de Exxsol D100 do Processo de Lavagem de Anéis e Rolamentos, Destilação.....	68
5.	Conclusão.....	72
6.	Bibliografia.....	74

Originalidade e Diretos de Autor

O presente relatório de estágio é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente, no ano letivo 2018/2019 a frequência do estágio da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Agradecimentos

Esta etapa não poderia ser concluída sem a contribuição daqueles que de uma maneira ou de outra me ajudaram a realizar este documento, permitindo-me alcançar o objetivo que ele pretende cumprir.

De uma forma sincera, à minha família por todo o apoio e estímulo ao longo da minha formação académica garantindo por sinal que esta oportunidade se tornasse numa realidade.

Aos amigos que conheci em Leiria, pelo espírito de entreajuda, pelo convívio, por me fazerem sentir integrado em todo o meu percurso, pelo luxo de me proporcionarem a experiência de viver a vida académica.

A todos os meus amigos, a todo o pessoal que apesar de não estar efetivamente envolvido no meu percurso académico foi importante para que eu pudesse atingir o meu equilíbrio e bem-estar, que considereei imprescindíveis para superar todas as dificuldades que foram surgindo ao longo do meu caminho.

Para sempre grato, a todos os docentes que me acompanharam ao longo dos anos, conferindo-me disciplina, conhecimento e valores para que seja possível percorrer uma carreira profissional de sucesso. Em especial à Professora Lizete Heleno e ao Professor Eliseu Ribeiro, pela disponibilidade, simpatia, experiência e orientação total no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os meus colegas na Schaeffler Portugal Unipessoal Lda, ao Engenheiro Fábio Carvalho pela paciência e acompanhamento ao longo de toda a frequência do estágio curricular, aos Engenheiros Luís Oliveira, Daniel Fonseca, Hélder Costa, Pedro Tavares, Bruno Duarte, a toda a equipa de manutenção pelo apoio, conselhos e a toda administração da empresa pela oportunidade de poder estagiar nestas instalações.

Resumo

Este documento representa o acompanhamento da implementação de um Sistema de Gestão Energético na Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda, realizado no âmbito de um estágio de mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria.

Ao longo do documento é detalhada uma análise às instalações da fábrica, aos consumidores energéticos e aos dados inerentes aos consumos que lhes estão associados de modo a que seja possível identificar a legislação que a empresa deve ter em consideração assim como caracterizar o seu estado energético

O estágio compreende o acompanhamento da preparação da Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda no sentido de dar resposta às auditorias energéticas internas e externas, sendo efetuada uma análise dos requisitos normativos associados à ISO 50001 e ao cumprimento destes por parte da empresa.

A abordagem feita durante o estágio consiste também no estudo das medidas de utilização racional energética definidas pela empresa, verificando a hipótese de implementar medidas adicionais de modo a melhorar o seu desempenho energético.

É apresentado no fim um estudo relativo à implementação de painéis fotovoltaicos nas instalações da Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda, verificando-se a possibilidade de serem efetuados investimentos no âmbito da racionalização energética com um PRI menor que 3 anos.

Palavras-chave: energia, eficiência, ISO 50001, consumo, monitorização, auditoria.

Abstract

This document represents the monitoring of the implementation of an Energy Management System at Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda, carried out as part of a master's degree in Energy and Environment Engineering at the Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria.

Throughout the document, an analysis is made of the plant's facilities, energy consumers and the data inherent to the consumption associated with them, so that it is possible to identify the legislation that the company must consider as well as characterize its energy status.

The internship includes monitoring the preparation of Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda in order to respond to internal and external energy audits, with an analysis of the regulatory requirements associated with ISO 50001 and compliance with these by the company.

The approach taken during the internship also consists of studying the measures of rational energy use defined by the company, checking the hypothesis of implementing additional measures in order to improve its energy performance.

At the end, a study is presented regarding the implementation of photovoltaic panels at the Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda facilities, checking the possibility of making investments in the scope of energy rationalization with a PRI less than 3 years.

Keywords: energy, efficiency, ISO 50001, consumption, monitoring, audits.

Lista de Figuras

Figura 1 - Ilustração da fábrica 1 da Schaeffler Portugal Unipessoal, LDA.	4
Figura 2 - Etapas de Torneamento e Tratamento Térmico.....	6
Figura 3 - Retificação de faces e Montagem.	6
Figura 4 - Processo de fabricação de rolamentos.....	7
Figura 5 - Esquema das linhas de tratamento térmico.....	8
Figura 6 - Disposição da central de ar comprimido do edifício 1.....	10
Figura 7 - Disposição da central de ar comprimido do edifício 2.....	11
Figura 8 - Funcionamento do arrefecimento da emulsão do edifício 2.....	12
Figura 9 - Instalações abrangidas pelo SGCIE em Portugal, 2015.....	14
Figura 10 - Meta da Diretiva de Eficiência Energética: Consumo de Energia Primária.....	17
Figura 11 - Número de locais de produção certificados em 2016 e 2017.....	18
Figura 12 – Metodologia Plan-Do-Check-Act.....	20
Figura 13 - Processo de planeamento energético.	23
Figura 14 - Etapas na recolha de informação para o processo de revisão pela gestão.	25
Figura 15 - Plataforma EDMS, menu de opções e seleção de consumos	28
Figura 16 - Apresentação dos dados no EDMS.....	29
Figura 17 - Consumo de Electricidade, Diesel e Gás Natural em 2018	31
Figura 18 - Consumo vs Produção (correlação linear).	39
Figura 19 - Diagrama de Pareto	45
Figura 20 - Diagrama de Carga do PT1 no dia 15/03/2019.....	59
Figura 21 - Constituição de uma célula fotovoltaica.	60
Figura 22 - Painéis solares monocristalino e policristalino.....	61
Figura 23 - Vista dos locais de instalação dos painéis (Google Maps).	62
Figura 24 - Desagregação dos consumos de energia ativa, fevereiro de 2018.....	63
Figura 25 - Representação do dimensionamento dos cabos.....	66
Figura 26 - Período de Retorno de Investimento ao longo de 10 anos.	68
Figura 27 - Processo de destilação.	69
Figura 28 - Processo de decantação.	70

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Medidas de eficiência transversais a todos os sectores de atividade.....	14
Tabela 2 - Consumo de ar comprimido total em volume e energia, 2018.	31
Tabela 3 - Consumo de Água Municipal e do Furo, 2018	32
Tabela 4 - Consumo de Metanol, Propano e Nitrogénio, 2018	33
Tabela 5 - Comparação dos custos dos comercializadores de energia.....	36
Tabela 6 - Distribuição dos consumos por fonte, gases emitidos e custos.	38
Tabela 7 - Produção, consumos e custos energéticos por mês.	38
Tabela 8 - Variação ao longo dos anos dos indicadores energéticos.	40
Tabela 9 - Cálculo do VAB segundo o Despacho nº 6472/2016.	41
Tabela 10 - Emissões de CO ₂ e Intensidade Carbónica por forma de energia.....	43
Tabela 11 - Desagregação de consumos por sector no ano 2014.	47
Tabela 12 - Medidas de economia do Acordo de Racionalização.....	48
Tabela 13 - Eliminação de fugas de ar comprimido.....	51
Tabela 14 - Economia energética no controlo do caudal bombeado.....	52
Tabela 15 - Características dos motores de 2014 vs IE3.....	53
Tabela 16 - Radiação solar média anual de Janeiro de 2012 até Dezembro de 2018 em horas. 63	
Tabela 17 - Consumos e Custos Energéticos por período tarifário, fevereiro de 2018.	64
Tabela 18 - Características do equipamento a utilizar na UPAC.....	64
Tabela 19 - Variáveis a considerar no dimensionamento da UPAC.....	65
Tabela 20 - Características dos cabos que ligam os inversores ao PT1.	66
Tabela 21 - Fluxo monetário acumulado da poupança anual.....	67
Tabela 22 - Informação anual do consumo de Exxsol D100 da Schaeffler.	70

1. Introdução

Hoje em dia, a grande maioria da população humana encontra-se dependente dos produtos desenvolvidos a nível industrial, tendo a indústria um papel indispensável na evolução da sociedade, verificando-se um rápido desenvolvimento a nível tecnológico desde a revolução industrial. Alguns dos produtos existentes, caracterizam-se por uma produção alargada e dispersão acentuada, roupas, veículos, máquinas, entre outros, e apresentam uma prestação indispensável às necessidades da população. Sem o sector industrial, a modernização da sociedade dar-se-ia lentamente e a produção seria reduzida, o que não iria garantir a satisfação das necessidades do ser humano diminuindo a sua qualidade de vida.

Nalguns sectores de atividade existe a necessidade de otimizar todos os fatores produtivos através da implementação de boas práticas a nível de eficiência energética de modo a criar vantagens competitivas. Os principais pontos a ter em conta em termos energéticos recaem sobre a diminuição da intensidade energética e a diminuição da intensidade carbónica.

Considerando as questões inerentes à sustentabilidade dos modelos económicos e ambientais, é necessário reforçar a eficiência energética como um tema fulcral da dinâmica existente numa empresa. A sensibilização inerente à sustentabilidade dos recursos naturais e da emissão de gases com efeito de estufa colocam-se com grande complementaridade à eficiência energética. Ser eficiente não está relacionado com o significado: “gastar menos”, radica na relação entre o que é produzido e o que é gasto. O termo eficiência energética corresponde a uma relação quantitativa entre um desempenho, serviço, bem ou energia e um consumo de energia.

Existem duas grandes ameaças num panorama energético global, a obtenção da energia a preços competitivos e, por outro, os efeitos negativos no ambiente como consequência da procura e consumos energéticos crescentes. As empresas desenvolvem um papel que poderá ser considerado mais importante do que o governo central, mantendo uma atenção constante e proativa em questões de eficiência energética aliando-as a incentivos financeiros, considerando que a redução de custos energéticos constitui um imperativo de competitividade no mercado global atual.

Para dar resposta às necessidades inerentes à vida moderna, as indústrias procuram operar no máximo das suas capacidades, este aspeto cria desafios difíceis de ultrapassar quando é necessário assegurar um negócio com carácter sustentável. De modo a melhorar o desempenho energético poderão ser utilizados vários sistemas de gestão que permitam às empresas identificar medidas de eficiência energética, racionalização de consumos e otimização dos processos que lhes estão associados.

1.1. Objetivos

O relatório desenvolvido tem como objetivo a aquisição de conhecimentos no âmbito do Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente, de modo a adquirir o grau de mestre através da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria. Este relatório pretende evidenciar o trabalho efetuado relativo a um estágio na Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda, cujo finalidade engloba a articulação entre o Energy Data Management System (EDMS), o relatório de progresso anual do Sistema de gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) e a norma ISO 50001:2011, culminando no favorecimento de contributos para o Sistema de Gestão Energética (SGE).

O documento contém informação relativa às medidas de eficiência energética implementadas pela gestão da empresa, abordando os resultados obtidos a nível de consumo e custos energéticos, de modo a analisar a eficácia das mesmas no âmbito da sustentabilidade, tendo como base o Plano de Racionalização Energética (PREN) de 2015 e os relatórios das auditorias energéticas de 2017 e 2018. É também efetuada uma análise ao Sistema de Gestão Energético (SGE) e às práticas existentes tentando verificar a existência de não conformidades e oportunidades de melhoria de modo a dar apoio à preparação para as auditorias energéticas que ocorreram na fábrica durante o estágio. Pretende-se também efetuar uma análise à caracterização energética da empresa, verificando pontos de interesse a nível de consumos e algumas considerações importantes a considerar a nível de eficiência.

A familiarização com o sistema EDMS, o conhecimento e a capacidade para aplicar conceitos de eficiência energética são fatores necessários de modo a contribuir para a implementação de um SGE nesta fábrica.

1.2. Plano de Estágio

Durante a realização do estágio na empresa foram realizadas as tarefas que se encontram esquematizadas a seguir:

- Conhecimento da empresa e norma relativa ao SGE (ISO 50001:2011);
- Conhecimento do sistema EDMS;
- Identificação dos processos, documentação, práticas a alterar/elaborar/implementar de forma a dar cumprimento aos requisitos normativos relacionados com o SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia;
- Análise e estudo para implementação de medidas ao abrigo do SGCIE (OP24-PREN 2015-2022);
- Implementação das ações definidas nos itens anteriores, articulando o relatório de progresso anual do SGCIE com a norma ISO 50001:2011, incluindo a implementação, parametrização e recolha de dados do EDMS;
- Verificação do cumprimento dos requisitos normativos e a definição de ações de melhoria em função dos resultados;
- Interpretação dos resultados e avaliação crítica.

2. A Empresa do Caso de Estudo

A Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda (Figura 1), localizada nas Caldas da Rainha, foi fundada no ano de 1960 sob o nome de ROL – Rolamentos Portugueses, verificando-se ao longo do tempo um incremento substancial referente ao desenvolvimento da economia regional e uma presença relevante no sector dos rolamentos. Em 1962 deu-se o início da produção de rolamentos em Caldas da Rainha e após quatro anos a ROL foi adquirida pela multinacional alemã FAG. Em 2002 o grupo FAG foi integrado na INA Holding, aglomerando por arrasto a Luk, sendo criado oficialmente o grupo Schaeffler (Silva 2013).



Figura 1 - Ilustração da fábrica 1 da Schaeffler Portugal Unipessoal, LDA.

Constituída por aproximadamente 92.000 colaboradores em todo o mundo, a Schaeffler é considerada uma das maiores empresas de tecnologia possuindo uma rede mundial com cerca de 170 instalações nas quais se verificam pontos de produção, instalações de pesquisa, desenvolvimento e distribuidores em mais de 50 países. A atividade da fábrica em Caldas da Rainha é desenvolvida numa área cuja implantação das instalações abrange 72.760 m², sendo que cerca de 17,80 m² correspondem a área coberta para as duas naves fabris e instalações administrativas (Dinis 2016).

A Schaeffler desenvolve e produz rolamentos, rótulas, buchas e produtos de alta qualidade sob as marcas INA e FAG cuja aplicação abrange os sectores industrial em especial a indústria automóvel. Considerando o ano de 2017, a capacidade industrial permite a produção anual de 100 milhões de rolamentos de esferas com diâmetros exteriores compreendidos entre 26 mm e 120 mm (Dinis 2016) .

O Grupo Schaeffler engloba 75 fábricas de produção em todo o mundo em 71 localizações, o que representa um consumo energético e de recursos significativo por parte desta empresa, impondo uma determinada responsabilidade referente ao impacto ambiental resultante das suas atividades. Neste sentido, é imperioso para o Grupo Schaeffler reduzir as emissões e os resíduos produzidos, tornando o produto final e os processos que estão associados à sua produção mais eficientes (Dinis 2016).

Tendo em conta a Política Energética adotada pelo Grupo Schaeffler, para além da otimização dos custos energéticos, também é assegurada a melhoria contínua da eficiência energética. Assim sendo, desde 2013 que tem sido implementado um Sistema de Gestão Energética de acordo com a norma ISO 50001, operando através de um sistema EDMS, que permite a recolha dos dados necessários numa escala que abrange as fábricas a nível global. De referir que a fábrica localizada nas Caldas da Rainha encontra-se certificada pela norma referida.

2.1. Processo Produtivo

A produção de um rolamento é constituída por quatro operações distintas e sequenciais. Os anéis para os rolamentos são obtidos através de um processo de torneamento de tubo ou varão de aço como é ilustrado na figura 2; esta fase consiste na utilização de uma ferramenta de corte de modo a que a peça de metal (varão) seja dividida em anéis enquanto esta sofre rotação. Os equipamentos utilizados no torneamento incluem tornos das marcas “PITTLER” e “SCHUTTE”, com sistema multi árvores, e lavagem final na máquina automática “ILVET” (CMFG 2015).

De seguida o material é submetido a elevadas temperaturas nos fornos de tratamento térmico para retirar as tensões residuais, câmaras de ar e austenite residual garantindo a dureza do material revenido; esta fase tem como objetivo conferir ao material as características ideais, diferentes tipos de tratamento térmico podem originar variadas organizações das microestruturas no mesmo metal, o que proporciona performances diferentes, nesta fábrica o principal objetivo deste processo radica no aumento da dureza do metal. São utilizadas duas linhas de tratamento térmico, com capacidade para temperar 1000 Kg/hora (CMFG 2015).



Figura 2 - Etapas de Torneamento e Tratamento térmico.

As sucessivas operações de retificação das faces e diâmetros exteriores dos anéis ilustradas na figura 3 permitem que a peça seja obtida, nas dimensões do desenho do cliente, em condições de montagem do produto acabado. Esta etapa consiste numa abrasão das superfícies dos anéis interiores e exteriores. Para além da retificação, segue-se o super-acabamento do caminho dos anéis (onde irão deslocar-se as esferas) através de mós de polimento.

Com os anéis prontos e com os componentes necessários, esferas, gaiolas, deflectores e embalagem, segue-se a montagem do rolamento e subsequente embalagem. Por fim é feita a montagem do anel interior no exterior e a colocação das esferas. As peças são referenciadas a laser e embaladas (CMFG 2015).



Figura 3 - Retificação de faces e Montagem.

Na figura 4 é possível observar os quatro processos de produção de uma forma mais objetiva, sendo evidenciado em que naves fabris estes se desencadeiam e a sequência destas operações.

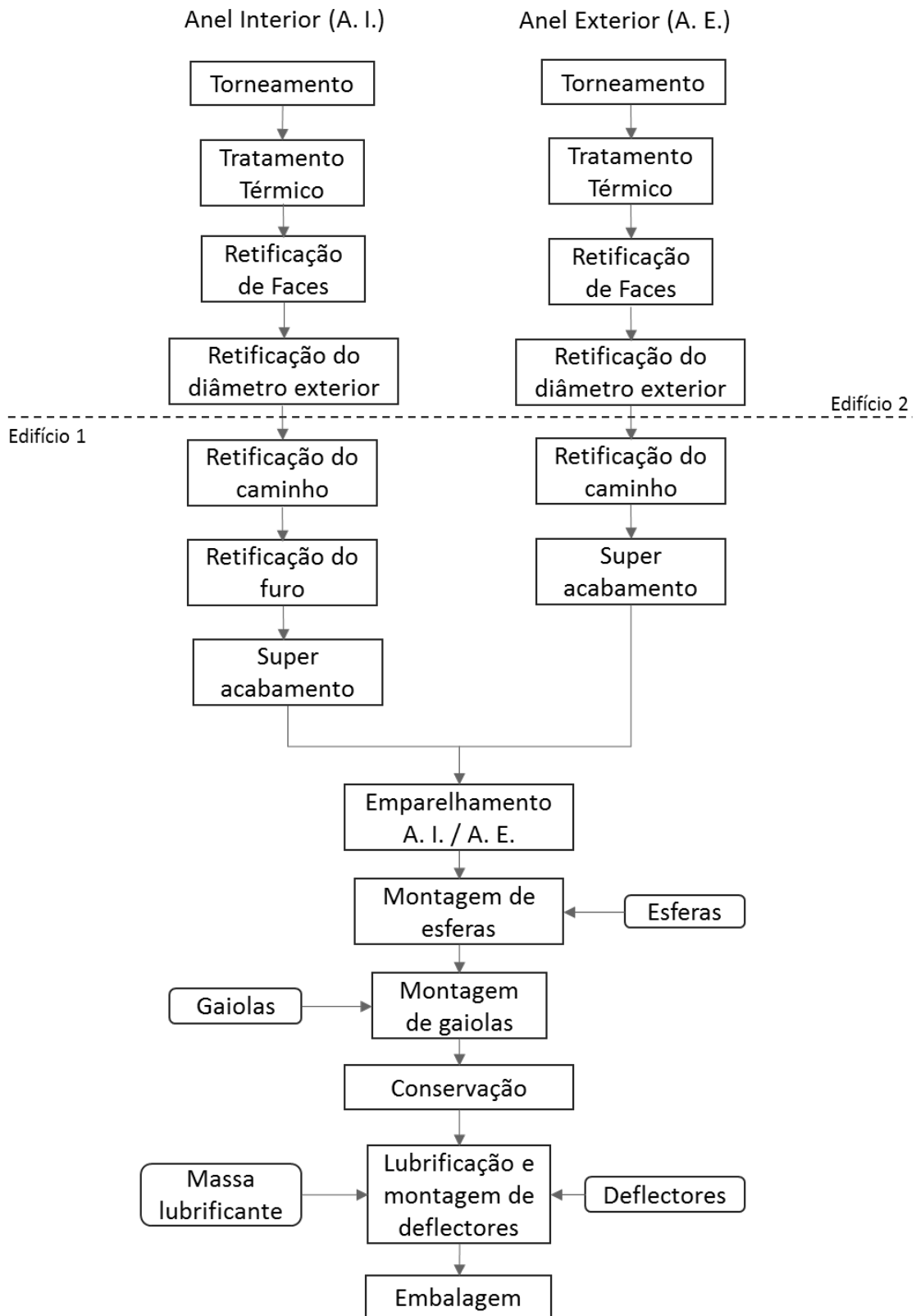


Figura 4 - Processo de fabricação de rolamentos.

2.2. Considerações sobre as Instalações e Máquinas

As secções de produção são consideradas consumidores intensivos de energia, sendo os sectores de torneamento, tratamento térmico, retificação e montagem os mais relevantes a nível de consumo energético, destacando-se o tratamento térmico. Para além das máquinas inerentes aos processos produtivos, o fornecimento de energia às instalações térmicas do funcionamento dos equipamentos da produção também apresenta consumos significativos. Os serviços auxiliares correspondentes aos escritórios, oficinas, serviços sociais, entre outros, não implicam consumos elevados, pelo que será dada uma maior ênfase às áreas de consumo mais acentuado.

Torneamento e Linhas de Tratamento Térmico

O processo de torneamento, onde se inicia a produção, é composto por 5 tornos onde podem ser trabalhados tanto os anéis interiores como exteriores. Nesta etapa estão incluídas 6 máquinas PITTLER e uma unidade destinada à lavagem, ILVET. Os tornos multiárvore PITTLER e SCHUTTE, alimentados pela Canalis 7 não apresentam consumos significativos em relação ao processo de torneamento, assim sendo não foram implementados valores em relação a esta carga no balanço energético.

Existem duas linhas de tratamento térmico presentes no Edifício 2 em que o esquema é ilustrado na figura 5, estas linhas são independentes, mas as suas características são bastante similares, só diferindo no modelo da máquina de lavar. As etapas desta fase compreendem a têmpera, arrefecimento por banho de óleo, lavagem e revenimento. A primeira é executada de modo a retirar as tensões residuais acumuladas, eliminar as bolsas de oxigénio e austenite residual sendo os anéis aquecidos num forno durante 15 a 20 minutos a uma temperatura de 850 °C, sendo arrefecidos no óleo a 62 °C. Os anéis são lavados a 70 °C, de seguida a fase final de revenimento irá conferir as características de dureza e elasticidade pretendidas, sendo os anéis mantidos num forno entre 200 °C e 220 °C durante 120 minutos.

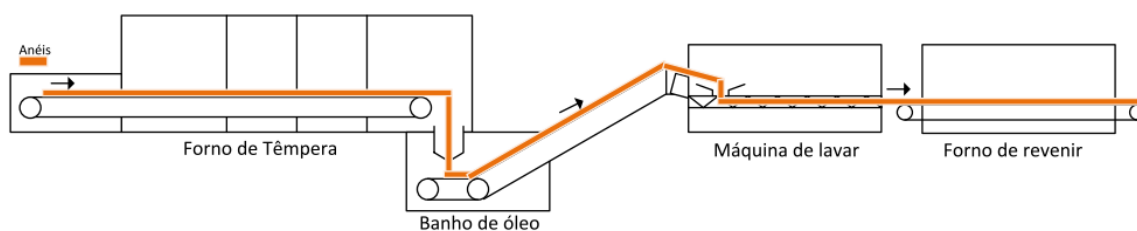


Figura 5 - Esquema das linhas de tratamento térmico.

É consumido gás natural, propano, azoto e metanol de modo a que seja atingida a temperatura e elasticidade de têmpera, no revenimento é consumida energia elétrica e é utilizada água no processo de controlo da temperatura para arrefecimento da temperatura do óleo. Os fornos ilustrados encontram-se devidamente isolados relativamente à envolvente exterior, quanto à queima de gás natural no forno de têmpera os queimadores estão afinados para um excesso de oxigénio de aproximadamente 3,5 %, possuindo estes uma tecnologia de recuperação de calor e verificando-se um rendimento de aproximadamente 80 % (CMFG 2015).

Retificação, Super-acabamento e Montagem

O sector da retificação possui a maior quantidade de máquinas, sendo estas divididas por diversas funções nos edifícios 1 e 2: retificação de diâmetros e faces, retificação do furo, retificação de caminho e super-acabamento. A energia elétrica consumida para esta fase do processo produtivo divide-se nos diversos acionamentos, iluminação, ar comprimido e centrais de óleo de corte ou emulsões. No edifício 2, no processo de retificação com emulsão de faces e diâmetros existem no total 4 Mikrosas, uma unidade Guildmeister, 3 Diskus, 2 Kronos, para além de 2 máquinas Blumberg 3249 e Twingrip 3030 também associadas a este processo. As restantes máquinas inerentes a este processo estão localizadas no edifício 1, estando estas distribuídas por 18 linhas, somando-se ainda 7 células. As máquinas incluídas nas linhas referidas são: AFS, Micronova, IFS, MiG, ARR, Thielenhaus e HM'S, todas elas com diferentes modelos, respeitando a especificidade do processo (CMFG 2015).

Por fim, o objetivo da fase da montagem consiste na junção dos componentes no produto final que será devidamente montado e em condições para embalar. É constituída por 3 linhas manuais e 18 automáticas. A retificação e a montagem dos produtos podem ser ambas efetuadas nas células, num ciclo contínuo interligado.

Distribuição de Energia Elétrica

As instalações da Schaeffler recebem energia elétrica em Média Tensão (30 kV), esta alimentação é direcionada para dois postos de transformação, no edifício 1 e no edifício 2. O posto de transformação do edifício 1 é constituído por 3 transformadores. No edifício 2 o posto de transformação possui 2 transformadores. Cada um dos 5 transformadores apresenta uma potência nominal de 1000 kVA.

Centrais ar comprimido

O ar comprimido é umas das fontes de transmissão de energia da fábrica, resultando da transformação de energia elétrica em energia potencial na forma de ar comprimido. Esta fonte é segura e fácil de usar, uma vez que as ferramentas pneumáticas são mais leves e maleáveis do que as elétricas que possuem uma potência relativamente idêntica. Quando as ferramentas de ar comprimido são submetidas a sobrecargas, estas cessam o seu funcionamento como as elétricas e não sofrem quaisquer danos. Algumas das desvantagens relativas a esta fonte consiste num preço entre 7 a 10 vezes mais caro que a eletricidade para a realização da mesma tarefa, o que implica um uso racional e cuidado.

Na Schaeffler o ar comprimido é produzido através de uma central localizada no edifício 1 e a outra no edifício 2, onde cada central tem uma rede de distribuição em anel. Estas redes, no edifício 1 e edifício 2, ilustradas pelas figuras 6 e 7 respetivamente, estão ligadas entre si através de tubagem em aço DN 110, desenvolvendo-se esta em ambos os edifícios em DN 100, reduzindo nos troços de distribuição para DN 60 e DN 50.

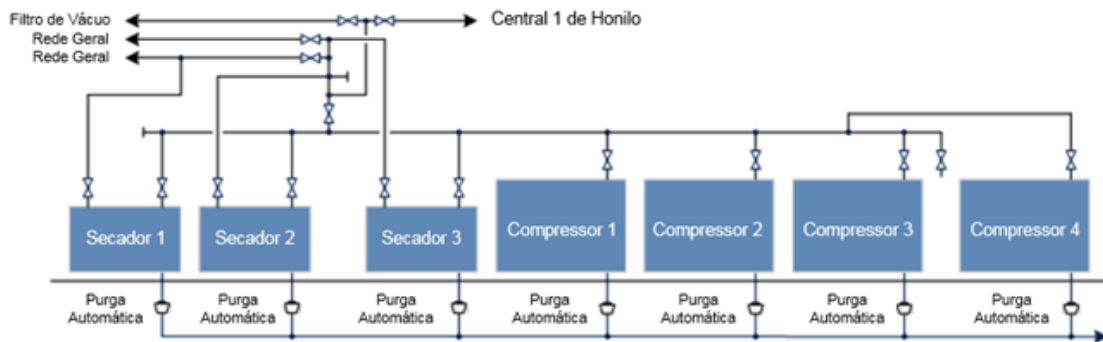


Figura 6 - Disposição da central de ar comprimido do edifício 1.

Os compressores utilizados no edifício 1 são:

- Atlas GA 160 VSD (2 compressores)
- Atlas GA 250
- Atlas GA 110+

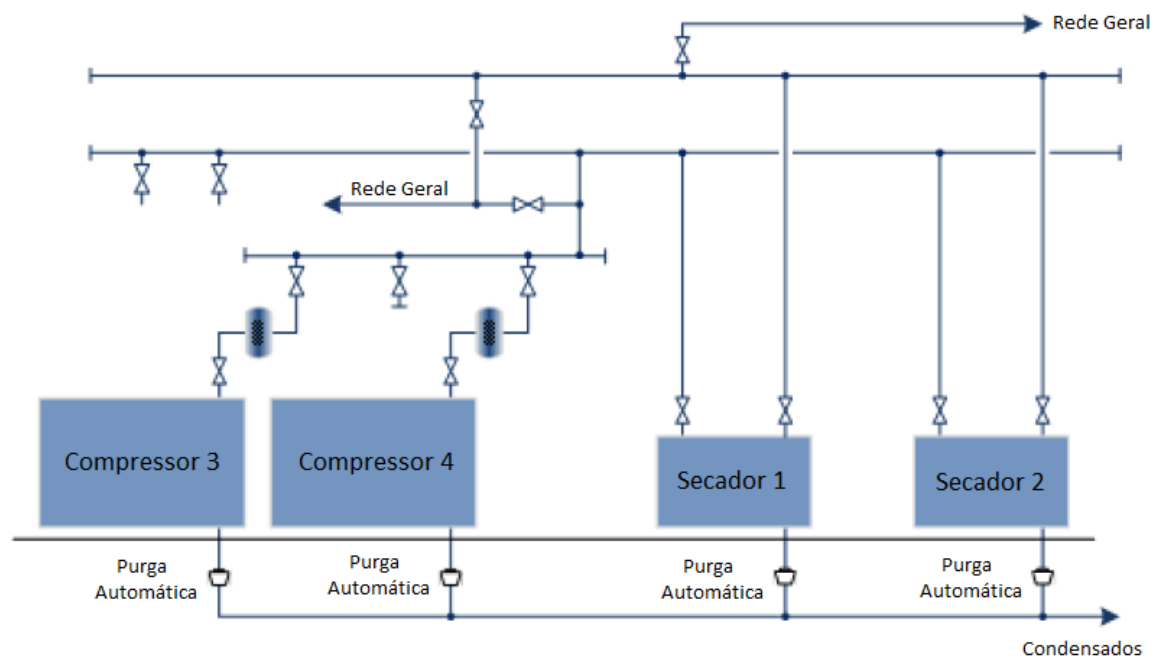


Figura 7 - Disposição da central de ar comprimido do edifício 2.

No edifício 2, os compressores utilizados são:

- Atlas GA 1108
- Atlas GA 110+

No edifício 2, os compressores presentes na central não estão em funcionamento simultâneo, apenas o compressor Atlas 110+ está a funcionar durante o período laboral normal da fábrica. O outro compressor funciona apenas aos domingos de modo a que sejam asseguradas por si só todas as necessidades industriais de ambos os edifícios quando não existe produção. O Atlas 110+ está sempre à máxima carga, na eventual existência da necessidade de um maior consumo de ar na fábrica 2, este é fornecido a partir do edifício 1.

Central de refrigeração

Existe uma central na Schaeffler correspondente ao arrefecimento de água do processo, composta por 5 torres de arrefecimento cada uma contendo 1 ventilador, perfazendo 5 ventiladores no total. O arrefecimento é composto por duas bombas de sistema, alimentando toda a instalação industrial, sendo uma delas a bomba de filtragem que não se encontra neste momento a funcionar (CMFG 2015) .

3. Enquadramento Teórico

A energia é definida como a capacidade de um sistema produzir atividade externa ou realizar trabalho. São designadas várias formas de energia incluindo renováveis, podendo ser estas armazenadas, processadas, utilizadas num equipamento, processo ou recuperadas. Grande parte da eficiência energética gerada nas organizações provém da gestão dos processos de produção e não através da implementação de novas tecnologias que impliquem investimentos (Vasconcelos 2019).

As indústrias presentes em Portugal serão motivadas a consumir menos energia por cada unidade de riqueza que gerarem, uma vez que não é desejável uma redução de consumo energético associada a uma diminuição de volume de produção. Portugal é um país com um nível escasso de recursos energéticos endógenos, nomeadamente relativo aos recursos mais clássicos e tradicionais que asseguram as necessidades estratégicas da grande maioria dos países desenvolvidos, petróleo, carvão e gás natural. A redução da dependência energética externa tem constituído uma preocupação dos sucessivos governos portugueses, existindo um investimento a nível do aumento de eficiência energética e na redução de emissões de CO₂.

O SGCIE, resultante das estratégias nacionais referidas, engloba os métodos convencionais que permitem monitorizar os consumos das instalações consumidoras intensivas de energia no sector industrial. Este sistema prevê que as instalações consumidoras intensivas realizem auditorias energéticas que incidam sobre as condições de utilização de energia e promovam o aumento da eficiência energética, não menosprezando a utilização de fontes de energia renováveis. É estabelecida a execução de um PReN (Plano de Racionalização Energética) que contempla objetivos de eficiência energética considerando os Acordos de Racionalização de Consumos Energéticos (ARCE).

São evidenciados na figura 9 os distritos com o maior número de registos no SGCIE em 2015, neste ano verifica-se a totalidade de 1001 instalações registadas (Calau 2015).

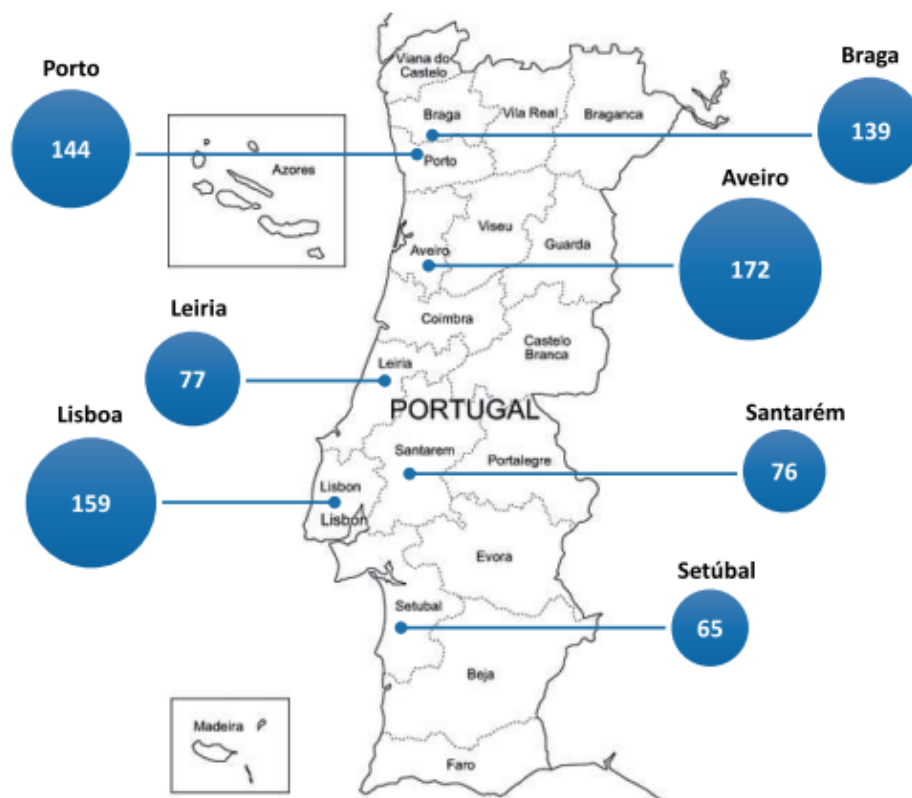


Figura 9 - Instalações abrangidas pelo SGCI em Portugal, 2015.

Considerando as medidas de eficiência verificadas na tabela 1, é possível constatar que a integração de processos poder-se-á refletir no maior potencial de redução por instalação por ano, seguindo-se a recuperação de calor (Calau 2015).

Tabela 1 - Medidas de eficiência transversais a todos os sectores de atividade.

	Potencial de Redução Global (tep/ano)	PRI (anos)	Custo de redução por tep (€/tep)	Redução GEE (tCO ₂ e)	Potencial de redução por instalação (tep/ano)
Integração de processos	4.794	0,59	230	13.387	342,45
Isolamentos térmicos	7.909	1,32	550	21.951	24,34
Outros	12.535	3,91	2.296	39.599	40,18
Recuperação de calor	22.094	1,83	678	59.510	88,61
Sistemas de combustão	8.134	2,29	1.700	29.972	32,15
Tratamento de efluentes	855	1,37	646	2.461	77,74

Considerando a indústria metalúrgica e metalomecânica, as principais fontes de energia associadas ao consumo são a eletricidade (64%) e o gás natural (23%), verificando-se com menor representatividade o petróleo (10%), as energias renováveis (2%) e o carvão (1%). Atendendo aos critérios associados à conceção do produto consideram-se relevantes os seguintes pontos numa lógica de sustentabilidade (AEP 2012):

- Seleção de matérias-primas: utilização de recursos locais, minimização de desperdícios, utilização de materiais reciclados, recicláveis e redução de energia consumida.
- Definição da embalagem: utilização de materiais reciclados, minimização da quantidade de materiais necessários, de espaço de armazenamento e energia necessária ao armazenamento e manuseamento.
- Cuidados atendidos na conceção do produto: disponibilização de informação ao utilizador sobre desempenho energético, minimização da necessidade de energia, integração de funções automáticas de poupança de energia e minimização de consumíveis.

A energia primária engloba toda a forma de energia disponível na natureza antes de ser convertida ou transformada, corresponde à energia contida nos combustíveis crus, solar, eólica, geotérmica e outras formas de energia que constituem uma entrada no sistema. Em contrapartida, as formas de energia secundária, eletricidade, ar comprimido e gás natural são verificadas com uma grande presença a nível industrial, a Schaeffler possui maioritariamente estes tipos de geração energética.

3.1. Políticas de Eficiência Energética

A atividade económica nacional está relacionada com o aumento da eficiência energética das indústrias. De forma a reduzir a intensidade energética, o aproveitamento de fontes de energia renovável constitui uma forma de redução do valor deste indicador. Os principais objetivos da política energética nacional radicam na (RdA Climate Solutions 2018):

- Redução significativa das emissões de gases com efeito de estufa, de forma sustentável;

- Diversificação das fontes de energia primária de modo a aumentar estruturalmente a segurança de abastecimento do País;
- Redução da despesa pública e uso eficiente de recursos através do aumento da eficiência energética na economia;
- Contribuição para o aumento da competitividade económica, reduzindo os consumos e custos associados ao funcionamento das empresas e à gestão da economia doméstica, disponibilizando recursos para facilitar a procura interna e novos investimentos.

Portugal não possui recursos fósseis endógenos, nem capacidade económica para que as compras de energia primária influenciem os preços do mercado, além deste fator os incrementos direcionados para a eficiência energética promovem a proteção ambiental e segurança energética cuja relação custo benefício é bastante favorável. Deste modo o conceito de eficiência energética é reconhecido a nível nacional como a prioridade da política energética (RdA Climate Solutions 2018) .

De modo a não comprometer a competitividade das empresas ou a qualidade de vida dos cidadãos e apostando num modelo energético racional e sustentável foram desenvolvidos planos com determinados objetivos através da implementação de medidas a vários níveis. O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), define a estratégia nacional para a eficiência energética, integrando seis áreas específicas: sector dos transportes, residencial, serviços, indústria, estado, comportamentos e agricultura. Estas áreas englobam um leque de medidas de melhoria de eficiência energética que de uma forma quantificável e monitorizável pretendem alcançar objetivos propostos. O Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis prevê uma porção de 60% de eletricidade a partir de origem renovável e uma meta global de energias renováveis de 35%, este plano estabelece que a introdução de fontes renováveis incide sobre os sectores do aquecimento e arrefecimento, eletricidade e transportes (RdA Climate Solutions 2018)

A nível europeu, são estabelecidas linhas de orientação para um horizonte compreendido entre 2021 e 2030, as metas energéticas estabelecidas nesta dimensão correspondem à redução do consumo de energia primária aumentando a eficiência energética em 32,5%, alcance de 32% de consumo através de energias renováveis, 14% de renováveis nos transportes e 15% a nível de interligações elétricas. O PNEC (Plano

Nacional de Energia e Clima) estabelece objetivos nacionais para as emissões de GEE, energias renováveis e eficiência energética até 2030 substituindo os planos nacionais (PNAER, PNAEE e PNAC). A figura 10 ilustra a estimativa do consumo de energia primária (CEP) face às projeções feitas pela União Europeia em 2007 (Cenário BAU PRIMES 2007) de modo a alcançar a redução do consumo de energia de 35%.

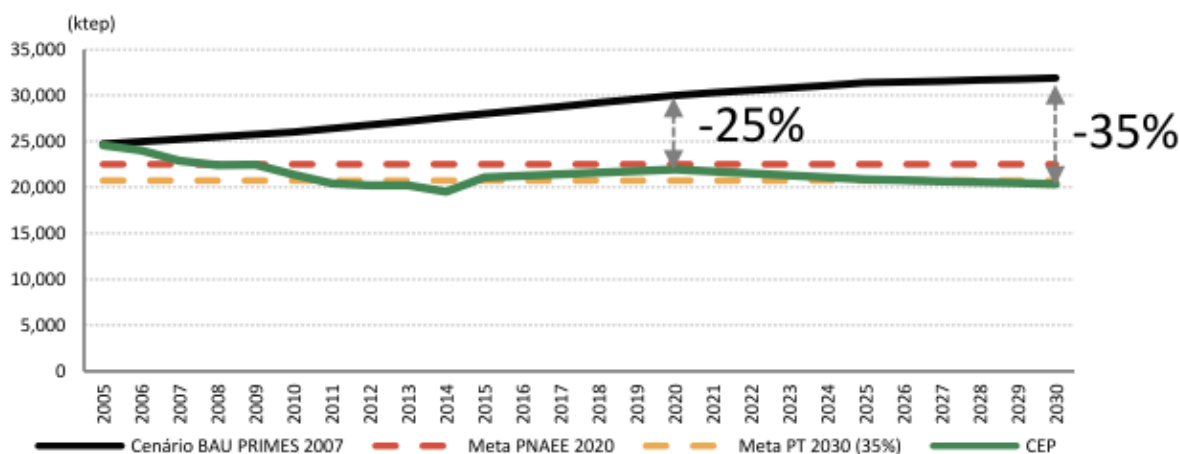


Figura 10 – Meta da Diretiva de Eficiência Energética: Consumo de Energia Primária.

Os principais “drivers” associados à meta de eficiência energética no horizonte 2030 consistem na promoção de eficiência nos equipamentos, produtos e serviços e o reforço da eficiência energética no sector industrial promovendo a competitividade das empresas. Também consiste na promoção da eficiência energética na administração pública e o enfoque no combate à pobreza energética (Bernardo 2018).

3.2. Sistemas de Gestão e Normas

Um Sistema de Gestão de Energia (SGE) é articulado considerando vários elementos, nomeadamente a comunicação dos seus compromissos de energia e dos dados dos processos da fábrica, assim como a garantia do alcance das metas e objetivos considerando a gestão e realização dos planos de ação. Esta gestão é realizada de modo a que sejam implementadas formas de controlo no sentido de conservar a energia e demonstrar a melhoria do desempenho energético da fábrica, sendo posteriormente verificável por processos de auditorias. Para além das implicações energéticas, um SGE possui objetivos de gestão associados ao reforço da sustentabilidade financeira e a mitigação dos impactes ambientais que são resultantes dos consumos de energia (Soares 2015)

Algumas das implicações inerentes à implementação do SGE estão associadas a um planeamento complexo e demorado e ao controlo de custos associados ao desenvolvimento do sistema de gestão de energia que exige uma atenção específica por parte da gestão de topo.

De modo a melhorar a performance ambiental e energética da Schaeffler, é necessário ter em conta as implicações que a afetam, estas são abordadas aquando da análise dos processos de produção. Para efetuar a gestão destes processos o Grupo Schaeffler tem implementado um sistema EnEHS (Energy, Environment, Health and Safety) que é aplicável em todas as fábricas numa escala mundial. Este sistema é complementar com as normas ISO 50001 (energia), ISO 14001 (ambiente), OHSAS 18001/ISO 45001 (segurança e saúde no trabalho) e registo pelo EMAS relativamente a declarações ambientais (Schaeffler 2017). Na figura 11 é verificado o número de locais de produção certificados pelas normas referidas.

A execução dos sistemas referidos é avaliada localmente com regularidade no âmbito de auditorias anuais internas e auditorias anuais externas realizadas por especialistas e auditores pertencentes à Schaeffler. Estas auditorias são efetuadas todos os anos sendo tratadas como um tipo de controlo em que são discutidas ações necessárias para que o SGE seja devidamente executado. Objetivos relativos às fábricas são definidos pela empresa, os quais implicam um aumento da eficiência energética em 40% em comparação com o ano de 2011, no ano de 2020. Os desenvolvimentos da legislação a nível nacional e internacional são relevantes no domínio da gestão energética e ambiental do Grupo Schaeffler (Schaeffler 2017).

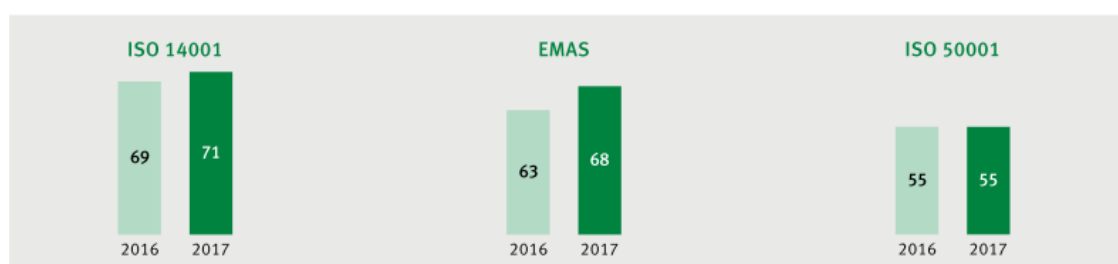


Figura 11 - Número de locais de produção certificados em 2016 e 2017.

São utilizados KPIs, (*Key Performance Indicators*) de modo a acompanhar o planejamento, a avaliação e a gestão das medidas tomadas, para acompanhar a evolução do desempenho da organização, para avaliação da sua resposta aos problemas ambientais e energéticos inerentes à empresa numa escala global (Schaeffler 2017).

3.2.1. ISO 50001

A norma ISO 50001 reúne um conjunto de orientações e de requisitos que servem de base a uma organização de modo a que esta consiga estabelecer um sistema e processos aptos para a melhoria contínua da performance energética, eficiência, uso e consumo. A implementação de um sistema de gestão melhora a performance energética que depende do compromisso a todos os níveis da organização, nomeadamente da gestão de topo. O desenvolvimento e implementação deste sistema engloba vários itens a serem desenvolvidos, nomeadamente a política energética, os objetivos, as metas energéticas e planos de ação (ISO 2011) .

A aplicação desta norma pode ser ajustada de modo a enquadrar-se na dinâmica de uma determinada organização tendo em conta a complexidade dos seus sistemas, quantidade de informação documental e recursos disponíveis. A ISO 50001 possui um elevado nível de compatibilidade com outros sistemas de gestão dada a sua estrutura, texto, termos e definições. A norma pode ser utilizada independentemente, no entanto uma determinada organização poderá combinar o seu sistema de gestão energética com outro sistema de gestão, ou integrá-lo nos objetivos relacionados com outro negócio, questões ambientais ou sociais (AIDA Group 2014).

A articulação feita entre o SGCIE e a norma ISO 50001 está enquadrada na metodologia Plan-Do-Check-Act (PDCA), os requisitos da norma e as várias metodologias preconizadas na regulamentação ao serem complementadas tendem a facilitar a integração do processo de implementação do SGE.

Como referido, esta norma baseia-se na metodologia “PDCA” cujas práticas organizacionais são ilustradas na figura 12.

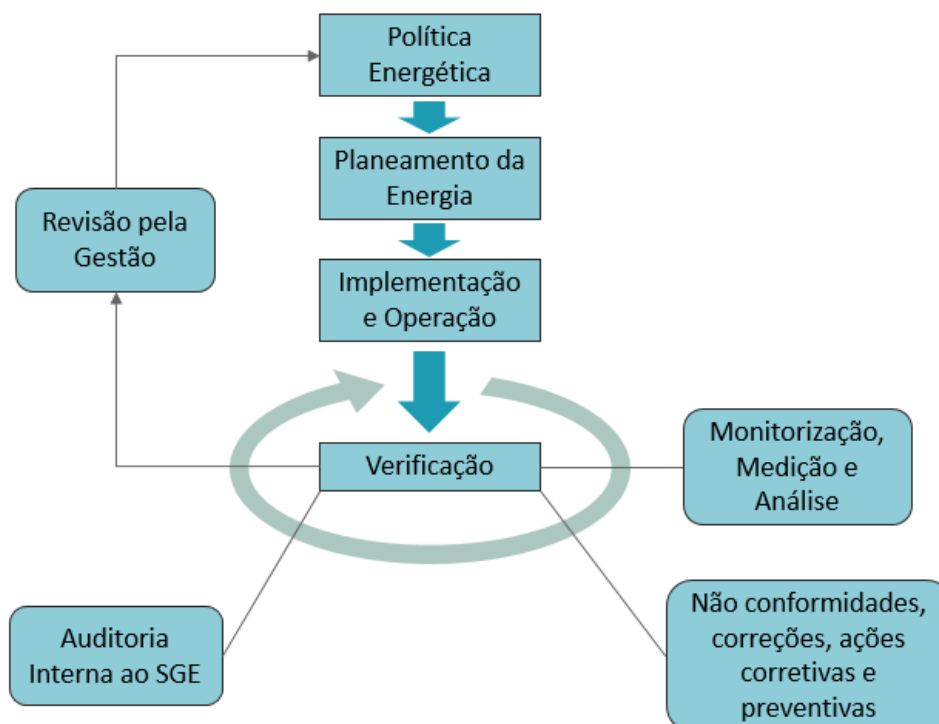


Figura 12 – Metodologia Plan-Do-Check-Act.

A metodologia referida pode ser incorporada através de uma abordagem que assenta em quatro conceitos:

- **Plan (planear):** é estabelecida a linha de base, realização de avaliação energética, indicadores de desempenho energético, objetivos, metas e planos de ação visando obter resultados que se traduzam numa melhoria do desempenho energético considerando a política energética da organização.
- **Do (executar):** implementação dos planos de ação energéticos relativos a procedimentos e processos cujo objetivo consiste em melhorar o desempenho energético.
- **Check (verificar):** face à política energética e aos objetivos, procurar monitorizar e medir os processos e produtos que possuem as características mais importantes para determinar o desempenho energético.
- **Act (atuar):** realizar ações que visem melhorar continuamente o desempenho do SGE face aos resultados atingidos.

A ISO 50001 destina-se a todo o tipo de organizações em qualquer região do mundo, disponibiliza mecanismos para que as empresas se posicionem na vanguarda da gestão de energia, aplicando-se quer na indústria como nos serviços. Os aspetos mais relevantes assegurados pela ISO 50001 aquando da implementação de um SGE são: reduzir a fatura energética das organizações, aumentar a produtividade, aumentar a competitividade nos mercados internos e externos, conhecer de forma aprofundada as instalações e o custo energético dos processos, contribuir para a melhoria na imputação dos custos operacionais e conseqüente planeamento de custos, contribuir para a redução de impactos negativos decorrentes do consumo de energia, incluindo a redução de gases com efeito de estufa e reduzir a exposição das entidades a fatores externos (AIDA Group 2014) .

3.2.2. Estrutura e Etapas de Implementação

A ISO 50001 garante uma análise sistemática à melhoria da performance energética, de modo a garantir este processo, a estrutura da norma baseia-se na atribuição de responsabilidades e deveres de cada interveniente no sistema. A implementação do sistema está sujeita a várias etapas: conhecer os consumos energéticos da organização, contabilização e monitorização destes, disponibilização de dados para tomada de decisões sobre medidas de desempenho energético e controlo do resultado de ações e investimentos realizados neste sentido.

O ciclo PDCA associado à norma, para além de promover a melhoria contínua em todo o sistema e processos, pode ser dividido pelas etapas inerentes à metodologia de implementação desta. A análise efetuada neste sentido garante o enquadramento dos requisitos necessários para que cada uma das fases seja devidamente concluída, assim como a identificação das tarefas necessárias para cada etapa, através do “Balanço Energético Mensal”.

Requisitos e Responsabilidade da Gestão

Um SGE corresponde a um conjunto de elementos inter-relacionados de modo a que seja estabelecida uma política e objetivos energéticos, assim como processos necessários para que estes objetivos sejam concretizados. Este deve ser documentado, de modo a que os colaboradores da organização possam ter acesso a um conjunto de informações que permitam o seu perfeito entendimento. Devem ser definidos os limites

e fronteiras do SGE, no caso de uma fábrica que seja constituída por duas unidades, o SGE poderá ser aplicável apenas a uma delas.

Um dos compromissos relacionados com a implementação do SGE é inerente à gestão de topo no sentido de garantir a melhoria do sistema expressando-o através da definição de uma política energética. A gestão deve criar uma equipa de energia e inclusivamente definir e garantir a melhoria dos elementos fundamentais do SGE, sejam os limites do sistema, a política energética, os objetivos, indicadores, entre outros. A comunicação da importância do SGE a todos os elementos da organização também assenta na responsabilidade da gestão de topo. O desempenho energético no planeamento a longo prazo deve também ser incluído pela gestão assim como a revisão regular do sistema (AIDA Group 2014) .

Política Energética

O compromisso de melhoria contínua com a eficiência energética deve ser assegurado pela gestão de topo na política energética, assim como os recursos necessários para atingir os objetivos, as metas e as exigências legais.

A declaração deve ser adequada, acessível e extensível a todas as atividades de trabalho, de modo a que, a política energética esteja de acordo com o âmbito, fronteiras inerentes ao uso e consumo de energia definidos. Quando a organização adquire ou utiliza serviços de transporte, o uso e consumo energéticos poderão ser implementados nas fronteiras definidas. A Política Energética deve ser documentada, comunicada e revista sempre que necessário pela organização (AIDA Group 2014) .

Planeamento Energético

Esta etapa deve possuir um procedimento criado pela gestão, documentado e consistente com a política energética. São identificados os requisitos legais e outros aplicáveis, a nível de exigências internacionais, nacionais, regionais e locais relativos ao uso de energia, os consumos que lhe são inerentes e a eficiência (AIDA Group 2014) .

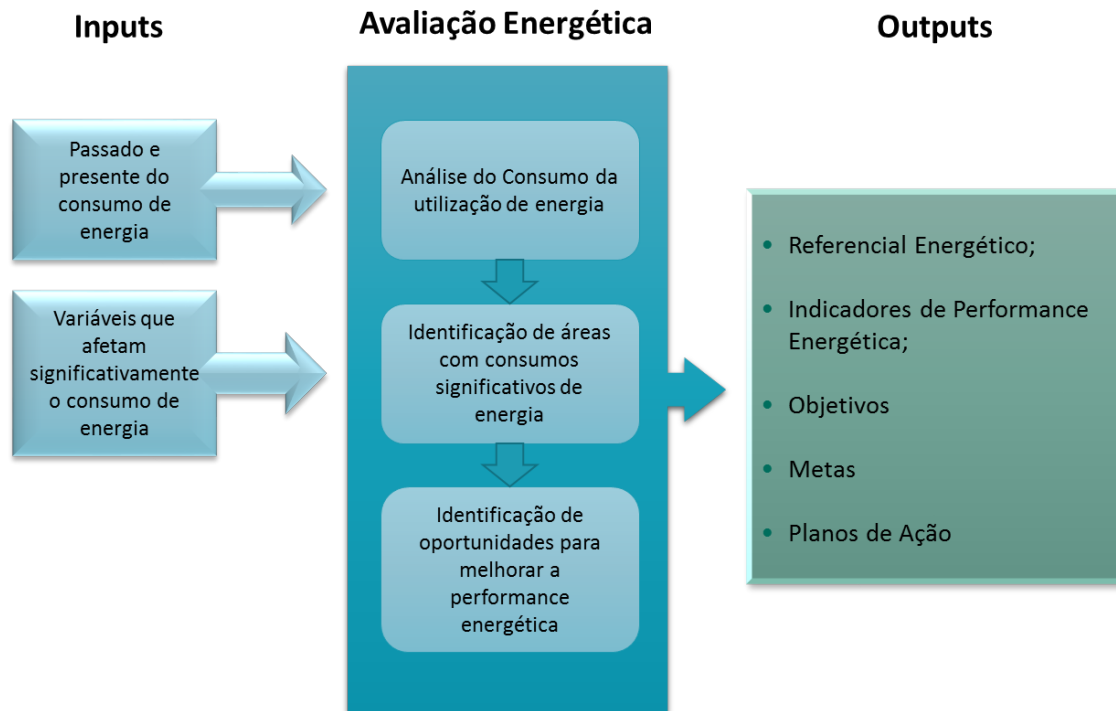


Figura 13 -Processo de planeamento energético.

É necessário estabelecer, registar e manter um consumo energético de referência pela organização, não descurando as exigências relativas a regulamentos e as variáveis que afetam o uso e consumo de energia, estes itens são ilustrados como “inputs” na figura 13. O consumo energético de referência deve ser atualizado de modo a que os indicadores de desempenho energético demonstrem o uso e consumo de energia sempre que existam alterações significativas no modo como esta é utilizada (AIDA Group 2014).

Implementação e Operação

De modo a que o SGE seja implementado e operacionalizado, a organização deverá estabelecer procedimentos e planos de ação para o efeito. Não devem ser menosprezadas as necessidades de competência, formação e consciencialização dos trabalhadores relativamente ao uso significativo de energia, procurando controlar e reduzir os impactos que lhe são adversos.

Aquando da conceção de instalações, sistemas e processos, sejam novos, modificados, renovados que possam ter impacto significativo no desempenho energético, a organização deve considerar oportunidades de melhoria para o desempenho energético e o controlo operacional. Na aquisição de equipamentos relacionados com energia, compra de serviços ou produtos, deve ser comunicado aos fornecedores que a eficiência

energética é um dos fatores importantes a ter em conta. Os critérios de compra dos itens referidos terão de ser definidos, assim como documentados (AIDA Group 2014).

Verificação

Deverá ser definido pela organização e revistos periodicamente os meios e métodos de monitorização e medição apropriados, inclusivamente também é necessário analisar o cumprimento dos requisitos legais e outros aplicáveis. De modo a que a monitorização e medição sejam efetuadas devidamente é necessário que os equipamentos utilizados para este fim sejam calibrados de acordo com a necessidade de cada equipamento.

Deverão ser monitorizados, medidos e analisados pela organização, os usos significativos de energia, as variáveis, os indicadores de desempenho energético relacionados, os resultados da avaliação energética, a eficácia dos planos de ação avaliando o consumo real de energia face ao esperado. Os desvios significativos ao desempenho energético deverão ser investigados e solucionados.

Para que o SGE seja avaliado no sentido de verificar a sua conformidade com os requisitos definidos, a organização deverá efetuar uma avaliação através de auditorias internas ao desempenho energético do sistema, tratando posteriormente as não-conformidades e implementar ações as corretivas necessárias e adequadas (AIDA Group 2014).

Revisão pela Gestão

O SGE da organização deve ser revisto periodicamente pela gestão de topo, abrangendo todo o âmbito do sistema e atualizando a documentação, as alterações deverão ser comunicadas, os passos a tomar para este ponto são ordenados na figura 14. Devem ser mantidos todos os registos desta atividade, sendo preparadas as entradas necessárias para a revisão pela gestão, assim como as saídas da revisão. É determinada a informação necessária a recolher de forma a que seja possível à gestão de topo tomar decisões fundamentadas para garantir a melhoria contínua do SGE e da performance energética. Tipicamente os pontos que necessitam de ser abordados consistem em verificar o estado de implementação do SGE, as alterações necessárias a nível estratégico, performance energética e requisitos externos ou internos. É necessário também analisar as medições e monitorizações incluindo indicadores de desempenho energético de modo

a verificar se fornecem informação correta, os recursos necessários ao SGE e a complementaridade e eficácia deste para com a organização no alcance dos resultados pretendidos (AIDA Group 2014).

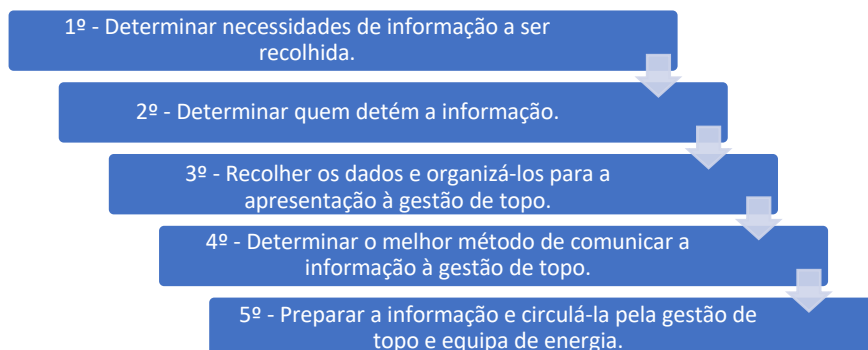


Figura 14 - Etapas na recolha de informação para o processo de revisão pela gestão.

3.3. Sistema EDMS

Tendo em conta a Política Energética adotada pelo Grupo Schaeffler, para além da otimização dos custos energéticos, também é assegurada a melhoria contínua da eficiência energética. Assim sendo, desde 2013 que tem sido implementado um Sistema de Gestão Energética de acordo com a norma ISO 50001, operando através de um sistema denominado Energy Data Management System, que permite a recolha de todos os dados necessários numa escala que abrange as fábricas a nível global. O EDMS é utilizado para monitorizar consumos instantâneos detetando áreas de potencial reaproveitamento energético e analisar dados relativos a medidas implementadas verificando a eficácia das mesmas.

Considerando as diferentes formas de energia consumidas na instalação e verificando-se a complexidade das transformações que interferem na utilização de energia a gestão energética rigorosa da Schaeffler torna-se uma necessidade. Os fluídos consumidos nos processos produtivos associados a nível industrial assumem uma importância crescente, uma vez que para além dos custos que lhes estão associados, existe também um impacto ambiental a ter em conta. As políticas de racionalização implementadas pela gestão, recorrem a determinados elementos que auxiliam na decisão sobre soluções adequadas, torna-se num método baseado em dados reais. Esta visão garante ao EDMS uma posição imprescindível para o Gestor, uma vez que para além da redução de custos, uma grande parte da economia de uma empresa pode ser alcançada

através de alterações comportamentais em determinados pontos de consumo ao invés da aplicação de investimentos adicionais.

Tendo como base a informação disponibilizada será fácil estabelecer padrões de consumo sendo possível implementar um plano de ação direcionado para os sectores com consumos considerados excessivos. Após a implementação de medidas com base energética, será possível verificar através de medições posteriores a eficiência das ações, para além de facilitar a deteção de situações de consumo adversas, não proporcionais aos padrões normais de utilização, o que promove a agilização dos serviços de manutenção. O EDMS compreende registos de consumos inerentes a várias formas de energia e recursos ao longo do tempo, no caso da Schaeffler as categorias definidas na plataforma incluem consumos de: água municipal, água de saneamento, água do furo, eletricidade, gás natural, metanol, azoto, ar comprimido e gasóleo para empilhadores. Esta plataforma permite obter informação representada num mapa com as fontes energéticas da fábrica o que facilita a gestão do desempenho energética da organização e de futuras novas instalações. Para além dos consumos associados a cada tipo de fonte também são disponibilizados os custos energéticos mensais.

De modo a implementar os dados relativos aos consumos e custos associados a cada tipo de energia o EDMS opera numa plataforma WiriTec. Os dados relativos a cada tipo de consumo são apresentados em *dashboards*, nestes é efetuada uma média mensal resultante da introdução manual dos valores existentes nas faturas. De modo a aceder aos dados encontra-se disponível um conjunto de informações inseridas com o intuito de serem exportadas e tratadas por exemplo, em formato Excel. As vantagens da plataforma são as seguintes (Mayer 2019):

- Distinguir consumos elétricos de não elétricos;
- Identificar os problemas da rede, através da verificação de ineficiência de equipamentos e qualidade da energia;
- Conhecer o diagrama de carga;
- Racionalizar consumos de modo a promover o uso de eletricidade em horários mais vantajosos, reduzindo a fatura energética;
- Diminuir os consumos de standby;

- Contribuir na diminuição do impacto ambiental, através da redução de emissões de CO₂eq;
- Obter uma certificação energética.

3.3.1. Estado Atual e Implementação de Dados

Existem alguns pontos de contagem dos consumos de energia na instalação, no entanto o sistema não se encontra operacional a 100% uma vez que não são elaborados mapas de leitura instantâneos em todas as fontes, resultante da não interligação entre os pontos de contagem e o software de aquisição de dados que está em construção e em desenvolvimento permanente. Esta articulação permitiria conhecer o perfil de cargas da instalação de forma completa em tempo real e comparar com dados históricos dos indicadores de desempenho energético.

Inicialmente a implementação do sistema de gestão contempla a instalação de 15 contadores de energia elétrica, 3 de gás natural, 2 de ar comprimido nos edifícios 1 e 2, e 3 contadores de água (geral, cozinha e torres de refrigeração) permitindo efetuar a desagregação de consumos dos equipamentos e sectores da fábrica e determinar o consumo específico por subprocesso e equipamento. Assim sendo é possível comparar a eficiência dos diferentes equipamentos e gerir a produção de acordo com as eficiências das máquinas, isto garante a gestão não só dos consumos, mas também do processo produtivo, para além de permitir a redução dos custos de manutenção. O sistema instalado contempla os grandes consumidores de energia elétrica e gás natural. Considerando os consumos elétricos destacam-se os principais pontos de medição nas centrais de ar comprimido e postos de transformação 1 e 2. Relativamente ao gás natural consideram-se as linhas de tratamento térmico e a alimentação geral da instalação. Associadas às linhas de tratamento térmico, são verificados consumos de metanol, azoto (com produção própria) e propano, de modo a que seja formada a mistura ideal nos fornos. Outros pontos instalados correspondem ao consumo de água de arrefecimento e de água municipal.

De modo a que os dados sejam inseridos no EDMS, cada fábrica possui uma base onde os consumos são inseridos mensalmente, através dos valores das leituras internas e medição. No caso da fábrica em Caldas da Rainha, os consumos são inseridos tendo em conta um valor obtido automaticamente do ponto de medição, através de uma leitura no medidor ou verificando as faturas do fornecedor. Se não existir uma medição devido a

uma avaria ou se não existir um aparelho instalado, é efetuada uma estimativa. Para além dos valores energéticos, são inseridos os custos na moeda nacional.

Inicialmente é efetuado o login na plataforma através de um endereço correspondente aos dados da fábrica em específico. A plataforma possui um menu de opções onde é possível escolher uma determinada função do software.

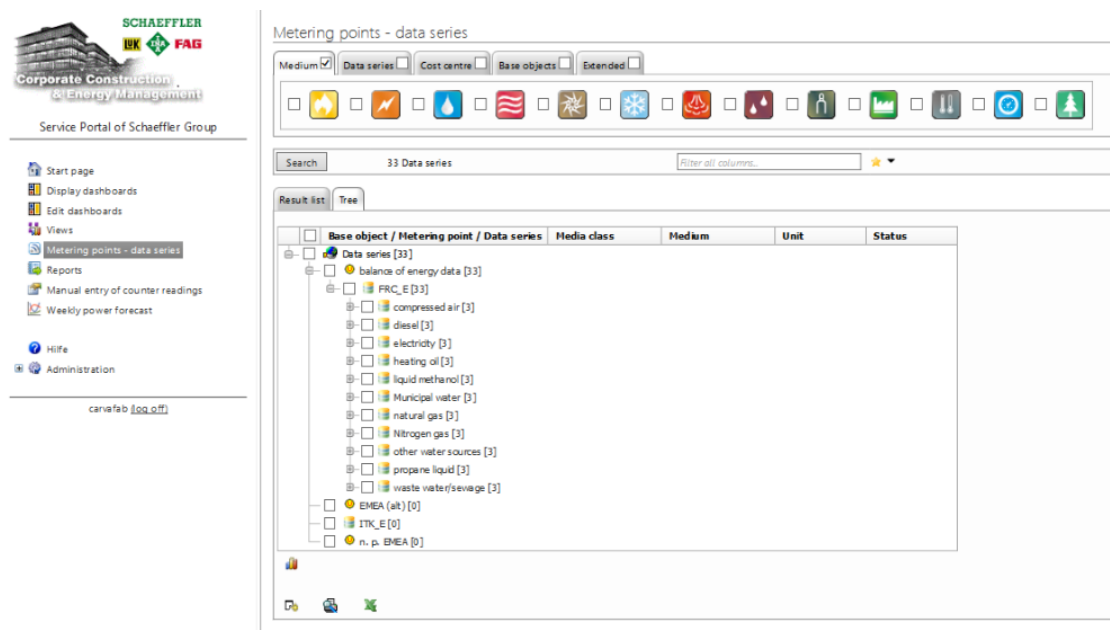


Figura 15 - Plataforma EDMS, menu de opções e seleção de consumos

Relativamente aos pontos de medição é possível implementar a designação do ponto de medição, a sua descrição, a fábrica onde o ponto está instalado, localização, entre outros atributos e/ou características. A função correspondente às séries de dados compreende vários aspetos, designação da série, variável associada, unidades, comentários, entre outros pontos a serem editados. O motor de busca do EDMS demonstra resultados ao utilizador através da introdução de informação alfanumérica e pode ser utilizado em várias situações. Os filtros utilizados na apresentação dos resultados estão associados à função “Metering points – data series” no menu de opções, permitem restringir os consumos e custos num determinado tipo de energia.

A figura 15 ilustra o aspeto do software EDMS no qual é possível verificar o menu de opções do lado esquerdo e os tipos de consumo energético a serem selecionados pelo utilizador. Após os tipos de consumo serem escolhidos, é possível restringir o intervalo de tempo no qual é pretendido que os dados sejam analisados. Para além de estarem

3.3.2. Tratamento dos Dados

Considerando as diferentes fontes de energia, será dada ênfase ao gás natural, diesel, eletricidade, ar comprimido, metanol, propano e azoto. Também são considerados outros tipos de consumos como a água municipal. Se para além das categorias referidas forem utilizados itens adicionais, a gestão energética deverá ser informada, e as linhas de orientação deverão ser atualizadas para incluir o tipo de dados adicionais. A introdução e validação de dados respeita o “Princípio dos 4 olhos, o qual é baseado na aprovação de uma determinada ação por duas pessoas, garantindo um controlo mais efetivo a nível de monitorização e tomada de decisões num ambiente corporativo.

Gás Natural, Eletricidade e Diesel

Os dados existentes de gás natural são referentes a todas as fontes externas deste recurso assim como os custos associados para a fábrica. Este tipo de energia inclui gás com ligação a uma rede de distribuição proveniente de um fornecedor. Os volumes de gás são correlacionados com o poder calorífico associado e este tipo de energia é adicionado por mês. Os principais consumidores de gás natural são as linhas de tratamento térmico.

Relativamente ao consumo elétrico, é feita referência a todas as fontes de energia externas à empresa, no caso da Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda. o consumo de eletricidade corresponde ao fornecimento total da rede de distribuição local. De um modo geral, a eletricidade pode ser adquirida através de uma fonte externa, gerada para autoconsumo ou vendida para a rede. No segundo caso, o autoconsumo poderá ser aplicável quando as instalações possuem geração fotovoltaica, por exemplo. Os custos carregados no EDMS sem o IVA associado, através das faturas e com uma frequência mensal.

O gasóleo é utilizado na fábrica nos empilhadores, o qual deve ser identificado através das faturas. A distribuição dos consumos de Diesel, Eletricidade e Gás Natural é ilustrada na figura 17, em que são considerados fatores de conversão para o gasóleo e o gás de modo a que o gráfico represente estes tipos de energia em kWh.

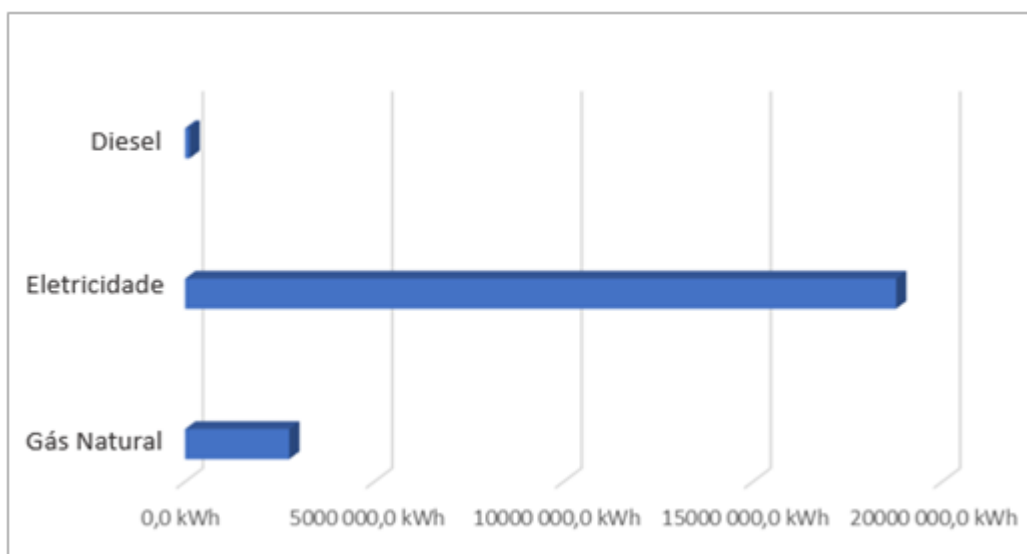


Figura 17 - Consumo de Eletricidade, Diesel e Gás Natural em 2018.

Ar Comprimido

O consumo de ar comprimido também deve ser registado no EDMS, o qual é definido como a produção total de ar comprimido na fábrica, uma vez que engloba a central da fábrica 1 e 2. As unidades implementadas na plataforma para este efeito são em m³. A tabela 2 reúne os consumos associados à totalidade dos compressores das duas naves fabris em kWh, ou seja, para além do volume de ar dirigido às máquinas, também é apresentada a quantidade de energia eléctrica associada ao consumo de ar comprimido.

Tabela 2 - Consumo de ar comprimido total em volume e energia em 2018.

	Ar Comprimido (kWh)	Ar Comprimido (m³)
jan	582.017	4.377.055,2
fev	430.938	4.305.808,8
mar	362.216	4.351.980,0
abr	385.311	4.643.760,0
mai	456.324	5.128.500,0
jun	425.830	4.939.260,0
jul	463.476	5.303.940,0
ago	462.618	5.530.680,0
set	424.817	4.784.640,0
out	507.242	5.945.040,0
nov	479.464	5.459.040,0
dez	364.199	4.191.300,0
TOTAL	5.344.454	58.961.004,0

Os valores representados na tabela são utilizados para avaliações internas da Schaeffler, os custos associados à eletricidade gasta para o funcionamento dos compressores assim como a manutenção efetuada têm de ser registados na plataforma EDMS. Os consumos de ar comprimido são registados mensalmente.

Água Municipal e do Furo

A água municipal considerada corresponde à que abastece a fábrica através da sua rede de distribuição, este tipo de consumo é igualmente registado até ao 5º dia útil de cada mês.

A água extraída através do furo é utilizada para as regas dos jardins e descargas sanitárias. Os custos inerentes ao consumo elétrico para extração da água do furo são considerados, assim como os de manutenção. Estes custos não são considerados para o balanço energético, apenas são verificados em análises internas das fábricas. São discriminados os consumos de água na tabela 3, sendo os meses de dezembro e outubro os que apresentam valores mais elevados.

Tabela 3 - Consumo de Água Municipal e do Furo, 2018

	<i>Água Municipal (m³)</i>	<i>Água do Furo (m³)</i>
<i>jan</i>	1.423	138
<i>fev</i>	1.354	79
<i>mar</i>	1.930	87
<i>abr</i>	1.928	77
<i>mai</i>	1.713	136
<i>jun</i>	1.587	171
<i>jul</i>	1.779	184
<i>ago</i>	2.085	347
<i>set</i>	2.246	380
<i>out</i>	2.232	412
<i>nov</i>	1.990	189
<i>dez</i>	1.658	130

Metanol, Propano e Azoto

O uso de metanol, propano e azoto é direcionado para os processos de tratamento térmico. Os consumos e custos associados destes gases industriais são registados no EDMS, numa base mensal (tabela 4). O consumo total anual destes gases possui uma tolerância de 5% em relação ao ano anterior.

Tabela 4 - Consumo de Metanol, Propano e Nitrogénio, 2018

	<i>Metanol (Kg)</i>	<i>Propano (Kg)</i>	<i>Azoto (m³)</i>
<i>jan</i>	5.820	0	15.066,0
<i>fev</i>	5.440	0	13.100,0
<i>mar</i>	5.020	0	14.913,0
<i>abr</i>	0	1.183	13.894,0
<i>mai</i>	6.800	0	13.602,0
<i>jun</i>	5.180	0	13.327,0
<i>jul</i>	5.260	1.021	20.575,0
<i>ago</i>	5.440	0	10.167,0
<i>set</i>	0	1.154	13.692,6
<i>out</i>	5.560	0	15.050,4
<i>nov</i>	10.800	1.409	20.637,8
<i>dez</i>	0	0	11.708,7

3.4. Eficiência Energética

De seguida será descrito as principais medidas de eficiência energética, relativas aos dados disponibilizados pelo EDMS.

Iluminação Eficiente

O rendimento associado aos equipamentos elétricos existentes numa indústria varia consoante as suas especificações. De modo a que os equipamentos realizem uma determinada tarefa, estes irão necessitar de uma quantidade de energia que irá afetar os seus rendimentos. Considerando as lâmpadas, as diferenças verificadas no rendimento estão relacionadas com a eficácia luminosa, representada em lúmens por watt (lm/W), ou seja, quantidade de luz emitida por quantidade de energia consumida. A utilização de lâmpadas de elevada eficiência luminosa, assim como dispositivos direcionados para a otimização da iluminação gerada pela lâmpada são algumas das medidas relacionadas com a redução de consumos em energia elétrica nos sistemas de iluminação.

De modo a que a redução dos consumos relacionados com a iluminação se verifique é necessário adquirir conhecimentos sobre as características dos equipamentos de modo a que seja efetuada uma análise que leve a uma escolha apropriada, sem comprometer a qualidade da iluminação. A instalação de equipamentos de iluminação mais eficientes energeticamente implica investimentos mais elevados, no entanto a sua utilização garante uma redução de custos, seja a nível de consumo ou a nível de manutenção. Tem-se verificado nos últimos anos um progresso acentuado relativamente

aos sistemas de iluminação, tanto no controlo, regulação de fluxo luminoso, deteção de movimento, como em termos de tipo de sistema (lâmpada + luminária). Esta evolução permitiu o surgimento de novos dispositivos no mercado, balastros eletrónicos e LED, garantindo a melhoria da iluminação em geral e o elevado rendimento útil global, respetivamente. Na Schaeffler, atualmente 80% da iluminação já é LED, com sensores de presença.

Algumas das recomendações gerais relativas à utilização racional da iluminação são as seguintes:

- Utilização das condições de iluminação natural mantendo sempre limpas e desobstruídas as zonas de entrada de luz natural, trata-se de uma forma de rentabilizar a luz solar.
- Dividir a iluminação em secções, deste modo uma das secções pode ser apagada quando não for necessária a sua ocupação.
- Utilizar sensores de presença, exercendo um controlo automático sobre a iluminação.

Ar Comprimido

Os sistemas de ar comprimido (SAC) são um grande consumidor de energia elétrica na indústria europeia, compreendendo cerca de 10% do consumo elétrico neste sector. De modo a obter um SAC otimizado a nível energético, é necessário garantir que a produção de ar necessária é verificada através do consumo mínimo de energia tendo em conta o parque de máquinas existente. A automatização dos processos industriais origina consumos de ar elevados o que implica que os equipamentos utilizados garantam a continuidade do processo de produção.

A eficiência energética associada ao uso do ar comprimido está relacionada com a utilização adequada dos regimes de funcionamento dos compressores (carga/vazio). Deve ser considerada a redução dos tempos de funcionamento, assim como a seleção adequada do compressor. Outros aspetos relevantes são a localização da central de compressores, a qualidade do ar, o controlo de fugas, a minimização da pressão de trabalho da rede, a manutenção adequada dos equipamentos, a sensibilização dos utilizadores de ar comprimido para o uso correto deste e a implementação de práticas de monitorização de consumos, de modo a contribuir para o incremento da eficiência

energética dos sistemas de ar comprimido. Na Schaeffler são utilizados compressores, em que permanecem em carga 98% do tempo, auxiliados pela modelação dos compressores com variadores de velocidade. (Electrobrás 2016)

Redução de Energia Reativa

Este tipo de energia está relacionado com as diferentes tarefas realizadas pelos equipamentos elétricos possuidores de vários componentes, dos quais bobines em corrente alternada, variadores de frequência e iluminação. Estas bobines necessitam de corrente magnética, reativa, necessária para a passagem de um fluxo magnético de modo a que os equipamentos se tornem funcionais. A corrente associada à energia reativa não produz potência útil, no entanto é uma parte integrante da fatura de eletricidade das empresas em regime de Baixa Tensão Especial, Média Tensão, Alta Tensão e Muito Alta Tensão. Este consumo pode ter impactos consideráveis nas faturas de energia caso não seja reduzido.

Para reduzir os consumos de energia reativa, a compensação do fator de potência apresenta-se como um método de utilização eficiente energética, é efetuado parcialmente em cada posto de transformação e em cada quadro parcial, dependendo da potência. De modo a ser efetuada a compensação da energia reativa recorre-se à instalação de baterias de condensadores. Na Schaeffler existem salas específicas de baterias de condensadores não havendo custos acrescidos relativamente a energia reativa na fatura mensal.

Contractos de Energia Elétrica, EDP, Endesa, Galp e Iberdrola

A análise das faturas de energia elétrica permite verificar os custos dos vários períodos horários de modo a que seja contratado o ciclo tarifário mais adequado. De um modo geral, a alocação da maior quantidade de energia num determinado período horário deve corresponder ao preço mais reduzido.

Tabela 5 - Comparação dos custos dos comercializadores de energia.

	<i>EDP</i>	<i>Endesa</i>	<i>Galp</i>	<i>Iberdrola</i>
<i>Horas de Ponta, €/kWh</i>	0,2636	0,2439	0,2823	0,2515
<i>Horas de Cheia, €/kWh</i>	0,1427	0,1219	0,1432	0,1332
<i>Horas de Vazio, €/kWh</i>	0,0795	0,0732	0,0744	0,0740
<i>Potência Contratada, €/dia</i>	1,2877	1,2270	1,2251	1,2166

Na tabela 5, verifica-se que a Endesa é o comercializador de energia que apresenta a proposta mais vantajosa no ano de 2020. Esta simulação é efetuada tendo em conta os consumos registados em 2018 (Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos 2020).

Ações de Formação em Utilização de Energia

A realização de ações de formação aos funcionários é uma medida estabelecida com o intuito de proporcionar conhecimentos sobre os consumos energéticos das instalações, visa deste modo proporcionar a aquisição de hábitos ou comportamentos direcionados para a utilização eficiente dos equipamentos e instalações que operam. Geralmente as ações de formação são complementadas com avisos autocolantes colocados junto aos utilizadores, casas de banho, armazéns, oficinas, bocais de ar comprimido, entre outros consumidores energéticos, chamando assim a atenção dos operadores para que estes adotem procedimentos complementares com uma utilização mais racional da energia.

A formação profissional baseia-se em dois princípios fundamentais: eficácia e eficiência. O primeiro conceito implica que a formação seja efetuada considerando um objetivo com valores definidos. A eficiência assenta no alcance do objetivo tentando atingir o menor custo possível. A aplicação desta metodologia desenrola-se de uma forma imediata sem serem necessários investimentos iniciais, o que significa uma verificação de poupança no momento.

Na Schaeffler o coordenador de eficiência energética promove formações aos novos colaboradores e a todos os profissionais, com atualizações a cada 2 anos (Oas, Pr, and As 2012).

4. Caso de Estudo – Contributos para a melhoria do SGE do caso de estudo

O Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia é aplicável a entidades cujo consumo das instalações seja superior a 500 tep. Assim sendo, as instalações consumidoras intensivas de energia terão de se registar no sistema, efetuar uma Auditoria Energética (AE) e um Plano de Racionalização de Consumos de Energia (PREn), sendo o último encarregado sob responsabilidade de um técnico credenciado, ao qual também é inculcida a tarefa de elaborar um Relatório de Execução e Progresso (REP) e um Relatório Anual de Progresso (RAP). O regime de obrigação de realização de auditorias energéticas está dividido em duas vertentes, as empresas cujo consumo anual se situe entre os 500 e os 1000 tep, e as empresas cujo consumo é superior aos 1000 tep.

As instalações da Schaeffler enquadram-se nos parâmetros referentes a consumos superiores a 1000 tep, sendo necessário cumprir determinados requisitos: realização de uma auditoria energética de 6 em 6 anos e verificar um potencial de redução de cerca de 6%, conseqüente da intensidade energética e obtido no final do período referido. A AE realizada pretende dar resposta a esta obrigação legal, abordando os aspetos relacionados com o uso de energia nos seus vários campos, caracterizando os fluxos energéticos numa perspetiva de utilização racional e sustentável. Esta caracterização permite contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos equipamentos e as perdas que se verificam, tendo como principal finalidade reduzir perdas sem afetar a produção. Além do referido anteriormente, a Schaeffler terá de implementar medidas que permita atingir as metas com um pay-back inferior ou igual a 5 anos, nos primeiros 3 anos.

O Grupo Schaeffler utiliza um variado espectro de tecnologias direcionadas para a eficiência energética, desde lâmpadas LED para além da existência de fábricas cujo funcionamento inclui a cogeração. O balanço energético positivo depende do empenho dos funcionários cuja sensibilização é garantida através dos respetivos representantes a nível energético. São afixados posters em vários pontos da fábrica para dar a conhecer a importância da racionalização do consumo.

4.1. Análise do Estado Energético da Schaeffler Portugal Lda

Existem três formas de energia relevantes referentes aos consumos energéticos da Schaeffler, elétrica, gás natural e gasóleo implícitas na tabela 6. Tendo em conta as totalidades inerentes aos consumos e custos, verificam-se os valores de 4.255,81 tep e 2.014.853 € respetivamente, para o ano de 2018.

Tabela 6 - Distribuição dos consumos por fonte, gases emitidos e custos.

Fontes	Quantidade	Energia			GEE		Custo	
		GJ	tep	%	T	%	€	%
Eletricidade (kWh)	18.783.632	67.621,08	4.038,48	94,89	8.828,32	93,77	1.921.251	95,35%
Gasóleo (ton)	8,77	370,87	208,47	0,21	559,47	0,29	11.222	4,09%
Gás Natural (ton)	230,33	193,57	8,86	4,90	27,44	5,94	82.380	0,56%
Total (tep)	4.255,81	76.721,80	4.255,81	100	9.415,23	100,00%	2.014.853	100,00%

O ano de 2018 ficou marcado por um total de 79.425.741 peças produzidas, sendo o mês mais produtivo o de outubro, cuja produção correspondeu a 7.558.985 peças, como é verificado na tabela 7. O mês com a produção mais baixa corresponde a dezembro com uma produção de 5.241.314 peças devido ao período de férias.

Tabela 7 - Produção, consumos e custos energéticos por mês.

Mês	Produção	Energia Elétrica		Gás Natural		Gasóleo	
	Unid.	tep	€	tep	€	tep	€
Janeiro	6.923.524	131,76	156.411	19,31	7.820,80	1,27	1.572
Fevereiro	6.039.798	121,17	142.797	16,84	6.849,69	1,27	1.534
Março	6.362.958	135,11	152.964	17,70	7.251,41	0	0
Abril	5.930.894	129,55	143.795	16,64	6.831,63	0	0
Mai	6.832.194	141,03	160.842	18,09	7.368,26	1,27	1.620
Junho	6.664.065	136,90	159.055	16,51	6.800,76	0	0
Julho	6.898.304	142,29	169.655	19,14	7.463,14	1,27	1.650
Agosto	6.935.916	139,71	166.774	15,23	3.858,40	0	0
Setembro	6.676.879	137,06	166.394	17,83	6.984,36	1,27	1.650
Outubro	7.558.985	147,48	185.465	19,52	7.580,74	1,27	1.650
Novembro	7.360.910	140,35	174.309	18,94	7.417,75	0	0
Dezembro	5.241.314	112,68	142.789	15,41	6.153,20	1,27	1.546

A produção média mensal em 2018 foi de 6.618.812 peças. Tendo em conta o consumo global registou-se em outubro o valor mais elevado de 389,56 tep, em contraste com dezembro cujo consumo se verificou ficou nos 298,43 tep.

A média de consumo elétrico por mês registou-se nos 336,5 tep, o gás natural por sua vez apresenta um pico máximo de 19,52 tep consumidos por mês. O custo mensal médio de energia elétrica foi na ordem dos 166.960 €. De modo a atingir o valor total de unidades produzidas foi gasto em energia aproximadamente 2.014.853 €.

Foi efetuada uma análise rigorosa às faturas da energia elétrica, uma vez que representa a maior fatia do consumo total. A componente de consumo em horas de ponta corresponde a 12,8%, nas horas cheias foram consumidos 8.996.936 kWh refletindo-se em 47,9%, já nas horas de vazio verificam-se 22,6% ou seja 4.253.378 kWh, por último nas horas de super vazio foram consumidos os restantes 16,6% ou 3.125.441 kWh. A parcela correspondente à energia reativa refletiu-se em 384 €/ano, sendo um valor reduzido quando comparado com a fatura de energia elétrica, pelo que se aceita.

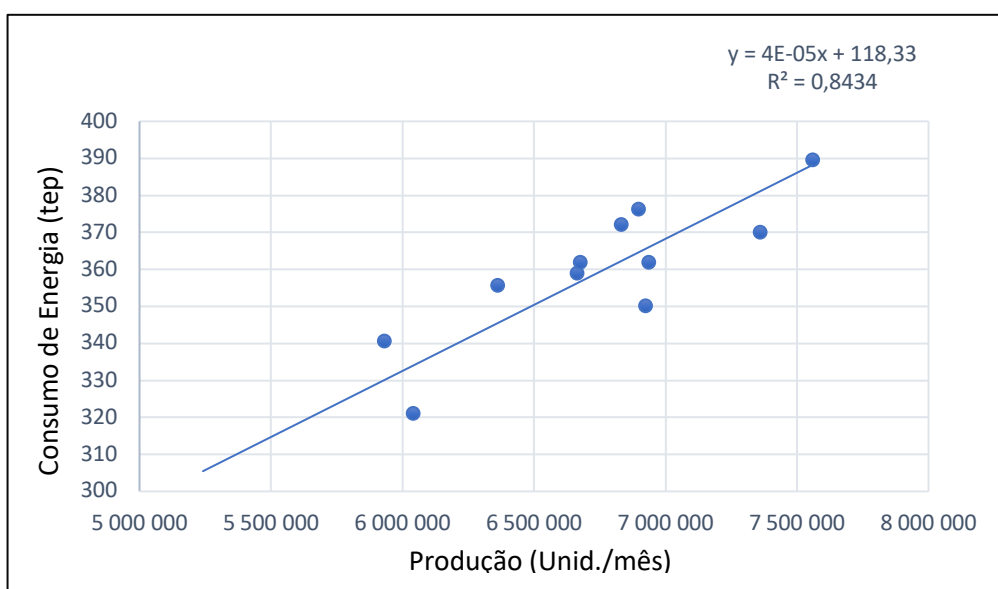


Figura 18 - Consumo vs Produção (correlação linear).

De modo a estudar a relação existente entre o consumo e a produção, foi efetuada uma regressão linear ilustrada na figura 18 baseada nos dados relativos ao consumo energético mensal assim como a produção de anéis afeta a cada a mês. O coeficiente de relação (R^2) obtido corresponde a 0,84; este é um valor próximo do ideal o que leva a concluir que podem ser efetuadas projeções futuras com base na dinâmica da instalação no ano de 2018.

4.1.1. Indicadores Energéticos

Uma das metas nas quais a Auditoria Energética se enquadra implica a redução de pelo menos 6% da intensidade energética e do consumo específico de energia. Com os indicadores de desempenho, procura-se atingir um desvio negativo, em que o valor do indicador foi inferior ao objetivo. Os indicadores aliados ao regulamento dos consumos intensivos de energia são: Intensidade Energética (IE), o Consumo Específico de Energia (CEE) e a Intensidade Carbónica (IC).

Tabela 8 - Variação ao longo dos anos dos indicadores energéticos.

Variável		Produção (Unid.)	Consumo de Energia (tep)	Custos (€)	IE (kgep/€)	CEE (kgep/Unid.)	IC (tCO ₂)
2014		74.097.972	3.522,00	1.683.621,17	0,28	0,048	2,22
2015		77.657.463	3.519,40	1.717.396,34	0,21	0,045	2,22
2016		78.890.327	3704,35	1.751.297,87	0,21	0,047	2,22
2017		74.810.669	3.841,73	1.844.289,87	0,21	0,051	2,21
2018		79.425.741	4.255,81	2.014.852,74	0,20	0,054	2,21
Variação (2014/2018)	%	7,19	20,83	19,67	-30,04	12,730	-0,29
	Quantidade	5.327.769	733,81	331.231,57	-0,08	0,010	-0,01

Efetuada uma análise aos dados da tabela 8, é possível verificar que existiu um aumento de produção na ordem dos 7,19%, o que se traduziu num acréscimo de consumo na ordem dos 20,83%, correspondendo a 733,81 tep. Relativamente aos indicadores verifica-se uma redução da intensidade energética de 30% e a intensidade carbónica também baixou 0,3%, no entanto o consumo específico atingiu o pico mais elevado, 12,73%.

Intensidade Energética

Esta variável indica o valor acrescentado ao produto através da implementação de uma unidade de energia primária. Desta forma é possível depreender quantas unidades de energia primária são necessárias para acrescentar uma unidade monetária de riqueza no produto final, ou seja, a Intensidade Energética reflete o contributo da componente energética no VAB. O aumento do valor acrescentado garante resultados positivos, uma vez que a energia utilizada foi racionalizada sendo consumida apenas a necessária não havendo lugar para desperdícios ou consumos residuais elevados que não se refletem na produção.

De modo a determinar o valor deste indicador é necessário calcular o VAB, sendo a expressão a utilizar a seguinte:

$$VAB = SNC 71 + SNC 72 + SNC 781 + SNC 74 - SNC 61 - SNC 62 - SNC 688$$

$$VAB = 21.759.108,09 \text{ €}$$

A sigla SNC corresponde aos resultados líquidos das empresas e instituições, significa Sistema de Normalização Contabilística, cujos valores são referidos na tabela 9.

Tabela 9 - Cálculo do VAB segundo o Despacho nº 6472/2016.

Contas	2018
<i>Vendas (SNC 71)</i>	<i>77.813.571,83 €</i>
<i>Prestações de Serviços (SNC 72)</i>	<i>757.731,77€</i>
<i>Proveitos Suplementares (SNC 781)</i>	<i>109.492,97€</i>
<i>Trabalhos para a própria empresa (SNC 74)</i>	<i>0 €</i>
<i>Custo merc. Vendidas e mat. Consumidas (SNC 61)</i>	<i>44.531.667,54€</i>
<i>Fornecimentos e serviços externos (SNC 62)</i>	<i>11,708.287,93€</i>
<i>Outros custos e perdas operacionais (SNC 688)</i>	<i>681.733,01€</i>

A Intensidade Energética é um indicador que representa o consumo de energia dividido por uma quantidade de referência, o valor acrescentado bruto da instalação.

$$IE = \frac{\text{Quantidade de Energia}}{VAB}$$

$$IE = 0,1956 \text{ kgep/€}$$

O consumo de energia primária é expresso em kgep (quilogramas equivalentes de petróleo) e o valor acrescentado bruto em €. O valor da intensidade energética obtido considerando um consumo no ano de 2018 de 4.255,81 tep corresponde a 0,1956 kgep/€. Este valor apresenta um desempenho energético positivo, uma vez que o valor do objetivo traçado, 0,2572 kgep/€, não foi ultrapassado. A intensidade determinada foi 23,9% mais baixa do que o permitido, cumprindo-se por isso o objetivo.

Consumo Específico de Energia

Este indicador relaciona os consumos energéticos com a produção alcançada, é deste modo o indicador que melhor reflete o desempenho energético da empresa. A obtenção de um CEE otimizado relaciona-se com a correlação entre as variações do consumo energético e as oscilações produtivas. Relaciona a quantidade de energia primária consumida com a produção atingida num determinado intervalo de tempo, é

possível assumir que para uma mesma produção o consumo específico de energia será tanto menor quanto mais reduzido for o consumo de energia.

Valores totais para o ano de 2018:

- Consumo: 4.255,81 tep;
- Emissões: 9.415,23 tCO₂;
- Produção: 79.425.741 unidades.

É possível verificar a partir dos dados na tabela 8 que a produção atingiu valores superiores no mês de outubro e novembro, o mês de dezembro corresponde à produção menor, no entanto o seu consumo não é proporcional a esta redução. Quanto maior for a variação do consumo consoante a produção, maior será a eficiência energética. As discrepâncias existentes entre meses na relação entre as duas variáveis referidas poderão estar relacionadas com alterações impostas pelas temperaturas exteriores, que influenciam as necessidades de arrefecimento, ou a existência de linhas com maiores necessidades energéticas com uma taxa de ocupação mais elevada, aumentando o valor dos consumos.

$$CEE = \frac{\text{Quantidade de Energia}}{\text{Quantidade Produzida}}$$

$$CEE = 0,054 \text{ kgep/Unid.}$$

Tendo em conta que o objetivo delineado no acordo de racionalização para o consumo específico de energia no ano de 2018 seria 0,044 kgep/unid, conclui-se que a Schaeffler não conseguiu cumprir este objetivo. O valor obtido para o período referido é superior ao limite estabelecido, correspondendo a 22,6% acima do objetivo traçado. O aumento da taxa de sucata reflete-se em consumo desperdiçado, não sendo contabilizada a sua “produção”, o regime de laboração contínua aliado aos ensaios de novas linhas poderá dar origem a níveis de sucata mais elevados. Outra razão é o Modelo de Trabalho por turnos, em que o trabalho ao sábado e extra-domingo requer que as ITE estejam ligadas a 100%, mas a produção nesses dias é muito menor devido a trabalharem só cerca de 6 linhas.

Intensidade Carbónica

A intensidade carbónica reflete as preocupações ambientais presentes no SGCIE, esta intensidade calcula as emissões gasosas geradas pelo consumo energético, sendo necessário aplicar fatores de emissão. A relação é feita através do quociente entre o valor das emissões de gases com efeito de estufa provenientes da utilização de várias formas de energia associadas ao processo produtivo. De modo a obter os valores inerentes às emissões de tCO₂ por mês, em GJ e tep, recorreu-se aos fatores de conversão presentes no Decreto-Lei nº 71/2008, 15 de abril do SGCIE (Tabela 10).

Tabela 10 - Emissões de CO₂ e Intensidade Carbónica por forma de energia em 2014.

Mês	Energia Elétrica		Gás Natural		Gasóleo	
	tCO₂e	tCO₂/tep	tCO₂e	tCO₂e/tep	tCO₂e	tCO₂e/tep
Janeiro	720,2	2,06	51,8	0,15	3,92	0,011
Fevereiro	662,3	2,06	45,2	0,14	3,92	0,012
Março	738,5	2,08	47,5	0,13	0	0
Abril	708,1	2,08	44,6	0,13	0	0
Mai	770,9	2,07	48,5	0,13	3,92	0,011
Junho	748,3	2,09	44,3	0,12	0	0
Julho	777,8	2,07	51,4	0,14	3,92	0,011
Agosto	763,7	2,11	33,6	0,09	0	0
Setembro	749,2	2,07	47,8	0,13	3,92	0,011
Outubro	806,2	2,07	52,4	0,13	3,92	0,01
Novembro	767,2	2,07	50,8	0,14	0	0
Dezembro	615,9	2,06	41,4	0,14	3,92	0,013

As componentes de consumo inerentes ao gasóleo e gás natural apresentam resultados relativamente reduzidos, o que contribui para diminuir o valor da intensidade carbónica. O impacte ambiental do consumo energético contabiliza as emissões que lhe são inerentes, a Schaeffler deu origem a cerca de 9.415,23 tCO₂e. Considerando um consumo total de 4.255,81 tep, o rácio correspondente à intensidade carbónica poderá ser calculado da seguinte forma:

$$IC = \frac{\text{Quantidade de CO}_2\text{e}}{\text{Quantidade de energia primária}}$$

$$IC = 2,212 \text{ tCO}_2\text{e/tep}$$

O gásóleo é das 3 formas verificadas a mais poluidora, possui o fator de emissão mais elevado, no entanto o seu consumo/aquisição não é contínuo, visto ser só consumido por alguns empilhadores (3 no total) da logística. A meta legal do SGCIE (2,21 tCO₂e/tep) não impõe uma redução neste indicador, contudo é importante que este se mantenha estável, uma vez que o resultado apurado foi de -0,4% em relação ao objetivo, logo verifica-se um desempenho energético positivo neste indicador.

4.1.2. Consumidores Intensivos

A abordagem feita por uma empresa no sentido de identificar os sistemas críticos cuja influência na performance energética é a mais significativa, permite à organização concentrar os seus recursos limitados em níveis mais otimizados na melhoria ou manutenção a nível de gestão energética. Parte do sistema poderá ser constituído por equipamentos, instalações e pessoal operacional associado como consumidores significativos, estes serão alvos de uma atenção especial, o que implica a utilização intensiva de recursos de organização para que a empresa desenvolva uma estratégia que defina os níveis de significância dos usos de energia.

Aquando do estabelecimento de objetivos e metas, a consideração dos usos significativos de energia passa a ser relevante para o desenvolvimento dos planos de ação relativos a gestão energética, assim como para a formação e competências do pessoal relevante. O planeamento para uma operação e manutenção eficientes, monitorização, medição e análise da performance do SGE são outros aspetos nos quais os usos significativos de energia são considerados. A identificação dos consumidores intensivos é uma condição necessária para que uma determinada organização consiga reunir condições para garantir uma melhoria contínua do desempenho energético, o que leva a serem definidos critérios que evidenciem os pontos de consumos de energia substancial e as oportunidades de melhoria que lhes estão associadas. O método utilizado para que esta identificação seja efetuada deve ser documentado.

Uma das ferramentas utilizadas de modo a fazer a identificação dos consumidores intensivos de energia corresponde ao diagrama de Pareto na figura 19, permite identificar as medidas que representam 80% dos consumos (regra 80-20).

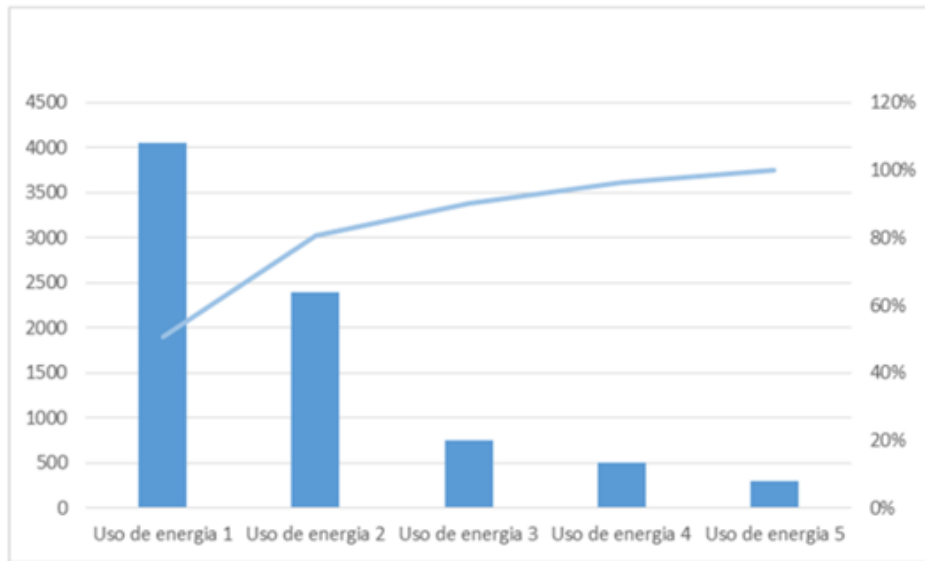


Figura 19 - Diagrama de Pareto

As etapas principais para a identificação dos consumidores intensivos de energia são as seguintes:

1º Preparar uma listagem dos sistemas energéticos:

- Revela-se necessário elaborar uma listagem de equipamentos consumidores de energia: existente.
- Reunir elementos como os diagramas de fluxo do processo e uma listagem de equipamentos das instalações em análise: existente.
- Obter dados sobre as horas de operação e a capacidade de cargas do vários equipamentos e processos: existente.
- Verificar os dados dos sistemas de medição e monitorização existentes: existente.
- Identificar o pessoal que pode ter ou tem impacto nos usos significativos de energia: realizado.

2º Desenvolver um balanço energético:

- O consumo de energia é determinado através de dados monitorizados ou utilizando a informação disponível da listagem de sistemas de energia.

- Este balanço pode ser determinado recorrendo a diagramas de processo de fabrico, listagens de equipamento, utilização das capacidades dos equipamentos, horas de operação e fatores de carga.

3º Determinar os critérios de significância:

- De modo a classificar os usos de energia como significativos é necessário ter em consideração outros fatores como a pegada carbónica, preocupações e segurança ou custos de energia.
- Para além destes poderão ser determinados outros critérios, requisitos legais ou planos de negócio.

4º Registrar os usos significativos de energia e o método:

- Incluir no SGE o método utilizado para seleccionar os usos significativos de energia.
- Este documento deve ser revisto pela equipa de energia periodicamente, uma vez que a lista pode ser alterada conforme ocorram mudanças na organização que o justifique.

5º Analisar e monitorizar os usos significativos de energia:

- Medir, monitorizar e analisar os usos significativos de energia considerando a sua importância dentro do SGE.
- Efetuar uma recolha de dados sobre o consumo de energia assim como os outputs destes usos de modo a analisar a evolução do desempenho energético.

De modo a conhecer os consumos associados a cada secção da empresa, cada conjunto de equipamentos ou cada equipamento em específico torna-se necessária a desagregação dos consumos por sector. Esta desagregação permite identificar e contabilizar os consumos inerentes a cada produto em específico assim como priorizar ações necessárias para melhorar a eficiência energética num conjunto de equipamentos ou equipamento em específico. Os dados relativos às monitorizações em equipamentos registados na tabela seguinte resultam de consumos verificados no ano de 2014.

Para obter os dados verificados na tabela 11 foram efetuadas diversas monitorizações em equipamentos correspondentes ao processo produtivo. Estas

monitorizações em conjunto com informações disponibilizadas pelos responsáveis da empresa permitiram apurar de forma detalhada a maioria dos consumos de energia associados a cada secção da produção.

Tabela 11 - Desagregação de consumos por sector no ano 2014.

Energia Eléctrica consumida por sector (2014)		Consumo [kWh]	Custo (€)	Percent.
Linhas de Produção	Torneamento	358.162	35.320,03	2,34
	Tratamento Térmico	157.872.1	155.685,18	10,30
	Retificação	3.126.763	308.344,99	20,39
	Montagem	1.116.403	110.093,85	7,28
Serviços auxiliares	Ar Comprimido	4.560.051	449.688,31	29,74
	Sistemas de Honilo	721.322	71.133,02	4,70
	Sistemas de Emulsão	537.789	53.033,92	3,51
	Central de Bombagem	660.960	65.180,41	4,31
	Armazéns e Embalagem	546.167	53.860,16	3,56
	Serviços sociais, escritórios e oficina	300.907	29.673,87	1,96
	Outros consumos	1.824.718	179.944,17	11,90

Para além dos consumos eléctricos evidenciados na tabela 11, existe um consumo de gás natural relevante associado às linhas de tratamento térmico:

- Consumo: 243.920 Nm³
- Custo: 165.685,56 €

Através da análise da tabela 11 depreende-se que os consumidores intensivos de energia radicam nas fases inerentes às linhas de rectificação, quer pela sua importância no processo de fabrico dos anéis quer pelo peso que possuem no consumo energético global da fábrica. As centrais de ar comprimido refletem um consumo elevado, pelo que poderão cair na mesma categoria.

4.2. Análise das Medidas de Economia Energética ao abrigo do OP24-PREN 2015 – 2020

O PREN que a Schaeffler tem em desenvolvimento possui um conjunto de 12 medidas que visam atingir um potencial de redução de 282,3 tep/ano. Para que este efeito seja verificado será necessário um investimento total de 594.837,47€, prevendo-se o período de retorno simples de 4,47 anos e uma redução de consumo total em comparação com 2014 de 7,9%. Na tabela 12 encontram-se resumidas os principais dados de todas as MURES, inclusivamente o grau de implementação de cada uma.

Tabela 12 - Medidas de economia do Acordo de Racionalização (MURE).

MURE	Redução, [Tep]	Investimento, [€]	Ano	Implementada	Economia [€/ano]	Payback, [Anos]
1	22,2	0,0	2015	Sim	10.203,9	-
2	12,2	47.700,0	2019	Em Budget	5.603,3	8,5
3	64,0	4.700,0	2015	Sim	29.329,0	0,2
4	12,6	401.909,4	2015	Sim	29.329,0	61,5
5	42,1	47.700,0	2019	Sim	24.132,3	2,7
6	3,3	0,0	2015	Sim	1.499,7	-
7	21,5	0,0	2015	Sim	9.846,9	-
8	30,1	9.254,2	2015	Sim	13.806,7	0,7
9	5,3	8.225,3	2015	Sim	2.422,5	4,1
10	7,4	10.056,8	2018	Sim	3.373,1	3,0
11	35,2	1.576,0	2020	Em Curso	13.806,7	2,1
12	30,1	1.250,0	2019	Sim	12.580,6	0,1

MURE 1 – Eliminação de duas máquinas de retificação plana no processo atual

Esta medida foi implementada no sentido de diminuir a quantidade de máquinas existentes no processo de retificação, uma vez que o volume de produção não justificava o número existente. A remoção destas linhas implicou diversas alterações nomeadamente, substituição de tubagens, alimentação da emulsão e ar comprimido, alimentação elétrica, caleiras, bacias de retenção e reparação de pavimento. Esta melhoria trouxe resultados positivos na eficiência uma vez que a redistribuição de produtos pelas 13 máquinas não aumentou o respetivo consumo.

MURE 2 – Montagem: aquisição de uma nova unidade de climatização do tipo roof top

A climatização no sector da montagem é efetuada com recurso a duas unidades sendo uma delas do tipo roof top e outra um conjunto chiller + UTA. O conjunto é menos eficiente que a unidade roof top, pelo que foi proposta a substituição por uma unidade nova com mais rendimento e sem necessidade de bomba de circulação de água fria, tubagens e respetivos isolamentos.

Alguns dos benefícios resultantes do funcionamento deste equipamento são:

- Redução de perdas sob a forma de calor, de 3% a 5%, uma vez que não existe a necessidade de uma bateria térmica na UTA, nem tubagens.

- Possibilidade de free cooling, o arrefecimento da nave produtora é efetuado com recurso ao ar exterior, devidamente filtrado, sem necessidade do funcionamento de compressores.
- Projeto foi desenvolvido entre finais de 2017 e início de 2018 e colocado em Budget 2019 para Investimento.

MURE 3 – Instalação de um grupo de bombagem de menor potência na central de emulsão 1, edifício 1

Considerando que existiam 35 máquinas a funcionar recorrendo à emulsão e posteriormente este número reduziu para 2 unidades, constata-se que os grupos de bombagem para emulsão limpa e emulsão suja, 55 kW e 35 kW respetivamente, não correspondem ao dimensionamento observável. Tendo em conta que se verificava um sobredimensionamento face à realidade existente, foi necessário substituir o sistema de bombagem por grupos de 18,5 kW desativando os troços de tubagem não utilizados e reduzindo a perda de carga do circuito. A modificação do sistema permitiu reduzir as necessidades energéticas consideravelmente.

MURE 4 – Instalação de tubos de luz para iluminação geral do edifício 2 e reestruturação da cobertura

Foi estudado o potencial de redução de consumos para iluminação com recurso a tubos de luz, uma vez que o edifício 2 possui condições favoráveis ao aproveitamento da iluminação natural. Este sistema permite a captação de luz através de um tubo revestido por material refletor no seu interior garantindo um fornecimento de luz a distâncias consideráveis, sem transmissão térmica. Tendo em conta as características do edifício 2 seria necessária a instalação de 152 unidades que iriam reduzir o funcionamento da iluminação existente em 44%, poupando 6500 € por ano.

Considerando as informações do fabricante, estes tubos permitem a redução dos consumos de iluminação até 80% quando existe iluminação natural. Para além dos tubos de luz também é considerado no investimento desta MURE a reestruturação da cobertura do edifício, relacionada com a substituição dos materiais existentes por novas soluções.

MURE 5 – Substituição de luminárias com lâmpada fluorescente tubular T8 por luminárias com lâmpada T5

Esta MURE consiste na substituição das luminárias cuja lâmpada fluorescente corresponde ao modelo T8 por luminárias mais eficientes, equipadas com lâmpadas T5. Foram consideradas luminárias distintas dependendo da classificação dos locais em função dos fatores de influências externos. As vantagens da lâmpada T5 estão relacionadas com um rendimento luminoso mais elevado, vida útil alongada (20.000 horas) e baixo consumo.

As poupanças atingidas através da implementação desta medida alcançam cerca de 32% dos consumos de energia para iluminação, é possível verificar poupanças anuais correspondentes a 24.132,29 € para um consumo de 195.865 kWh, verificado em 2014.

MURE 6 – Utilizar o compressor GA 160 VSD durante os períodos fora de produção

Durante os domingos não há produção, todos os compressores serão desligados e entra ao serviço o compressor GA 1108, possuindo este um regime de funcionamento de carga ou vazio. Existindo um compressor com variação de velocidade, GA 160 VSD, foi recomendada a troca de compressores relativamente ao fornecimento de ar para os serviços mínimos do domingo. Assim sendo ficam assegurados os serviços mínimos de funcionamento no domingo através do compressor GA 160 VSD, possuindo este um variador de velocidade o que permite aferir o consumo consoante a necessidade energética.

MURE 7 – Redução de 90% das fugas de ar comprimido

Os automatismos da fábrica são dependentes do sistema de ar comprimido sendo as fugas existentes inevitáveis, no entanto grande parte destas pode ser detetada e eliminada através de uma análise e verificação constantes. Existe sensibilização na Schaeffler de modo a que seja dada resposta à necessidade de eliminação de fugas, sendo adotados alguns procedimentos: para além da sensibilização dos colaboradores, existe uma procura ativa e reparação das fugas durante as paragens, sendo o domingo o dia aproveitado para intervenção na rede de ar, uma vez que a produção cessa neste dia.

Foi estimado que as fugas diárias correspondem ao funcionamento em carga do compressor GA 1108 durante 12 horas. A tabela 13 corresponde aos ganhos anuais

(considerando o sistema em 2014) com a reparação de fugas de ar comprimido relativamente às quantidades de ar e consumo energético relativo.

É feito um workshop por mês/domingo com a fábrica desligada para deteção e eliminação de fugas de ar, por 4 pessoas devidamente formadas. Para evitar o acrescido custo em horas-extra, assim como poder ser feita a deteção durante o horário de trabalho normal, foi feito o investimento num equipamento FLUKE que já está em utilização. Este equipamento consiste numa câmara acústica industrial capaz de detetar uma ampla gama de frequências, isto proporciona melhores leituras visíveis das fugas de ar.

Tabela 13 - Eliminação de fugas de ar comprimido.

<i>Eliminação de fugas de ar</i>	<i>Consumo específico médio [kWh/m³]</i>	<i>Volume anual [m³]</i>	<i>Consumo Elétrico [kWh/ano]</i>
	0,095	1.055.915	99.867

MURE 8 – Reestruturação da central de ar comprimido do edifício I e redução da pressão de compressão

A central de ar comprimido do edifício 1 apresentava um ponto onde existia uma perda de carga considerável, em cerca de 0,5 bar, devido a um mau dimensionamento do coletor de distribuição que recebia todo o ar comprimido e o distribuía de forma desequilibrada. Foi proposta a reestruturação da rede e a criação de um coletor, de modo a garantir uma redução de consumo de energia e da pressão de compressão.

MURE 9 – Central de bombagem da água de arrefecimento – controlo de caudal bombeado

Com esta medida foi implementado um sistema de controlo de caudal por pressão na tubagem, uma vez que existiam momentos em que o caudal de água necessário é inferior ao bombeado. Assim sendo era necessário reduzir o caudal da bomba durante períodos em que a necessidade de fluido nas máquinas era reduzida. O investimento foi efetuado neste sentido: implementação de um variador eletrónico de velocidade de modo a controlar o caudal através da rotação do motor e de um transdutor de pressão para que esta seja também controlada.

Foram também desativadas condutas no sentido de promover o aumento de pressão no interior da conduta quando não existe necessidade de arrefecimento, o que irá reduzir o caudal bombeado que por sua vez reduz o consumo de energia. A redução de

consumos energéticos relativos a esta MURE irá corresponder a 6% do consumo do motor. A tabela 14 evidencia estas variações.

Tabela 14 - Economia energética no controlo do caudal bombeado.

	Horas de Funcionamento [h/ano]	Potência Absorvida [kW]	Consumo [kWh/ano]
Cenário de Referência	7,39	57,94	42227,18
Cenário Previsto		54,61	39804,67
Economia	-	3,32	2.442,51

MURE 10 – Substituição de motores elétricos por motores de classe de eficiência IE3

A conversão de energia elétrica em energia mecânica é efetuada através de interações eletromagnéticas e mecânicas entre os enrolamentos e os materiais magnéticos do rotor e estator. Os processos inerentes à conversão estão associados a perdas que se refletem no rendimento do motor. Existe uma tendência para desenvolver motores mais compactos, usufruindo do desenvolvimento de isolantes que suportam temperaturas mais elevadas, levando a que se use menos cobre e ferro, reduzindo o valor do investimento embora as perdas sejam mais elevadas.

Foram introduzidos no mercado motores de alto rendimento, nos quais se verificam economias significativas, comparando com os motores standard, os motores de alta eficiência apresentam menos 30% a 50% de perdas. Existe um número significativo de motores obsoletos na fábrica, no entanto a substituição destes por motores mais eficientes apenas por questões energéticas não apresenta grande viabilidade neste caso. Os investimentos elevados relativos a esta substituição levam a que o retorno desta medida ultrapasse 10 anos. Apenas é justificável a substituição dos motores quando o Período de Retorno de Investimento (PRI) verificado seja inferior a 6 anos. Apesar destas constatações, foi levantada uma lista dos principais motores onde existe possibilidade de substituição.

Tabela 15 - Características dos motores de 2014 vs IE3.

	Rendimento Atual (%)	Rendimento IE3 (%)
Bomba Avanço Honilo	90,1	93,3
Bomba Avanço Honilo	86,6	89,7
B. Produto 1ª Lavagem	88,9	92,5
B. Produto 2ª Lavagem	88,9	92,5
EXXSOL D220/240	87,1	91,8
Filtro/Extração Ambiente	83,8	98,1
Emulsão Limpa	84,7	89,0
Variocut G260 - óleo de torneamento	85,1	89,7
Bomba nº2	92,3	95,0

É efetuada a substituição de forma faseada dos motores referidos na tabela 15, sendo aconselhável que os que possuem um PRI mais elevado sejam substituídos aquando de avaria, deste modo é possível usufruir dos motores que tenham um racional económico mais apelativo que outros.

MURE 11 – Instalação de um sistema de gestão de consumos de energia e interpretação das monitorizações

Os consumos inerentes aos fluídos nos processos produtivos assumem uma importância relevante, tanto em termos de custos como a nível de impacte ambiental. De modo a efetuar uma gestão direcionada para a implementação de políticas de racionalização é necessário reunir os recursos necessários para convencionar soluções baseadas em dados reais. Nesta perspetiva, o EDMS assume-se como uma ferramenta indispensável para o Gestor permitindo a redução de custos. Grande parte da economia pode ser afetada apenas com a implementação de mudanças a níveis comportamentais, sem ser necessário aplicar investimentos adicionais.

Este tipo de gestão permite estabelecer padrões de consumo, facilitando o conhecimento dos consumos específicos dos principais sectores. Esta análise permite estabelecer um plano de ação de modo a definir prioridades de intervenção para os sectores com consumos considerados excessivos. A avaliação da eficiência das medidas implementadas pode ser efetuada através de medições realizadas à posteriori quando comparadas com medições anteriores. Deste modo o sistema de gestão irá auxiliar os serviços de manutenção, uma vez que os dados recolhidos em tempo real permitirão detetar situações menos normais, não proporcionais à utilização. Para além da deteção de

anomalias a nível de consumo é possível verificar os benefícios resultantes da instalação de medidas de economia energética conhecendo de imediato os ganhos obtidos.

Para além dos pontos onde é efetuada a medição dos consumos energéticos foi implementado um software (EDMS) de modo a que seja feita a interligação entre esta e os equipamentos instalados. Este mecanismo permite o conhecimento mais completo do perfil de carga da instalação, uma vez que pode ser realizada uma comparação com dados históricos dos indicadores de desempenho energético.

A evolução de medir e telemonitorizar todos os consumos da instalação é a meta constante da melhoria contínua.

Para instalar o software de gestão energética é necessário implementar um quadro, um autómato, um concentrador local, um módulo de comunicações Ethernet e um adaptador Ethernet para RS232/422/485. Os dados serão reservados no concentrador estando estes disponíveis por um período de tempo alargado e suficiente de modo a serem tratados pelo operador ou gestor do processo.

Uma nova versão do EDMS entrará em funcionamento a partir de novembro de 2019, demonstrando a preocupação constante de todo o Grupo Schaeffler pela melhor possível gestão e racionalização energética.

MURE 12 – Formação e Sensibilização

É necessária a realização de ações de formação aos funcionários de modo a que estes ganhem conhecimento sobre os consumos energéticos das instalações, garantindo que haja uma utilização mais eficiente dos equipamentos que operam racionalizando o consumo energético. As ações de formação poderão ser complementadas com avisos autocolantes para chamar a atenção dos utilizadores que têm de adotar comportamentos adequados. Estas ações devem ter como objetivo fortalecer os conhecimentos sobre energia, conseguir-se-á atingir uma redução do consumo global de energia de cerca de 0,75%. As ações de formação encontram-se em curso pelo coordenador de Eficiência Energética desde o primeiro semestre de 2019.

4.3. Verificação dos Requisitos Normativos

De modo a responder aos requisitos necessários para dar resposta à auditoria interna de março de 2019, a fábrica recorreu a uma checklist desenvolvida pelo Grupo Schaeffler. Este documento abrange vários tópicos energéticos, é necessária a apresentação de evidências aquando do levantamento de cada ponto durante a auditoria de modo a comprovar que a empresa possui um SGE devidamente implementado. Após ser verificada esta condição, segue-se a auditoria externa que implica a certificação energética da fábrica pela norma ISO 50001. Na lista seguinte são evidenciados os seguintes documentos obrigatórios produzidos pela empresa para a auditoria interna. Os pontos foram analisados de forma a identificar potenciais não conformidades e oportunidades de melhoria.

1. Revisão Local
2. Lista de Requisitos Legais
3. Matriz de Treino
4. Pontos Relevantes do último relatório de Auditoria Energética
5. Balanço Energético
6. Fatores Energéticos Influentes
7. Indicadores Chave de Performance Energética
8. Lista de Pontos de Medição
9. Acompanhamento de Acções
10. Sistema de Ar Comprimido
11. Segurança dos Fornecedores
12. Acções Técnicas/Outras Acções

Tendo em conta o item correspondente à Revisão Local, durante a auditoria foi verificado que este documento abrangia os tópicos significantes mencionados no Manual de Energia, Higiene e Segurança. Apesar desta verificação, é necessário documentar uma análise a este item de modo a que os tópicos presentes na Revisão Local proporcionem o desenvolvimento de acções para planear metas referentes ao ano posterior. É recomendado

que sejam adicionados comentários e decisões da gestão de topo na apresentação da Revisão Local, todos estes pontos devem ser registados no sistema de acompanhamento de ações da empresa para garantir que estas medidas são verificadas regularmente.

O controlo e a atualização da lista de requisitos legais é efetuado com o suporte de uma entidade externa, durante a auditoria não foi esclarecido se esta entidade abrange toda a legislação europeia relativa a tópicos energéticos. É disponibilizado um formulário com todas as normas europeias no “SharePoint Energy Management” implementado na intranet da Schaeffler. É recomendada a comparação entre a lista local de requisitos energéticos com a lista disponibilizada no “SharePoint Energy Management”, no caso de existir legislação em falta é necessário estabelecer contacto com a entidade externa por forma a incluí-la.

Não existem especificações a nível de formações para os indivíduos envolvidos na gestão energética assim como não foram verificadas diretrizes no sentido de executar as formações. É necessário que todas os colaboradores relacionados com a gestão energética da fábrica tenham os conhecimentos necessários e adequados. Recomenda-se a articulação com o departamento de recursos humanos para assegurar que as formações específicas de energia sejam executadas e atualizadas regularmente. Do ponto de vista do auditor, é recomendável que seja criada uma matriz de treino baseada em formações necessárias no âmbito da gestão energética.

Alguns pontos do último relatório da auditoria energética (2015) não foram devidamente resolvidos, até à por motivos internos. Em 2016 e 2017 não foi possível realizar auditorias energéticas na fábrica, pelo que os pontos de 2015 devem ser acompanhados. É recomendada a verificação das ações decorrentes do relatório de 2015 e a melhoria das propostas mencionadas caso ainda sejam relevantes no plano de ação.

Dos pontos de 2015, somente dois transitaram para o Plano de Ação de 2019 consoante a auditoria relativamente a 2018. Todos os restantes foram resolvidos, evidenciados e fechados.

O ficheiro correspondente ao balanço energético encontra-se em atualização. Verifica-se a existência de informação significativa e disponível, a qual poderá ser incluída neste item, nomeadamente, a visão global dos consumos e custos assim como uma desagregação da utilização de energia pelas cargas existentes na fábrica. A identificação dos consumidores intensivos de energia é facilitada através de um

desenvolvimento apropriado do balanço energético, o qual deve respeitar os requisitos presentes no Manual de Energia, Higiene e Segurança da Schaeffler.

Na preparação para a auditoria, verificou-se que os fatores energéticos de influência não foram atualizados desde 2015, os quais são importantes para o acesso ao sistema de gestão energética: influências meteorológicas, eficiência da produção, entre outros. É importante definir ações relacionadas com estes fatores. Estes pontos devem ser abordados, uma vez que é feita referência no Manual de Energia, Higiene e Segurança da Schaeffler.

Alguns indicadores chave de Performance Energética necessitam de ser implementados, nomeadamente em relação ao ar comprimido, assim como verificados ao longo do tempo. Os pontos de medição para o ar comprimido estão instalados. Todos os indicadores de performance energética necessitam de ser avaliados e é necessária a elaboração de gráficos de modo a que estes sejam caracterizados. Uma visão geral dos Indicadores de Performance Energética pode ser acedida no ficheiro correspondente ao Balanço Energético, como é demonstrado no “SharePoint” existente na intranet da Schaeffler.

Existem duas listas correspondentes aos pontos de medição, em que para os medidores incluídos nestas listas, é necessário efetuar uma revisão destas listas assiduamente. É recomendada a combinação das duas listas de modo a expandir a informação disponível. Este item deve ser analisado pelo menos uma vez por ano de modo a assegurar que está atualizado e adequado.

É recomendado adicionar as medidas mais antigas no novo sistema de gestão de modo a garantir uma melhoria contínua deste, todas ações relacionadas com energia devem ser integradas. Existe um novo software para o Plano de Ação Geral da fábrica, desde março de 2019.

Em relação ao equipamento de ar comprimido, foi verificado um bom sistema de deteção e reparação de fugas de ar. A poupança referente à reparação das fugas é registada e comunicada ao gestor da fábrica, e foi recomendada a utilização de um novo software para cálculo deste valor. Devido a implicações económicas a deteção de fugas não foi efetuada com tanta assiduidade em 2018, o que gerou um impacto nos consumos refletindo-se em custos energéticos ligeiramente superiores (Schaeffler 2018).

4.4. Propostas de Oportunidades de Melhoria

4.4.1. Implementação de Painéis Fotovoltaicos, Fábrica 1

No âmbito do estágio, foi efetuado um estudo considerando a possibilidade de instalação de uma unidade de produção para autoconsumo através da geração de eletricidade a partir de módulos fotovoltaicos. Esta abordagem, apesar de não se verificar como uma solução de eficiência energética que vise otimizar os processos inerentes aos equipamentos relativamente a consumos energéticos, permite a redução da fatura energética. Esta medida funciona numa oportunidade para a Schaeffler reduzir os consumos de energia elétrica durante os períodos de faturação mais dispendiosos, horas de ponta e cheias, assim como uma medida para a redução da potência contratada, uma vez que a potência absorvida à rede elétrica irá reduzir.

Parte da cobertura da Schaeffler encontra-se disponível para a implementação de uma central fotovoltaica através do aproveitamento de espaços ainda não utilizados. De modo a que este estudo fosse efetuado foi considerada a informação seguinte:

- Enquadramento legal;
- Diagrama de carga do edifício 1;
- Área de implementação;
- Condições meteorológicas;
- Ciclo de faturação;
- Equipamento necessário;
- Software de apoio.

Considerando o Decreto-Lei nº 153/2014, que estabelece o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade destinada ao autoconsumo com ou sem ligação à rede elétrica, baseado em tecnologias de produção renováveis ou não, são designados dois tipos de Unidades de Produção:

- Unidades de Produção para AutoConsumo (UPAC);
- Unidades de Pequena Produção (UPP).

Uma UPAC produz energia que será utilizada para consumo na instalação onde a unidade de produção está instalada. Se os limites de potência não forem superiores a 1MW não será necessário a licença de exploração.

É também essencial ter em conta que a potência instalada através dos painéis não seja superior à potência contratada pela fábrica, garantindo que toda a energia produzida seja consumida localmente sem considerar o fornecimento à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP).

De modo a verificar os consumos elétricos ao longo do dia para que seja efetuada uma estimativa do consumo total da fábrica 1 num ano, foram efetuadas medições num dos transformadores do PT1, verificando-se o diagrama de carga da figura 20.

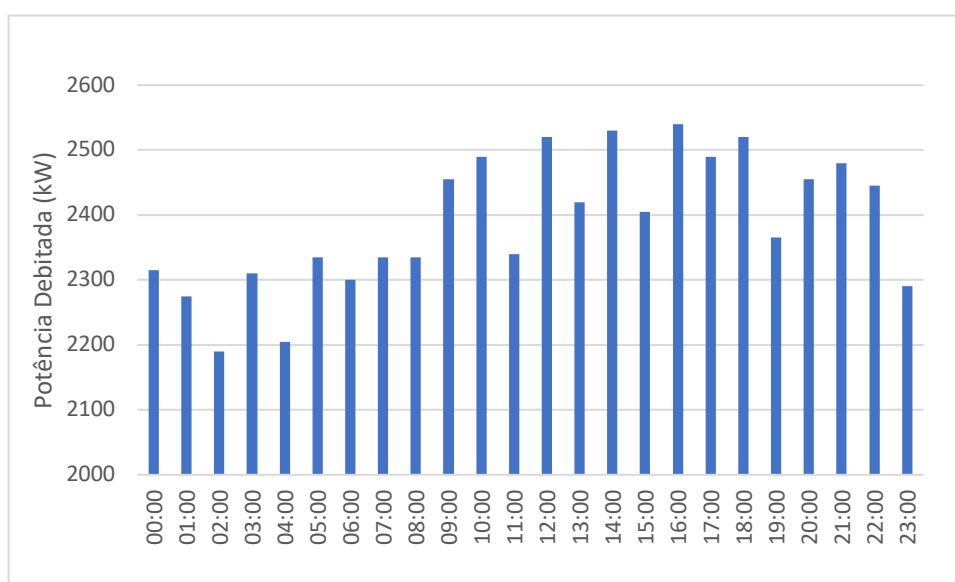


Figura 20 - Diagrama de Carga do PT1 no dia 15/03/2019.

Verifica-se o valor de 4.641.117,97 kWh para um dos transformadores referente à energia consumida num ano. A quantidade total de energia fornecida pelo PT1 será equivalente à totalidade dos transformadores presentes neste, ou seja, 3 transformadores. Assim sendo a energia total consumida pela nave fabril 1 equivale a 13.923.353,9 kWh por ano.

De modo a que seja efetuada a produção de energia elétrica a partir de um dimensionamento fotovoltaico, são necessários diversos equipamentos, nomeadamente:

- Gerador fotovoltaico;
- Equipamentos estruturais de fixação;
- Canalizações elétricas;
- Inversores.

A tecnologia solar fotovoltaica corresponde à forma mais direta de conversão da radiação solar em energia elétrica. Esta conversão ocorre quando a incidência de fótons excita os elétrons existentes nas células fotovoltaicas, resultando no estabelecimento de uma corrente elétrica (Soga 2006).

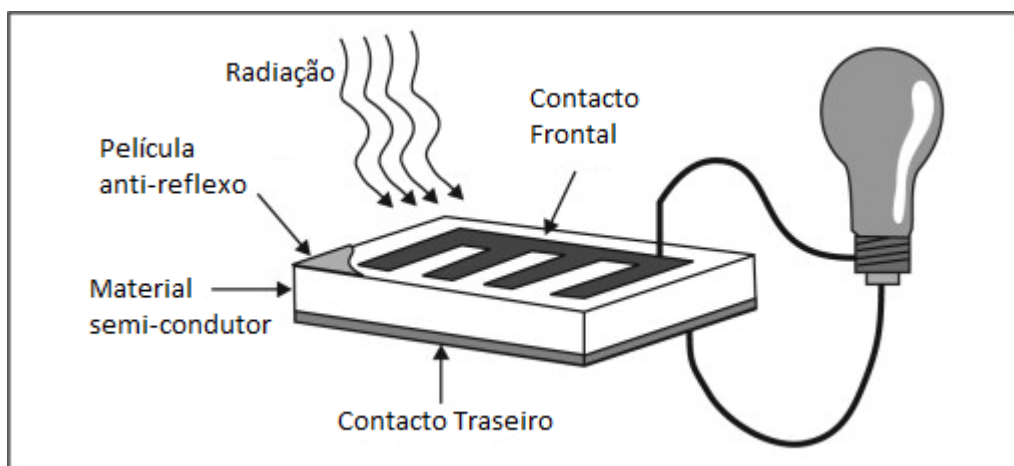


Figura 21 - Constituição de uma célula fotovoltaica.

De seguida apresenta-se a descrição de uma célula fotovoltaica, figura 21:

- Contacto Frontal: composto por cobre, constitui os terminais negativos.
- Película Anti-reflexo: garante a redução da reflexão da radiação incidente para valores menores que 5%, caso sejam utilizadas texturas especiais em células de alto rendimento a reflexão poderá ser reduzida para valores aproximados a 2%. Sem este revestimento, a célula refletiria cerca de um terço da radiação incidente.
- Material Semi-condutor: Constituído por duas camadas, a tipo “n” que é referente à região negativa da célula, e a tipo “p” que está associada à parte positiva da célula.

- Contacto Traseiro: localizado na parte posterior da célula, constitui o terminal positivo.

Considerando o dimensionamento do sistema fotovoltaico na Schaeffler foram considerados módulos fotovoltaicos com células da 1ª geração, ou seja, constituídas por silício cristalino. Este tipo de células divide-se em dois grupos: monocristalino e policristalino (Portal Solar 2019).

Os painéis fotovoltaicos monocristalinos possuem a eficiência mais elevada, sendo feitos a partir de um cristal de silício de elevada pureza. Este é fatiado em várias lâminas de silício individuais que são tratadas e transformadas em células fotovoltaicas. O painel solar é formado por uma matriz de células que se encontram em série e paralelo, estas são cortadas nos cantos de modo a otimizar o espaço disponível.

Os painéis solares de silício policristalino diferem dos monocristalinos no aspeto, como é possível observar na figura 22 e em relação ao método utilizado na fundição dos cristais, estes são fundidos em bloco, preservando a formação de múltiplos cristais. De seguida os cristais são serrados em blocos quadrados e fatiados em células. Este tipo de painéis é semelhante ao de um único cristal (monocristalino), no entanto as células são ligeiramente menos eficientes.



Figura 22 - Painéis solares monocristalino e policristalino.

Relativamente à área disponível para o dimensionamento da central fotovoltaica, foi considerada uma área com cerca de 2400 m² localizada no telhado do edifício 1 correspondente à zona onde se encontram os escritórios da fábrica e também a área disponível no telhado de um armazém que se encontra entre as duas naves fabris. Estas áreas situam-se com uma orientação virada para sudeste e sem problemas de sombreamento.

O passo seguinte a tomar inclui a quantificação de painéis tendo em conta a área disponível ilustrada na figura 23, para este efeito é necessário considerar a área que cada módulo fotovoltaico irá ocupar no telhado. O modelo de painel escolhido possui uma área de 1657x996 mm o que implica que um dos valores possíveis para o número máximo de módulos a instalar poderá ser de aproximadamente 1450 painéis, que resulta numa área a ocupar de 2390 m².

Para além da área disponível considerou-se uma inclinação em relação ao solo dos módulos fotovoltaicos de 30°, este fator é verificado como um padrão para dimensionamentos a uma escala elevada e apresenta-se como um valor ótimo em relação ao aproveitamento da radiação solar.

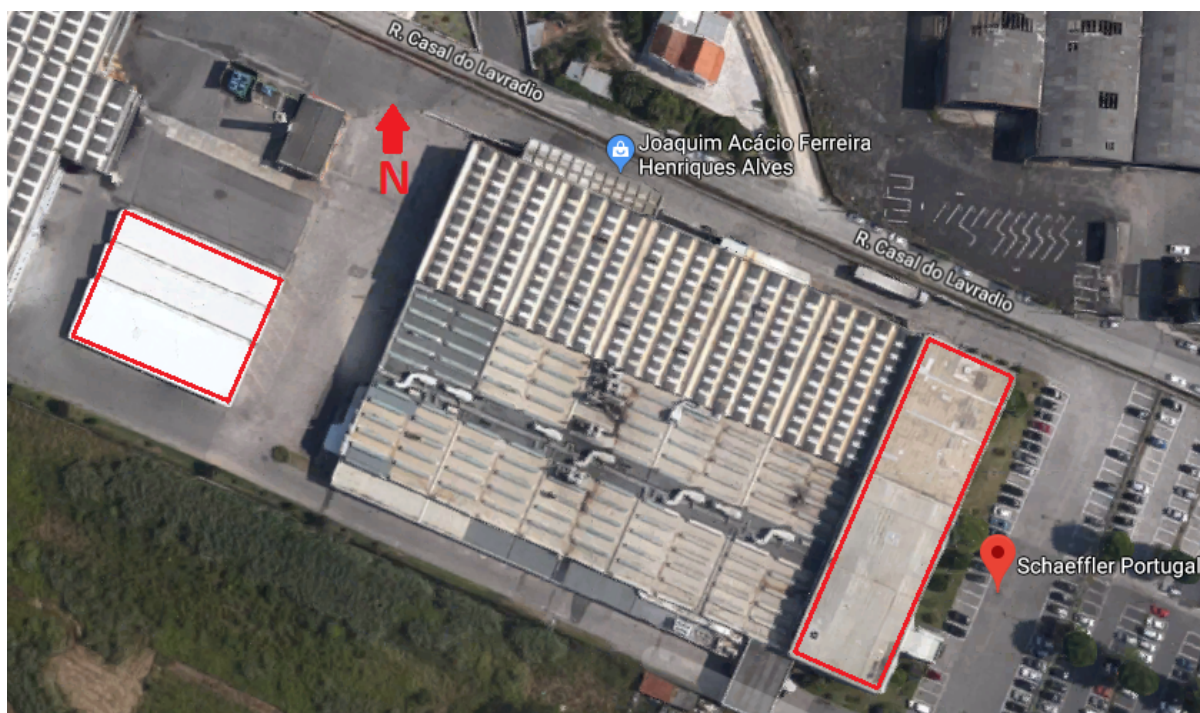


Figura 23 - Vista dos locais de instalação dos painéis (Google Maps).

De modo a estudar a possibilidade de implementação deste tipo de geração energética, para além da área também é considerado o clima local e deste modo torna-se

relevante o valor médio de horas de sol por ano neste ponto. Para implementar o recurso solar no estudo foram recolhidos os seguintes dados:

Tabela 16 - Radiação solar média anual de janeiro de 2012 até dezembro de 2018 em horas.

jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
4,4	5,7	6,2	7,5	8,7	8,9	9,2	10	8,5	6,2	5,0	4,9

A tabela 16 compreende a radiação solar média ao longo dos anos especificados na legenda da tabela para o distrito de Leiria. O valor final a ser implementado nos cálculos da quantidade de energia produzida pelos painéis será de 7,1 h de sol por dia. A temperatura média do local de instalação também será um fator que afeta a performance do equipamento fotovoltaico, neste sentido foram consideradas perdas na ordem dos 8% (WeatherOnline Ltd. - Meteorological Services 2019).

Em relação aos consumos de eletricidade verificados na fábrica é necessário ter em conta o sistema tarifário adotado pela Schaeffler. Deste modo foi analisada a desagregação do consumo de energia elétrica por período tarifário na tabela 17 de modo a obter um valor médio do preço por kWh consumido. Na figura 24 é possível observar a distribuição em percentagem pelo período tarifário em fevereiro de 2018 (Duarte 2019).

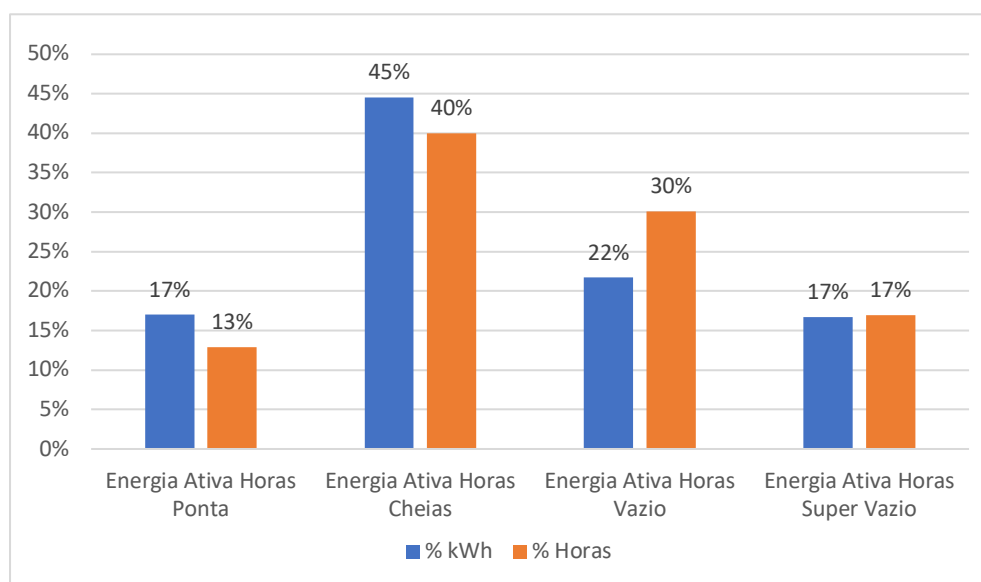


Figura 24 - Desagregação dos consumos de energia ativa, fevereiro de 2018.

O valor médio do custo de energia elétrica verificado será utilizado para estimar a poupança anual relativa a este tipo de consumo. Neste sentido, será possível calcular o Custo Atual Líquido, que reflete a diferença entre o valor de todos os custos associados ao projeto e a poupança verificada ao longo do tempo de vida útil deste.

Tabela 17 - Consumos e Custos Energéticos por período tarifário, fevereiro de 2018.

	Qt. (kWh)	Custo Un. (€)	Custo Total (€)
Energia Ativa Horas Ponta	239628	0,181	43418,4
Energia Ativa Horas Cheias	627980	0,095	59871,6
Energia Ativa Horas Vazio	305765	0,076	23280,9
Energia Ativa Horas Super Vazio	235818	0,075	17790,1
Valor médio	-	0,107	-
TOTAL	-	-	144361,1

Algumas das variáveis mais relevantes a considerar são:

- Investimento total;
- Poupança anual;
- Energia comprada à rede;
- Perdas associadas à eficiência do sistema;
- P.R.I. (Período de Retorno de Investimento).

De modo a obter os valores inerentes às variáveis referidas, é necessário considerar os modelos dos equipamentos a instalar, assim como as suas especificações e custos associados. O objetivo deste projeto consiste em eliminar uma determinada percentagem de consumo elétrico do edifício 1 de modo a verificar a poupança anual conseguida através de geração energética fotovoltaica.

Tabela 18 - Características do equipamento a utilizar na UPAC

Painel Solar	Potência - 1 painel (W)	330
	Custo - Conjunto de 6 (€)	916,60
	Eficiência	20 %
	Dimensões (mm)	1657 x 996
Inversor	Pmax out (kW)	80
	Custo (€)	4 380,15

Considerando os painéis fotovoltaicos decidiu-se efetuar um dimensionamento consoante o modelo JA SOLAR MONO, módulos monocristalinos com a potência de pico implícita na tabela 18. O dimensionamento implica uma potência total instalada de 399,96 kW uma vez que foram considerados 202 conjuntos resultando o número total de 1212 painéis (Solarshop Unipessoal Lda 2020).

Outro equipamento considerado neste dimensionamento consiste no uso de inversores de modo a poder converter a eletricidade de corrente contínua para corrente alternada, o modelo escolhido foi o Solis 80K 5G e o número de inversores foi 5. De modo a poder correlacionar o número de painéis fotovoltaicos com o número de inversores é necessário ter em atenção a potência total do número de módulos a instalar. A quantidade de painéis considerada é dependente do espaço disponível para instalação e também do aproveitamento da potência de saída dos inversores, deste modo consideraram-se 1212 módulos de modo a garantir que não haja um sobredimensionamento do número de inversores. Cada inversor tem o preço de 4380,15 €, logo o preço final será de 21.900,76 € (Solarshop Unipessoal Lda 2020).

Tabela 19 - Variáveis a considerar no dimensionamento da UPAC.

Potência de Pico (kW)	399,96	Número de Inversores	5
Investimento – Painéis (€)	174 154,00	Investimento – Inversores (€)	21 900,76
Área Total Ocupada (m²)	2000,25	Pmax out (kW)	400

De modo a efetuar a totalidade de energia produzida é necessário ter em conta as perdas associadas ao sistema, estas podem estar associadas a:

- Inversores: 8%
- Temperatura: 8%
- Cabos: 4%
- Sombreamento: 3%
- Poeiras, neve e outras condições climatéricas: 2%
- Fraca Radiação: 3%

A energia produzida em kWh por ano é o resultado do produto entre a área total de todos os módulos fotovoltaicos (2000,25 m²), a eficiência do painel, a irradiação média anual (2556 kWh) e o coeficiente relativo às perdas. O coeficiente relativo às perdas é equivalente ao somatório das percentagens das perdas consideradas no sistema (0,75). A parcela “r” (0,2) equivale ao quociente entre a potência do módulo fotovoltaico e a sua área (Photovoltaic Softwares 2012).

$$E = A * r * H * PR$$

$$E = 2000,25 \text{ m}^2 * 0,2 * 2556 \text{ kWh} * 0,75$$

$$E = 630872 \text{ kWh/ano}$$

O valor relativo ao investimento total, para além de ter associados os custos dos painéis e dos inversores também compreende o dimensionamento dos cabos necessários para alimentar o PT1.

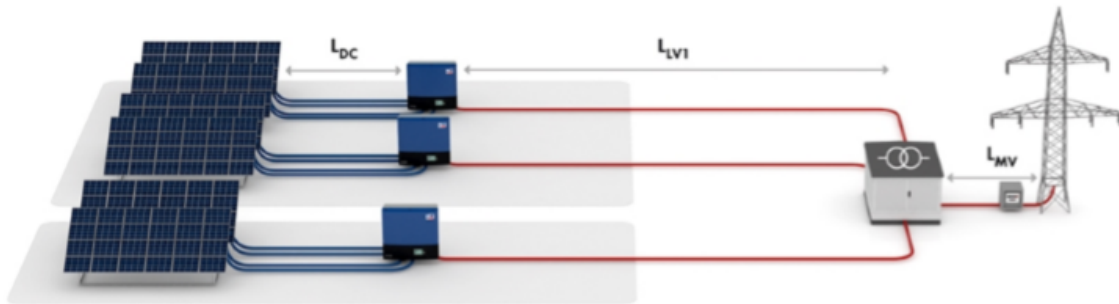


Figura 25 - Representação do dimensionamento dos cabos.

Considerando a figura 25, a variável referida por L_{V1} corresponde à distância dos cabos que ligam os painéis solares ao posto de transformação. Tendo em conta que a maior distância se verifica a nível destes cabos, é necessário considerar a potência dissipada em função do diâmetro de secção. Quanto maior for o comprimento dos cabos maior será a potência dissipada, deste modo é necessário dimensionar os cabos mais extensos com diâmetros de secção mais elevados para que a potência dissipada seja mais reduzida. A tabela 20 indica as características mais favoráveis para o dimensionamento dos cabos.

Tabela 20 - Características dos cabos que ligam os inversores ao PT1.

Material do Cabo	Comprimento Simples (m)	Secção (mm ²)	Potência dissipada rel. (%)
Cobre	75 a 90	50	0,81 a 0,98

Será efetuado um investimento que totaliza os 2.759,34 € e que corresponde a 5 cabos inerentes às ligações entre os inversores e o posto de transformação. Cada cabo possui um custo médio de 551,87 €, sendo a relação entre o preço e o comprimento 6649€/Km (Electricol 2018).

Considerando o investimento total é necessário englobar os custos associados ao dimensionamento dos cabos, assim sendo o valor desta variável irá ser de 198.814,09 €. Este valor será utilizado para determinar o intervalo de tempo necessário até a empresa recuperar o investimento feito através das poupanças anuais relativas à geração de eletricidade.

As poupanças geradas a nível de consumo elétrico são estimadas considerando a energia produzida por ano através dos painéis solares que irá corresponder a uma determinada percentagem de energia que não é consumida a partir da rede. Assim sendo a poupança anual irá ser estimada da seguinte forma:

$$\text{Poupança Anual} = \text{Energia Produzida} * \text{Valor Médio do Custo Electricidade}$$

$$\text{Poupança Anual} = 69.396,00 \text{ €}$$

De modo a estimar o Período de Retorno de Investimento (PRI), é subtraído ao valor do Investimento Total, o valor acumulado da Poupança Anual ao longo dos anos, assim sendo é possível gerar a tabela 21 que indica ao fim de quanto tempo os gastos efetuados a nível do investimento foram colmatados.

Tabela 21 - Fluxo monetário acumulado da poupança anual.

Tempo (anos)	Poupança (€)
1	-114 455,51
2	-30 096,93
3	54 261,65
4	138 620,23
5	222 978,81
6	307 337,39
7	391 695,97
8	476 054,55
9	560 413,13
10	644 771,71

O Período de Retorno de Investimento pode ser estimado através do quociente entre o Investimento Total e a Poupança Anual, assim sendo o PRI radica no valor de 2,36, ou seja, ao fim de aproximadamente 3 anos. Com este PRI, é possível o Investimento ser aceite pelos “Headquarters” do Grupo Schaeffler. A figura 26 ilustra o crescimento da poupança ao longo de 10 anos.

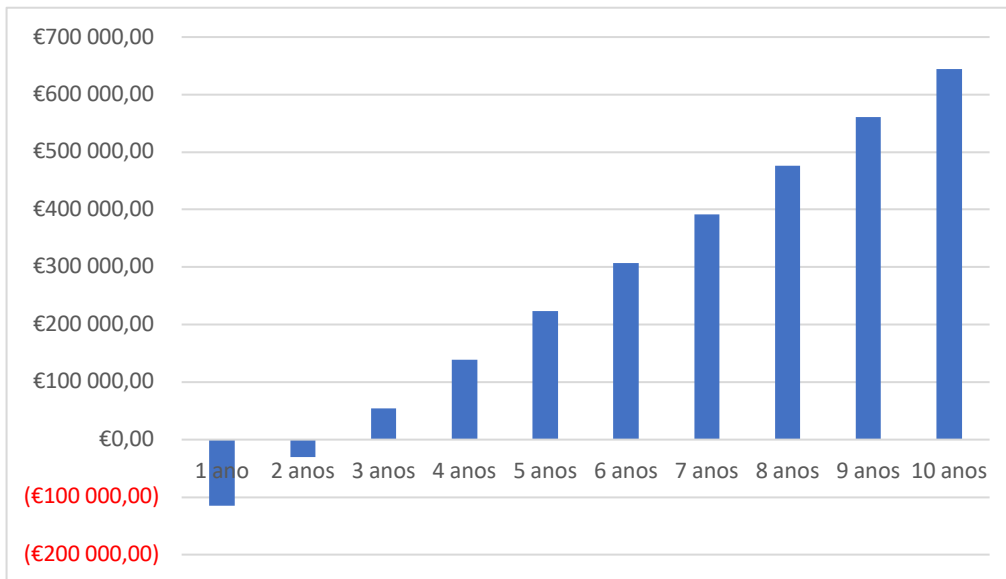


Figura 26 - Período de Retorno de Investimento ao longo de 10 anos.

Analisando o consumo total do PT1 verifica-se que a percentagem de energia que não irá ser comprada à rede corresponde a 4,5%, ou seja, esta parcela indica a taxa de autonomia do projeto. A finalidade deste dimensionamento está direcionada para a poupança a nível de consumo elétrico e não para a autonomia relativa ao autoconsumo. Conclui-se que o objetivo é plausível de ser alcançado com um PRI relativamente competitivo.

4.4.2. Reaproveitamento de Exxsol D100 do Processo de Lavagem de Anéis e Rolamentos, Destilação

Uma das problemáticas relativas aos recursos existentes na empresa radica no consumo de Exxsol. Este produto é utilizado na etapa correspondente à lavagem dos rolamentos, trata-se de um recurso utilizado pela fábrica assiduamente, o que implica a necessidade de analisar os custos que lhe são inerentes assim como as oportunidades de melhoria que lhe poderão estar associadas. Considerando a frequência das encomendas de Exxsol, são adquiridos 10.000 L por mês, cujo custo associado a este produto é de 1,20 €/L.

Trata-se de um hidrocarboneto desaromatizado, utilizado como solvente para limpeza de metais a nível industrial. Este tipo de solvente remove diferentes tipos de óleos. O Exxsol também remove substâncias com características associadas a polimento e agentes desmoldantes. A eficiência de limpeza do Exxsol é semelhante ao do querosene e produtos terpenos. Este solvente não é corrosivo em relação aos metais e deixam uma

quantidade muito reduzida de resíduos nas peças metálicas após a sua lavagem (Cheremisinoff 2005).

Uma das medidas consideradas para gerar poupanças neste aspeto consiste na aplicação de um processo de destilação ao solvente, figura 27, após a lavagem dos rolamentos. É uma medida relevante, uma vez que não radica em investimentos iniciais pelo que não está associada a um intervalo de tempo necessário para que seja possível a geração de retorno. A empresa que disponibiliza o serviço apto para levar a cabo esta medida é a EGEO. Esta empresa proporciona soluções a nível de tratamento, recuperação e reciclagem de solventes e outros resíduos, nomeadamente a regeneração de um solvente “sujo” sendo posteriormente reencaminhado para o cliente de modo a que seja reutilizado, trata-se de um serviço com retorno. Os resíduos são encaminhados para a instalação em embalagens ou a granel. É feita a triagem na receção e são recolhidas amostras para análise no laboratório (EGEO 2017).

Os solventes a tratar são carregados para o interior de um ebulidor onde este será sujeito a homogeneização com o auxílio de um agitador mecânico. O solvente irá sofrer um aumento de temperatura promovendo uma mudança da fase líquida para gasosa dos produtos a recuperar iniciando-se o processo de destilação. O condensador multitubular corresponde à zona onde circula o solvente no estado gasoso no exterior dos tubos, em contra corrente passa água fria no interior dos tubos. Esta água ao ficar quente é arrefecida numa torre de refrigeração através de ventilação e enviada para o condensador, este irá condensar os solventes gasosos provenientes da destilação (EGEO 2017).

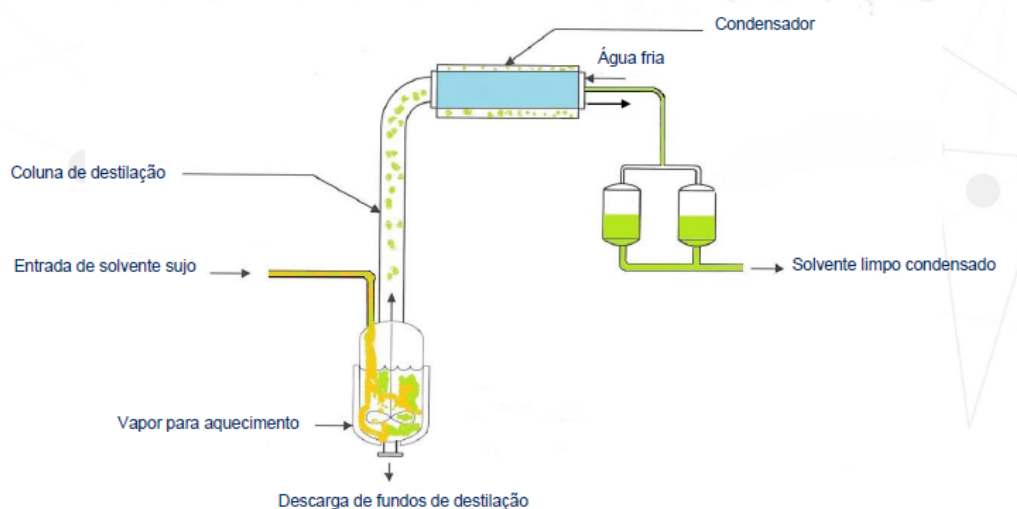


Figura 27 - Processo de destilação.

Parte do calor transportado pelo solvente no estado gasoso é absorvido pela água o que possibilita a condensação deste, mudando a sua fase gasosa para líquida, permitindo o processo de purificação do solvente usado. Após terminada a destilação, o produto é sujeito a uma decantação, figura 28, com o objetivo de remover água ainda existente no solvente (EGEO 2017).



Figura 28 - Processo de decantação.

Considerando a hipótese de destilação do Exxsol, é possível estimar a poupança que se verificaria caso a encomenda deste produto não fosse realizada todos os meses. De modo a que não existam implicações inerentes às propriedades deste solvente, poder-se-á considerar a realização da destilação de dois em dois meses. É de salientar que poderão existir perdas a nível da quantidade de Exxsol que é reaproveitado caso exista um número elevado de destilações no mesmo solvente (EGEO 2017).

Tabela 22 - Informação anual do consumo de Exxsol D100 da Schaeffler.

Custos de Exxsol acumulados ao longo do ano (€)		Custos com uso da destilação de dois em dois meses (€)
jan	12.000	12.000
fev	24.000	0
mar	36.000	24.000
abr	48.000	0
mai	60.000	36.000
jun	72.000	0
jul	84.000	48.000
ago	96.000	0
set	108.000	60.000
out	120.000	0
nov	132.000	72.000
dez	144.000	0

Comparando os gastos totais ao final do ano verifica-se que o recurso à destilação, num cenário que não implicasse o uso deste processo num Exxsol já destilado, geraria uma poupança de cerca de 72.000 € por ano à fábrica. As encomendas deste tipo de recurso seriam efetuadas de dois em dois meses, uma vez que o processo de destilação iria assegurar a utilização do Exxsol destilado no mês seguinte. Na tabela 22 é feita uma comparação entre dois cenários possíveis, na primeira coluna as encomendas de Exxsol são efetuadas em todos os meses, na segunda é feita de dois em dois meses.

Uma das implicações associada a esta medida é a libertação de odor após a sua destilação do Exxsol. Durante o processo o aumento de temperatura ao provocar a mudança de fase do solvente também irá fazer com que os óleos existentes neste libertem um odor que irá permanecer no Exxsol “limpo”. Este odor pode provocar implicações na rotina de trabalho dos operadores, pelo que poderia ser necessário a utilização de máscaras ou aromatizantes, desde que os últimos não influenciem as propriedades química da solução. Para controlar este problema do odor, decidiu-se testar o sistema de destilação em vácuo. Assim, com o vácuo, o processo já não utiliza temperaturas elevadas (80°C), pelo que o produto final destilado já não possui o odor semelhante a óleo de frituras.

5. Conclusão

Considerando a Schaeffler Portugal Unipessoal Lda, um consumidor intensivo de energia, esta está sujeita a um enquadramento legal no sentido de melhorar a sua eficiência energética. A empresa é submetida obrigatoriamente a determinados limites e metas a alcançar a nível de consumo energético, sendo estes fatores transversais a todo o tipo de indústria.

A implementação da norma ISO 50001 permite a uma determinada organização o desenvolvimento de um sistema que melhore a sua produtividade e eficiência dos processos, reduzindo ou controlando os custos de utilização energética. Esta norma permite avaliar os objetivos energéticos da organização verificando tecnologias mais eficientes do ponto de vista energético, redução da emissão de gases de efeito de estufa através do um uso mais eficiente de energia e uma melhoria contínua do sistema de gestão de modo a que a empresa se mantenha num patamar elevado no que toca à sua competitividade energética.

Após ser efetuada uma análise das MUREs constatou-se que a fábrica tem cumprido com a implementação de todas as medidas referidas no Acordo de Racionalização até às datas previstas. Encontra-se apenas uma das medidas em stand-by, a MURE 2 cujo projeto foi desenvolvido entre finais de 2017 e início de 2018 e colocado em “budget” para 2019. Outra medida que ainda se encontrava em curso, mas que acabou por ser desqualificada corresponde à MURE 9. Das 12 medidas referidas, 10 estão implementadas, o que significa um grau de implementação positivo. O conjunto das medidas engloba um período de retorno de investimento de 4,47 anos e uma redução de consumo total de 7,9% em relação a 2014.

A Schaeffler Portugal Unipessoal, Lda possui uma lista de requisitos normativos complementares com a norma ISO 50001, sendo estes verificados para que a empresa esteja preparada para dar resposta a uma auditoria energética. Os requisitos definidos pelo grupo Schaeffler englobam documentação como a política energética e metas energéticas, a implementação de pontos de medição na fábrica, formação para indivíduos com papel relevante a nível energético, balanço energético e outros itens obrigatórios para a certificação da fábrica. Todos os itens necessários relativos aos requisitos normativos da ISO 50001 encontram-se na intranet da empresa, sendo o acesso a esta disponibilizado durante a frequência do estágio.

Para além das medidas incluídas no acordo de racionalização foi testada a hipótese de ser efetuado um investimento numa central fotovoltaica. O PRI calculado radica no valor de 2,3 anos, sendo possível com este resultado o investimento ser aceite pelo Grupo Schaeffler. Outra medida que também poderá gerar poupanças relativas ao uso do recurso de óleo da fábrica, refere-se ao reaproveitamento de Exxsol D100, sendo sugerida a hipótese de testar um sistema de destilação em vácuo. Seria possível efetuar poupanças elevadas na última medida sem investimentos iniciais pesados, apresentando deste modo um payback quase imediato.

6. Bibliografia

- AEP, Associação Empresarial de Portugal, and Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação IAPMEI. 2012. “Estratégia de Eficiência Energética Em PME.”
- AIDA Group. 2014. “Sistema de Gestão Energética - Guia Prático.” *Projeto + Sustentabilidade +competitividade* 1–75.
- Bernardo, João. 2018. “Plano Nacional Integrado Energia-Clima: Linhas de Atuação Para o Horizonte 2021-2030.” *Sessão de Apresentação Do Plano Nacional de Energia e Clima 2030* (in Portuguese).
- Calau, João Paulo. 2015. “CONSUMO ENERGÉTICO EM EDIFÍCIOS E INDÚSTRIA SGCIE – FERRAMENTA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA O SGCIE - Sistema de Gestão Dos Consumos Intensivos de Energia.”
- Cheremisinoff, Nicholas P. 2005. “Industrial Solvents Handbook.”
- CMFG. 2015. “Auditoria Energética.”
- Dinis, Vera. 2016. “Environmental Statement - Report Environmental Protection and Safety.”
- Duarte, Bruno. 2019. “Estudo Investimento (Estudo Das Facturas Eléctricas e UPAC).”
- EGEO. 2017. “Recuperação e Regeneração de Solventes.”
- Electricol. 2018. “Fios & Cabos Eléctricos.”
- Electrobrás. 2016. “Manual Prático - Eficiência Energética Em Sistemas De Ar Comprimido.” *Electrobrás/Procel* 87.
- Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. 2020. “Simulador e Comparador de Ofertas Comerciais.” Retrieved February 3, 2020 (<https://simulador.precos.erse.pt/>).
- Iolanda, Soares. 2015. *EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E A ISO 50001*. Edições Sí.
- ISO. 2011. “EN ISO 50001 - Energy Management Systems — Requirements with Guidance for Use.” 2011.
- Mayer, Florian. 2019. “Guideline for Data Entry into EDMS.” (August 2018):1–12.
- Oas, B. O. Boas, Ticas Pr, and Tica As. 2012. “Manual de Boas Práticas de Energia.”
- Photovoltaic Softwares. 2012. “Calculation of the Solar PV Energy Output of a Photovoltaic System.”
- Portal Solar. 2019. “Tipos de Painel Solar Fotovoltaico.” Retrieved (<https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>).

- RdA Climate Solutions. 2018. “GUIA Guia de Boas Práticas Para o Controlo e Otimização de Recursos Energéticos.”
- Schaeffler, Company. 2017. “Sustainability Report.”
- Schaeffler, Company. 2018. “Review Protocol - Model.” 46186.
- Silva, Tânia Nascimento. 2013. “Plant Presentation Schaeffler Portugal.”
- Soga, Tetsuo. 2006. “Science Direct.” 2006. Retrieved January 15, 2020 (<https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/solar-cell>).
- Solarshop Unipessoal Lda. 2020. “Solarshop.” Retrieved February 3, 2020 (<http://www.solarshop.pt>).
- Vasconcelos, Jorge. 2019. *A Energia Em Portugal*. Lisboa.
- WeatherOnline Ltd. - Meteorological Services. 2019. “WeatherOnline.” Retrieved May 14, 2019 (www.weatheronline.co.uk).