



Plano de melhoria de eficiência energética a longo prazo numa unidade industrial de rolhas naturais

ALEXANDRE JOSÉ RODRIGUES DA CONCEIÇÃO FERREIRA
outubro de 2024

Plano de melhoria de eficiência energética a longo prazo numa unidade industrial de rolhas naturais

Alexandre José Rodrigues da Conceição Ferreira - 1191697

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de
Energia

Orientador: Professor Doutor Manuel Carlos Malheiro de Carvalho Felgueiras

Júri:

Presidente:

Professor Doutor Fernando Maurício Teixeira Sousa Dias, Professor Adjunto, ISEP

Vogais:

Professor Doutor Manuel Carlos Malheiro de Carvalho Felgueiras, Professor Adjunto, ISEP

Professor Doutor António Ferreira da Silva, Professor Adjunto, ISEP

Resumo

Esta dissertação apresenta uma análise aprofundada dos processos produtivos na indústria da cortiça, com especial enfoque na eficiência energética e sustentabilidade. A investigação tem como objetivo identificar e implementar melhorias que otimizem o desempenho operacional e reduzam os custos energéticos. As principais medidas propostas incluem a substituição de motores ineficientes, a melhoria da manutenção preventiva e a instalação de sensores de temperatura nos permutadores de calor.

Uma componente importante do estudo envolveu a criação de um documento detalhado de análise de rotas, que identificou caminhos específicos da produção de cortiça que consomem mais energia. Ao analisar estas rotas, foi possível identificar as ineficiências e desenvolver estratégias direcionadas para a melhoria. Esta abordagem não só aumenta a eficiência energética, como também promove uma cultura de melhoria contínua e sustentabilidade na organização.

Uma das medidas significativas inclui a substituição de motores desatualizados por modelos mais eficientes (IE3 ou superior). Prevê-se que esta iniciativa poupe aproximadamente 63,2 MWh por ano, o que equivale a cerca de 10 000 euros em custos de energia. A análise também salientou a necessidade de um programa de manutenção preventiva abrangente, centrado em componentes críticos e na aplicação de materiais de isolamento térmico, com o objetivo de reduzir as perdas de calor, diminuir o desgaste das máquinas e prolongar a vida útil dos equipamentos.

O estudo sugere ainda a instalação de sensores de temperatura nos permutadores de calor, uma medida apoiada por sólidos fundamentos técnicos. Espera-se que esta medida preventiva e de otimização energética melhore a precisão das medições e aumente a eficiência dos permutadores de calor.

Globalmente, prevê-se que a implementação destas medidas resulte em poupanças substanciais de energia e numa melhoria da eficiência operacional, reduzindo a pegada ambiental da unidade industrial. As ações recomendadas neste estudo visam não só o aumento da eficiência energética, mas também a promoção de uma cultura de sustentabilidade e inovação na organização. Com a adoção destas estratégias, a empresa poderá atingir níveis mais elevados de desempenho, competitividade e responsabilidade ambiental, estabelecendo-se como um modelo de eficiência e sustentabilidade na indústria da cortiça.

Palavras-chave: Análise de Rotas, Eficiência Energética, Indústria da Cortiça, Manutenção Preventiva, Permutadores de Calor, Rolhas Naturais, Sustentabilidade.

Abstract

This dissertation provides an in-depth analysis of production processes in the cork industry, with a special focus on energy efficiency and sustainability. The investigation aims to identify and implement improvements that optimize operational performance and reduce energy costs. Key measures proposed include the replacement of inefficient motors, improvement of preventive maintenance, and installation of temperature sensors in heat exchangers.

A major component of the study involved the creation of a detailed route analysis document, which identified specific paths of cork production that consume the most energy. By analyzing these routes, it was possible to pinpoint inefficiencies and develop targeted strategies for improvement. This approach not only enhances energy efficiency but also promotes a culture of continuous improvement and sustainability within the organization.

One of the significant measures includes the replacement of outdated motors with more efficient models (IE3 or higher). This initiative is projected to save approximately 632 MWh annually, equivalent to around €10,000 in energy costs. The analysis also highlighted the need for a comprehensive preventive maintenance program focusing on critical components and the application of thermal insulation materials, which aims to reduce heat losses, decrease machine wear, and prolong equipment lifespan.

The study further suggests the installation of temperature sensors in heat exchangers, a measure supported by solid technical foundations. This preventive and energy optimization step is expected to improve measurement accuracy and increase the efficiency of heat exchangers.

Overall, the implementation of these measures is anticipated to result in substantial energy savings and improved operational efficiency, reducing the environmental footprint of the industrial unit. The actions recommended in this study are not only aimed at enhancing energy efficiency but also at fostering a culture of sustainability and innovation within the organization. By adopting these strategies, the company can achieve higher levels of performance, competitiveness, and environmental responsibility, establishing itself as a model of efficiency and sustainability in the cork industry.

Keywords: Cork Industry, Energy Efficiency, Heat Exchangers, Natural Corks, Preventive Maintenance, Route Analysis, Sustainability

Índice

1.	Estrutura do documento	1
1.1.	Introdução.....	1
1.2.	Estrutura	2
2.	Conceitos e equipamentos	3
2.1.	Conceitos fundamentais	3
2.1.1	Energia.....	3
2.1.2	Eficiência energética	4
2.1.3	Gestão de energia	4
2.1.4	Normalização.....	4
2.1.5	Cadeia de valor de energia.....	4
2.1.6	Sustentabilidade.....	5
2.1.7	Manutenção preventiva e preditiva.....	5
2.1.8	Análise de dados e <i>big data</i>	5
2.2.	Ferramentas de Software e equipamentos.....	5
2.2.1	Microsoft Excel.....	5
2.2.2	<i>Power BI</i>	6
2.2.3	E+monitor.....	6
2.2.4	CUBO MES	6
2.2.5	SAP.....	6
2.2.6	Sensores de temperatura.....	7
2.2.7	Motores de alta eficiência.....	7
2.2.8	Sistemas de isolamento térmico	7
2.2.9	Sistemas de automação e controlo	8
2.3.	Implementação dos contextos no documento	8
3.	Energia e eficiência energética	9
3.1.	Cadeia de valor do gás natural	9
3.2.	Cadeia de valor da eletricidade	10
3.2.1	Mercado elétrico	11
3.2.2	Setor socioeconómico.....	12
3.2.3	Setor ambiental	13
3.3.	Eficiência energética.....	13
4.	Casos de estudo	15
4.1.	Caso 1: Amorim Cork Composites.....	16

4.2.	Caso 2: Corticeira Amorim	16
4.3.	Caso 3: J. de Sousa & Filhos	17
4.4.	Caso 4: M.A. CORK	17
4.5.	Caso 5: A. S. Cork	17
4.6.	Considerações finais sobre os casos de estudo	18
5.	A indústria das rolhas naturais	19
5.1.	Descrição da indústria de rolhas naturais	19
5.2.	Amorim Cork SA: Uma visão geral	20
5.3.	Matéria-prima	21
5.3.1	Cortiça	22
5.3.2	Sobreiro	22
5.3.3	Descortiçamento	23
5.3.4	Extração	23
5.3.5	Qualidades da cortiça	24
5.4.	Processos de produção de rolhas de cortiça	25
5.4.1	Abordagem aos processos produtivos de forma mais detalhada	26
5.5.	Gestão de stock e planeamento	27
5.6.	Negócio de rolhas da Amorim Cork SA	30
5.6.1	Portefólio de produtos da Amorim Cork SA	30
5.7.	Problemas de eficiência energética na indústria de rolhas naturais	35
5.8.	Importância da eficiência energética a longo prazo	36
5.8.1	Impactos e benefícios esperados	37
5.8.2	Impacto ambiental e social	38
5.8.3	Desafios específicos da eficiência energética na indústria de rolhas naturais	39
5.8.4	Legislação e regulamentação	40
5.8.5	Riscos e desafios de implementação	41
6.	Objetivos do trabalho a ser desenvolvido	43
6.1.	Introdução aos objetivos	43
4.1.1.	Identificação e análise das ineficiências energéticas	45
4.1.2.	Análise de equipamentos	45
4.1.3.	Desenvolvimento de estratégias de melhoria	46
4.1.4.	Aplicação da ISO 50001	47
4.1.5.	Estudo de linhas da unidade fabril	48
4.1.6.	Análise técnico-económica fabril	48
4.1.7.	Comparação de motores	49
4.1.8.	Redução de energia em 1% por ano	50
6.2.	Deduções a fazer dos objetivos	51

7. Trabalho Realizado.....	52
7.1. Documento de análise de rotas de rolhas	52
7.2. Ficheiro de Análise de Consumos por Setor	54
7.3. Impacto nas reuniões Kaizen	56
7.4. A Importância da Análise de Consumos Energéticos Através das Rotas de Cortiça	57
7.4.1. Metodologia de análise	57
7.4.2. Benefícios da Análise por Rotas	59
7.5. Medidas de Melhoria de Eficiência Energética	60
7.5.1. Medidas propostas.....	60
7.5.2. Outras intervenções estratégicas.....	67
7.5.3. Abordagem pouco convencional para melhoria de processo.....	69
8. Conclusão e considerações finais	72
9. Referências	74

Lista de figuras

Figura 1 - Balanço da Produção de Eletricidade de Portugal Continental [5]	10
Figura 2 - Dependência energética na EU em 2021 [7]3	11
Figura 3 - Estimativa de custos evitados com recurso a FER, em 2025 e 2030 (M€) [6]	13
Figura 4 - Ilustração do resultado da colheita de cortiça nos sobreiros [12]	19
Figura 5 - Fluxograma etapas de processo produtivo	28
Figura 6 - Fluxograma produtivo da UI - Lamas, Amorim Cork S.A	29
Figura 7 – Rolha Acquamark.....	30
Figura 8 - Rolha NdTech	30
Figura 9 - Rolha Spark.....	31
Figura 10 - Rolha Twin Top	31
Figura 11 - Rolha Neutrocork	31
Figura 12 - Rolha Advantec.....	31
Figura 13 – Advantec Colours.....	32
Figura 14 - Rolha Aglomerada	32
Figura 15 - Rolha Twin Top Evo	32
Figura 16 - Rolha Top Series	32
Figura 17 - Rolha Helix.....	32
<i>Figura 18 - Rolha NdTech Sarkling.....</i>	<i>33</i>
Figura 19 - Costum Made Corks	33
Figura 20 - Rolha Naturity	34
Figura 21 - Rolha Qork®	34
<i>Figura 22 - Rolha dois discos para vinhos efervescentes.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 23 - Rolha Xpür®</i>	<i>34</i>
Figura 24 - Consumo de 24 motores de uma linha	63
Figura 25 – Comparação do consumo dos motores a substituir com os novos motores	64
Figura 26 - Fugas térmicas do setor ROSA.....	66

Lista de equações

Equação 1 - Consumo por dia (kWh/dia)	61
Equação 2 - Consumo por mês (kWh/mês).....	61
Equação 3 - Poupança de energia	62
Equação 4 - Poupança anual em euros (€)	62
Equação 5 - Investimento (€)	62
Equação 6 - Payback.....	62
Equação 7 - Return of Investment.....	63

Acrónimos, Siglas e Símbolos

Lista de Acrónimos

ADENE	Agência para a Energia
APREN	Associação Portuguesa de Energias Renováveis
COP	Coefficiente de Performance Técnica
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
FER	Fonte de Energia Renovável
IRC	Rendimento das Pessoas Coletivas
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
PIB	Produto Interno Bruto
REN	Rede Elétrica Nacional
ROSA	<i>Rate of Optimal Steam Application</i>
SAP	<i>Systems, Applications, and Products in Data Processing</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
TCA	2,4,6-tricloroanisol

Lista de Siglas

AC	Amorim Cork
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
BI	<i>Business Intelligence</i>
CEE	Consumo Específico de Energia
CO₂	Dióxido de Carbono
CTC	<i>Cork Treatment Centre</i>
CTE	Consumo Total de Energia
EDA	Eletricidade dos Açores

EEM	Eletricidade da Madeira
EES	Eficiência Energética Setorial
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation, and Air Conditioning</i>
IE3	International Efficiency Standard Level 3
KPI	Key Performance Indicator
KTEP	Toneladas de Petróleo Equivalente
MT	Média Tensão
ORD	Operador da Rede de Distribuição
OCLC	Operador Logístico de Mudança de Comercializador
PNEC	Plano Nacional de Energia e Clima
RND	Rede Nacional de Distribuição
RNT	Rede Nacional de Transporte
RNTGN	Rede Nacional de Transporte de Gás Natural
SVE	<i>Steam Vacuum Extraction</i>
URE	Utilização Racional de Energia
VSR	<i>Vacuum Steam Rinsing</i>

Lista de Símbolos

α	Coeficiente de transferência térmica
β	Fator de emissão de CO ₂
ΔT	Varição de Temperatura
η	Eficiência
kWh	Quilowatt-hora
MWh	Megawatt-hora
€	Euro (moeda)

1. Estrutura do documento

1.1. Introdução

A indústria de rolhas naturais assume uma importância estratégica no contexto económico e social português, destacando-se não só pela preservação de tradições, mas também pela sua relevância no mercado global. Este setor, que alia práticas tradicionais a métodos de produção modernos, enfrenta atualmente a necessidade premente de se adaptar às novas exigências de sustentabilidade e eficiência energética. O presente trabalho visa precisamente abordar estas preocupações, propondo um plano de melhoria de eficiência energética para uma unidade industrial de produção de rolhas naturais, com enfoque na redução dos consumos energéticos e na minimização dos impactos ambientais.

A dissertação é estruturada em nove capítulos, cada um cobrindo um aspeto essencial para a compreensão e desenvolvimento das medidas propostas. No Capítulo 1, é feita uma introdução ao tema, delineando a relevância do estudo para a indústria de rolhas e a importância de adotar práticas sustentáveis no atual contexto energético. São também apresentados os objetivos principais da dissertação, assim como a metodologia a ser utilizada.

O Capítulo 2 abrange os conceitos e equipamentos fundamentais no âmbito da eficiência energética. Esta secção explora definições de energia, eficiência energética, manutenção preventiva e preditiva, assim como normas e certificações aplicáveis, como a ISO 50001. Adicionalmente, são analisadas tecnologias e equipamentos que desempenham um papel crucial na otimização dos processos, incluindo sistemas de monitorização e controlo, motores de alta eficiência, isolamento térmico e sensores de temperatura.

O Capítulo 3 debruça-se sobre a temática da energia e da eficiência energética, abordando a cadeia de valor das principais fontes energéticas utilizadas no setor industrial, nomeadamente o gás natural e a eletricidade. São também discutidos os impactos económicos e ambientais das diferentes fontes e estratégias para a gestão e redução dos consumos energéticos.

No Capítulo 4, são apresentados vários estudos de caso que exemplificam a aplicação prática de medidas de melhoria de eficiência energética em empresas do setor corticeiro. Esta secção visa ilustrar como a adoção de novas tecnologias e práticas pode conduzir a ganhos significativos em termos de desempenho energético e sustentabilidade operacional.

O Capítulo 5 foca-se na caracterização da indústria de rolhas naturais, fornecendo uma visão abrangente dos processos produtivos, desde a extração da matéria-prima até à transformação final em produtos acabados. São identificados os principais desafios e ineficiências inerentes aos processos produtivos, com vista a justificar a necessidade de intervenções direcionadas.

No Capítulo 6, são estabelecidos os objetivos específicos do trabalho, que incluem a análise detalhada das linhas de produção, a identificação de oportunidades de melhoria, e a avaliação da viabilidade técnica e económica das soluções propostas. É também definida a meta de redução do consumo energético e a estratégia para a implementação gradual das medidas de

melhoria.

O Capítulo 7 descreve de forma detalhada o trabalho desenvolvido, desde a recolha de dados e a análise de consumos por setor até à formulação e implementação de medidas concretas de otimização. A secção evidencia a abordagem metodológica utilizada, suportada por ferramentas de análise avançadas e por uma monitorização contínua dos resultados obtidos.

No Capítulo 8, são apresentadas as conclusões e recomendações finais, destacando os benefícios alcançados com a aplicação das medidas de melhoria propostas, tanto em termos de eficiência operacional como de sustentabilidade ambiental. São ainda discutidos os principais desafios encontrados durante a implementação e as perspetivas para a continuidade do trabalho.

Por fim, o Capítulo 9 lista as referências bibliográficas utilizadas ao longo da dissertação, fornecendo suporte teórico às análises e decisões tomadas, e garantindo a consistência e fundamentação científica do trabalho.

Este enquadramento estrutural procura proporcionar uma visão clara e abrangente do estudo realizado, evidenciando a importância de adotar práticas energéticas mais eficientes e sustentáveis na indústria de rolhas naturais e promovendo uma cultura de melhoria contínua e inovação.

1.2. Estrutura

A estrutura desta dissertação está organizada de maneira lógica e coerente, dividida em várias partes principais, cada uma delas abordando um aspeto fundamental da pesquisa e das análises realizadas. Esta organização visa proporcionar ao leitor uma compreensão clara da progressão do estudo, desde a introdução do tema até a conclusão das investigações.

A secção introdutória estabelece o contexto e a relevância do trabalho. São delineados os objetivos específicos da pesquisa, oferecendo uma visão clara do propósito subjacente ao estudo. Esta secção também aborda a importância da melhoria da eficiência energética a longo prazo na indústria de cortiça, destacando os desafios e as oportunidades presentes.

O corpo da tese é dividido em capítulos que tratam de diferentes facetas do estudo:

1. **Energia e Eficiência Energética:** Este capítulo oferece uma análise detalhada do setor energético, incluindo a cadeia de valor do gás natural e da eletricidade, e a importância da eficiência energética no contexto socioeconómico e ambiental. São discutidos os mercados elétricos, os impactos ambientais e as estratégias de eficiência energética aplicáveis à indústria de cortiça.
2. **A Indústria das Rolhas Naturais:** Fornece uma visão geral da indústria de rolhas naturais, destacando a matéria-prima, os processos de produção, a gestão de stock, e os desafios específicos de eficiência energética. Este capítulo também descreve a empresa Amorim Cork SA, sua visão, e portefólio de produtos.

3. **Objetivos do Trabalho:** Descreve detalhadamente os objetivos da investigação, incluindo a identificação e análise das ineficiências energéticas, a análise de equipamentos, o desenvolvimento de estratégias de melhoria, e a aplicação da ISO 50001. São estabelecidas metas específicas para a redução do consumo de energia, melhoria da eficiência dos motores, e implementação de variadores de velocidade nos tapetes industriais.
4. **Trabalho Realizado:** Este capítulo detalha as atividades e análises realizadas durante o projeto, como a análise de rotas de rolhas, o impacto nas reuniões Kaizen, e as medidas de melhoria de eficiência energética implementadas. São apresentados os benefícios das análises e intervenções estratégicas realizadas, bem como as abordagens inovadoras aplicadas.
5. **Conclusão:** A dissertação conclui com um sumário dos resultados obtidos, destacando os ganhos em eficiência operacional e sustentabilidade. A implementação das medidas propostas é analisada em termos de impactos económicos e ambientais, consolidando a importância de uma abordagem integrada para a melhoria contínua na indústria de cortiça.

2. Conceitos e equipamentos

Este capítulo apresenta uma visão abrangente dos conceitos fundamentais e dos equipamentos/software utilizados no desenvolvimento deste trabalho. A compreensão destes elementos é essencial para a implementação de um sistema eficiente de gestão de energia, que é o foco central desta tese. A análise cobre desde os princípios básicos de energia e eficiência energética até ferramentas avançadas de software que suportam a tomada de decisão informada e a otimização de processos.

2.1. Conceitos fundamentais

2.1.1 Energia

Energia é a capacidade de realizar trabalho e é essencial para todas as operações industriais. A energia pode ser encontrada em várias formas, incluindo elétrica, térmica, mecânica e química. A compreensão das diferentes formas de energia e a sua utilização eficiente é crucial para reduzir os desperdícios e custos. Na indústria, a eletricidade é uma das formas de energia mais utilizadas devido à sua versatilidade e facilidade de transporte.

A energia elétrica pode ser gerada de diversas fontes, como combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural), energia nuclear e fontes renováveis (solar, eólica, hidroelétrica, biomassa). A escolha da fonte de energia tem um impacto significativo nos custos operacionais e no impacto ambiental das operações industriais.

2.1.2 Eficiência energética

Eficiência energética refere-se ao uso otimizado da energia para realizar uma determinada tarefa ou processo, minimizando o desperdício. Em termos simples, é fazer mais com menos. A melhoria da eficiência energética pode ser alcançada através da substituição de equipamentos obsoletos, implementação de sistemas de controle avançados e otimização de processos.

A eficiência energética é medida pela relação entre a quantidade de energia útil obtida e a quantidade de energia fornecida. Por exemplo, um motor elétrico que converte 90% da energia elétrica em trabalho mecânico tem uma eficiência de 90%. Melhorar a eficiência energética não só reduz os custos operacionais, mas também diminui a pegada de carbono da empresa, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

2.1.3 Gestão de energia

A gestão de energia envolve o planejamento e operação de unidades de produção e consumo de energia. Um sistema de gestão de energia (SGE) eficaz permite monitorizar, controlar e melhorar o desempenho energético de uma organização. A gestão de energia é um processo contínuo que inclui a definição de políticas energéticas, estabelecimento de objetivos e metas, implementação de planos de ação, monitorização do consumo de energia e revisão dos resultados.

Um SGE baseado na norma ISO 50001 ajuda as organizações a adotar uma abordagem sistemática para melhorar o desempenho energético, identificar oportunidades de redução de custos e promover a sustentabilidade. A gestão de energia eficaz também envolve a formação e sensibilização dos colaboradores para a importância da eficiência energética e a implementação de boas práticas no seu dia a dia.

2.1.4 Normalização

A ISO (Organização Internacional de Normalização) desenvolve normas que garantem a qualidade, segurança e eficiência dos produtos e serviços. A ISO 50001 é uma norma específica para sistemas de gestão de energia. Esta norma fornece uma estrutura para as organizações estabelecerem, implementarem, manterem e melhorarem um SGE.

A implementação da ISO 50001 ajuda as organizações a adotar uma abordagem sistemática para melhorar continuamente o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia. A norma exige que as organizações estabeleçam políticas energéticas, definam objetivos e metas baseadas em dados, implementem planos de ação para alcançar essas metas e monitorizem o progresso.

2.1.5 Cadeia de valor de energia

A cadeia de valor da energia inclui todas as etapas desde a produção, distribuição e consumo de energia. Compreender a cadeia de valor da energia é crucial para identificar pontos de ineficiência e oportunidades de melhoria. A análise da cadeia de valor ajuda a otimizar o uso de energia em todas as etapas do processo produtivo, desde a obtenção da matéria-prima até o produto final.

Esta análise permite identificar perdas de energia em cada etapa do processo e implementar medidas para reduzir essas perdas. Por exemplo, a recuperação de calor residual em processos de produção pode ser utilizada para aquecer outras partes do processo, aumentando a eficiência energética global.

2.1.6 Sustentabilidade

Sustentabilidade refere-se à capacidade de atender às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. No contexto industrial, a sustentabilidade envolve a adoção de práticas que garantam a utilização responsável dos recursos naturais, minimizando os impactos ambientais e promovendo a viabilidade econômica a longo prazo.

A gestão sustentável da energia inclui a redução do consumo de energia, a utilização de fontes de energia renováveis, a minimização das emissões de gases de efeito estufa e a implementação de práticas de reciclagem e reutilização. A sustentabilidade também envolve a responsabilidade social, garantindo condições de trabalho seguras e justas para todos os colaboradores.

2.1.7 Manutenção preventiva e preditiva

As manutenções preventivas e preditivas são práticas essenciais para garantir a eficiência e a fiabilidade dos equipamentos. A manutenção preventiva envolve a realização de inspeções e manutenções regulares para prevenir falhas antes que ocorram. Isto inclui a lubrificação de peças móveis, substituição de componentes desgastados e limpeza de equipamentos.

A manutenção preditiva, por outro lado, utiliza dados de monitorização e análise para prever quando os equipamentos vão falhar, permitindo a realização de reparações antes que ocorram falhas. Sensores e sistemas de monitorização são frequentemente utilizados na manutenção preditiva para coletar dados em tempo real sobre o desempenho dos equipamentos.

2.1.8 Análise de dados e *big data*

A análise de dados é um componente crucial da gestão de energia. Coletar, analisar e interpretar grandes volumes de dados permite identificar padrões de consumo, prever necessidades futuras e tomar decisões informadas. Ferramentas de análise de dados e *big data* são usadas para processar grandes quantidades de dados de forma eficiente e extrair informações valiosas.

No contexto da eficiência energética, a análise de dados pode ser utilizada para identificar ineficiências, monitorizar o desempenho energético e avaliar o impacto das medidas de eficiência energética implementadas. *Big data* e *machine learning* permitem a análise preditiva, ajudando a prever o consumo de energia e a identificar oportunidades de otimização.

2.2. Ferramentas de Software e equipamentos

2.2.1 Microsoft Excel

O Microsoft Excel é uma ferramenta essencial para a análise de dados, criação de gráficos e modelagem de dados. No contexto da eficiência energética, o Excel é utilizado para registar, analisar e visualizar dados de consumo energético. Permite a realização de análises de

tendências, projeções de consumo futuro e avaliação de impacto de diferentes medidas de eficiência energética.

Excel também é utilizado para criar modelos de simulação e análise de sensibilidade, ajudando a identificar os fatores que mais influenciam o consumo de energia e a avaliar diferentes cenários de otimização.

2.2.2 Power BI

Power BI é uma ferramenta de análise de negócios que permite a visualização de dados e a criação de *dashboards* interativos. No monitoramento do desempenho energético, o *Power BI* facilita a integração de dados de várias fontes, criação de relatórios detalhados e identificação rápida de áreas que necessitam de melhorias.

O *Power BI* permite a criação de painéis de controlo que apresentam métricas-chave de desempenho energético, como consumo de energia, custos e emissões de carbono. Estes painéis podem ser personalizados para atender às necessidades específicas da organização e fornecem uma visão clara e imediata do desempenho energético.

2.2.3 E+monitor

E+Monitor é um sistema de monitoramento de energia que fornece dados em tempo real sobre o consumo energético. Ele permite a identificação de padrões de consumo, deteção de anomalias e a implementação de medidas corretivas imediatas. Utilizar o E+Monitor é crucial para manter o controlo rigoroso do consumo de energia e garantir a eficiência operacional.

O E+Monitor pode ser integrado com outros sistemas de gestão e controlo, permitindo uma visão abrangente do desempenho energético da organização. Ele também suporta a análise de dados históricos para identificar tendências de longo prazo e avaliar a eficácia das medidas de eficiência energética implementadas.

2.2.4 CUBO MES

CUBO MES (*Manufacturing Execution System*) é um sistema que monitora e controla a produção em tempo real. Ele coleta dados de diferentes etapas do processo produtivo, permitindo a análise detalhada da eficiência e identificando áreas para otimização. Integrar o CUBO MES com sistemas de gestão energética oferece uma visão holística da performance energética e produtiva da fábrica.

O CUBO MES também permite a rastreabilidade dos produtos, monitorização da qualidade e gestão de recursos. Ele ajuda a garantir que os processos de produção são executados de forma eficiente e que os recursos são utilizados de maneira otimizada, contribuindo para a redução do consumo de energia e dos custos operacionais.

2.2.5 SAP

SAP é um sistema de gestão empresarial (*enterprise resource planning software* (ERP)) que integra todas as áreas de uma empresa. Na gestão energética, o SAP é utilizado para rastrear custos de energia, gerenciar contratos de fornecimento e integrar dados de diferentes sistemas

de monitoramento. Ele fornece uma base sólida para análises financeiras e operacionais, auxiliando na tomada de decisões informadas sobre investimentos em eficiência energética.

O SAP permite a integração de dados de energia com outras áreas de negócio, como finanças, manutenção e produção, proporcionando uma visão completa e integrada da performance da organização. Isto facilita a identificação de oportunidades de melhoria e a implementação de estratégias de eficiência energética de forma coordenada.

2.2.6 Sensores de temperatura

Os sensores de temperatura são dispositivos essenciais para monitorizar e controlar a temperatura em processos industriais. Eles são utilizados para detetar variações de temperatura que podem indicar ineficiências ou falhas nos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC). A instalação de sensores de temperatura nos permutadores de calor, por exemplo, pode ajudar a identificar perdas de energia e otimizar a transferência de calor.

Sensores de temperatura também são utilizados em processos de fabricação para garantir a qualidade dos produtos. A monitorização precisa da temperatura é crucial em processos onde a temperatura afeta diretamente as propriedades do produto final, como na indústria química e alimentar.

2.2.7 Motores de alta eficiência

Os motores elétricos de alta eficiência (como os motores IE3 ou superior) são projetados para consumir menos energia e fornecer o mesmo desempenho que motores padrão. A substituição de motores antigos por modelos mais eficientes pode resultar em economias significativas de energia. Motores de alta eficiência também tendem a ter uma vida útil mais longa e custos de manutenção mais baixos.

Além disso, os motores de alta eficiência são projetados para operar com menores perdas de energia, o que contribui para a redução do consumo de energia e das emissões de carbono. A utilização de motores de alta eficiência é uma das medidas mais eficazes para melhorar a eficiência energética em instalações industriais.

2.2.8 Sistemas de isolamento térmico

Os sistemas de isolamento térmico são utilizados para reduzir a perda de calor em processos industriais. Aplicar materiais de isolamento em tubulações, tanques e outros equipamentos ajuda a manter a temperatura desejada, reduzindo a quantidade de energia necessária para aquecer ou resfriar. Isso resulta em economias de energia e aumento da eficiência do sistema.

O isolamento térmico é particularmente importante em processos que operam a altas temperaturas, como fornos e caldeiras. Materiais de isolamento de alta qualidade, como lã de rocha e fibra cerâmica, são utilizados para minimizar as perdas de calor e melhorar a eficiência térmica dos sistemas.

2.2.9 Sistemas de automação e controlo

Os sistemas de automação e controlo são essenciais para a otimização dos processos industriais e para a gestão eficiente da energia. Eles permitem a monitorização e o controlo automáticos de diversos parâmetros do processo, como temperatura, pressão, fluxo e nível de energia consumida. A implementação de sistemas de automação avançados, como PLCs (Controladores Lógicos Programáveis) e SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), permite a tomada de decisões em tempo real e a resposta rápida a mudanças nas condições operacionais.

A automação também facilita a integração de diferentes sistemas de gestão e controlo, proporcionando uma visão abrangente do desempenho energético e operacional da organização. Isto permite a implementação de estratégias de otimização de processos e a melhoria contínua da eficiência energética.

2.3. Implementação dos contextos no documento

A implementação de conceitos de eficiência energética e a utilização de ferramentas de software avançadas são fundamentais para alcançar os objetivos desta tese. A compreensão aprofundada de como a energia é consumida e gerida, juntamente com o uso de sistemas de monitoramento e análise, permite a identificação de ineficiências e a aplicação de melhorias contínuas. Este capítulo forneceu uma base técnica que suportará a análise e as recomendações apresentadas nas seções subsequentes da tese.

3. Energia e eficiência energética

A cadeia de abastecimento de energia passa por várias fases antes de chegar ao consumidor final, abrangendo a exploração de recursos, a produção, o transporte, a distribuição e, em alguns casos, o armazenamento. Portugal, dotado de abundantes fontes de energia renováveis, aproveita estes recursos para gerar energia limpa, nomeadamente energia hidroelétrica, eólica e solar. No entanto, para satisfazer todas as necessidades energéticas, continuam a ser utilizados recursos fósseis como o carvão, o petróleo e o gás natural, o que obriga à sua importação [1].

Predominantemente proveniente de Angola e da Rússia, o petróleo, juntamente com o gás natural da Argélia e da Nigéria, desempenha um papel fundamental no complemento da matriz energética nacional. Entretanto, esta mistura heterogénea de recursos contribui para uma matriz energética diversificada, garantindo um abastecimento energético estável e satisfazendo as necessidades de consumo em Portugal, tanto a nível interno como industrial [2], [3].

Existem duas principais redes de valor no fornecimento de energia ao consumidor: a **cadeia de valor do gás natural** e a **cadeia de valor da eletricidade**.

3.1. Cadeia de valor do gás natural

A **cadeia de valor do gás natural** compreende quatro fases distintas, cada uma representando uma área de negócio específica: aprovisionamento, transporte, distribuição e utilização. Devido à inexistência de reservas nacionais de gás natural em Portugal, este recurso fóssil é totalmente importado, predominantemente da Argélia e da Nigéria, através do gasoduto Magrebe-Europa. Adicionalmente, o gás natural chega ao país sob a forma liquefeita, descarregado dos navios-tanque que atracam no terminal de gás natural de Sines [2], [3], [4]

O gás proveniente do gasoduto Magrebe-Europa é introduzido na Rede Nacional de Transporte de Gás Natural (RNTGN) em alta pressão, operada pela Rede Elétrica Nacional (REN) Gasodutos. Para além disso, o gás liquefeito descarregado em Sines é convertido para o estado gasoso antes de ser integrado na rede. A distribuição de gás na rede pode ser direcionada para os consumidores finais ou armazenada. O armazenamento é efetuado em cavernas subterrâneas, com concessão pertencente à REN Armazenagem. No âmbito da distribuição, existem onze empresas concessionárias a operar na rede de distribuição de gás natural em Portugal Continental. A atividade de comercialização está aberta à concorrência, permitindo a livre mudança de comercializador [2], [3], [4].

3.2. Cadeia de valor da eletricidade

A **cadeia de valor da eletricidade** compreende quatro fases distintas: produção, transporte, distribuição e consumo. A eletricidade pode ser gerada a partir de fontes renováveis ou não renováveis. Entre 1 de Janeiro e 31 de dezembro de 2023, foram gerados em Portugal Continental cerca de 44 128 GWh de eletricidade, sendo 70,7% com origem em fontes renováveis. A Figura 1 ilustra a composição da produção de eletricidade em Portugal Continental e a sua respetiva distribuição, com base nos dados das REN e na análise da Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN) [5].

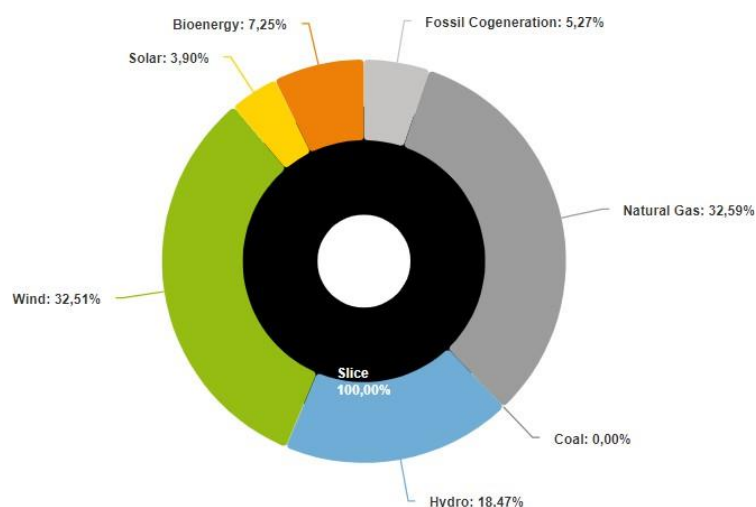


Figura 1 - Balanço da Produção de Eletricidade de Portugal Continental [5]

O transporte de energia elétrica é efetuado através da Rede Nacional de Transporte (RNT), que opera em muito alta tensão e alta tensão (AT), sob concessão da empresa REN. A distribuição de energia é da responsabilidade da EDP Distribuição (atualmente E-REDES), que atua como Operador da Rede de Distribuição (ORD) em Portugal Continental. A empresa detém a concessão para a exploração da Rede Nacional de Distribuição (RND) em média tensão (MT) e AT, bem como as concessões municipais para a distribuição de energia elétrica em baixa tensão (BT). Esta atividade é regulada pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE). Nos Açores, a responsabilidade é da Eletricidade dos Açores (EDA), enquanto na Madeira é da responsabilidade da Eletricidade da Madeira (EEM). Por fim, a entrega da energia elétrica ao consumidor é feita de acordo com as suas necessidades. A atividade de comercialização está sujeita à concorrência, permitindo ao consumidor mudar livremente de fornecedor. A Agência para a Energia (ADENE) atua como Operador Logístico de Mudança de Comercializador (OCLC) [2], [3], [4].

A eletricidade proveniente de fontes renováveis tem impacto em quatro domínios distintos: no **mercado elétrico**, na **dependência energética**, no **setor económico-social** e no **setor ambiental** [5], [6].

3.2.1 Mercado elétrico

No **mercado elétrico**, a eletricidade gerada a partir de fontes renováveis impacta diversas componentes das tarifas elétricas, influenciando o preço médio de venda no mercado grossista ibérico diário [6].

Ao longo das últimas duas décadas, Portugal apresentou uma dependência energética variando entre 70% e 90%, decorrente da ausência de fontes de energia fósseis como petróleo ou gás natural. No âmbito dos objetivos da política energética nacional, pretende-se reduzir a dependência energética para 65% até 2030, conforme estabelecido no Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC).

Em 2021, Portugal ocupava o 10º lugar na escala de maior dependência energética do exterior, aproximadamente 20% acima da média europeia, como evidenciado na Figura 2.

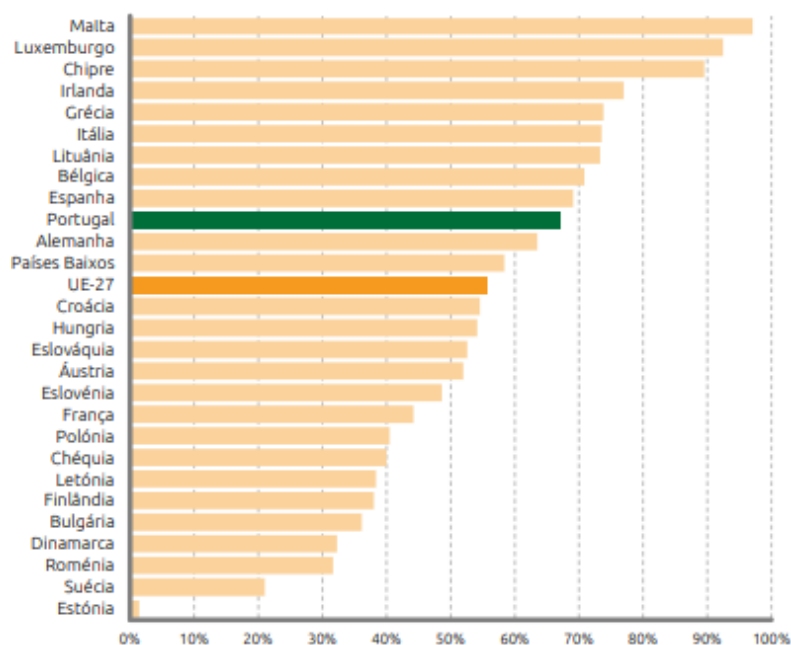


Figura 2 - Dependência energética na EU em 2021 [7]3

A dependência energética de Portugal está intrinsecamente ligada à variabilidade da produção hidroelétrica, revelando-se diretamente proporcional à magnitude dessa produção. Simultaneamente, Portugal assume-se como exportador de produtos energéticos, englobando categorias como os derivados do petróleo, a energia elétrica, a biomassa e os biocombustíveis [7]

Esta interligação entre a dependência energética e a produção hidroelétrica reflete a sensibilidade do panorama energético português às flutuações da oferta hidroelétrica. Além disso, a presença significativa de Portugal como exportador de vários produtos energéticos

sublinha a sua participação ativa no comércio internacional de energia, abrangendo tanto os combustíveis fósseis como as fontes renováveis [7].

A compreensão desta complexa dinâmica energética exige uma análise aprofundada, que considere não só os fatores internos, mas também os impactos a nível global decorrentes da exportação de produtos energéticos. Esta abordagem científica contribui para uma avaliação abrangente dos desafios e oportunidades associados à dependência energética e ao papel de Portugal no panorama energético internacional [7].

Em 2020, estima-se que tenham sido evitados cerca de 514 mil milhões de euros em importações de combustíveis fósseis para a produção de eletricidade. No período de 2020 a 2030, prevê-se que estas poupanças ultrapassem os 19 mil milhões de euros, representando a evitação cumulativa de importações de combustíveis fósseis. Até 2030, prevê-se que o valor anual atinja 2,688 mil milhões de euros. Este impacto financeiro substancial sublinha os benefícios económicos associados à redução da dependência dos combustíveis fósseis para a produção de eletricidade durante este período [6].

Em 2022, o consumo de energia primária aumentou 2,8% em relação a 2021, atingindo 21.410 toneladas de petróleo equivalente (ktep), impulsionado principalmente pela contribuição do petróleo e derivados, com um aumento de 7,6% (+639 ktep). O consumo final de energia em 2022 aumentou 2,2% em relação ao ano anterior, com as principais contribuições provenientes dos sectores dos transportes e dos serviços, que aumentaram cerca de 5% (+268 ktep) e 11% (+238 ktep), respetivamente [8]

O consumo da aviação internacional registou um aumento substancial de 96%, embora 11% abaixo do consumo observado em 2019. O consumo no transporte marítimo internacional registou um crescimento de cerca de 6% face ao ano anterior. O saldo da balança comercial de energia em 2022, em termos de conteúdo energético, aumentou 12% face a 2021, com um contributo significativo da eletricidade e dos derivados do petróleo, cujo saldo da balança comercial aumentou 95% e 14%, respetivamente. Este facto levou a um aumento da dependência energética em 4,1 pontos percentuais (de 67,1% em 2021 para 71,2% em 2022) [8].

A produção nacional diminuiu 1,4% em relação ao ano anterior, principalmente devido a uma redução de 35% na energia hidroelétrica. A produção fotovoltaica e as bombas de calor aumentaram 55% e 18%, respetivamente [8]

3.2.2 Setor socioeconómico

O **setor socioeconómico** foi avaliado com base no seu impacto no Produto Interno Bruto (PIB) e nos efeitos indiretos gerados noutros sectores económicos e na criação de emprego. Estima-se que, em 2030, o contributo das energias renováveis seja de 11 mil milhões de euros, cerca de 4,6% do PIB, suportando um total de 160 mil postos de trabalho neste sector. Prevê-se ainda que a contribuição anual para a Segurança Social atinja os 116 milhões de euros, com um total

acumulado de cerca de 6 mil milhões de euros se considerarmos o Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas (IRC) e a Derrama [6].

3.2.3 Setor ambiental

Por último, mas não menos importante, no **setor ambiental**, o principal aspeto a considerar é a redução das emissões de CO₂ resultantes destas formas de produção renováveis. Estima-se que, até 2030, esta redução de emissões seja de cerca de 6,7% ao ano. A Figura 3 apresenta a evolução do impacto de cada Fonte de Energia Renovável (FER) na redução das emissões de CO₂ e na poupança de custos associada às licenças de CO₂ [6].

Em 2030, as fontes de energia renováveis (FER) que mais contribuirão para a poupança de licenças de CO₂ serão a eólica e a solar, com poupanças estimadas em 1.006 milhões de euros e 708 milhões de euros, respetivamente [6].

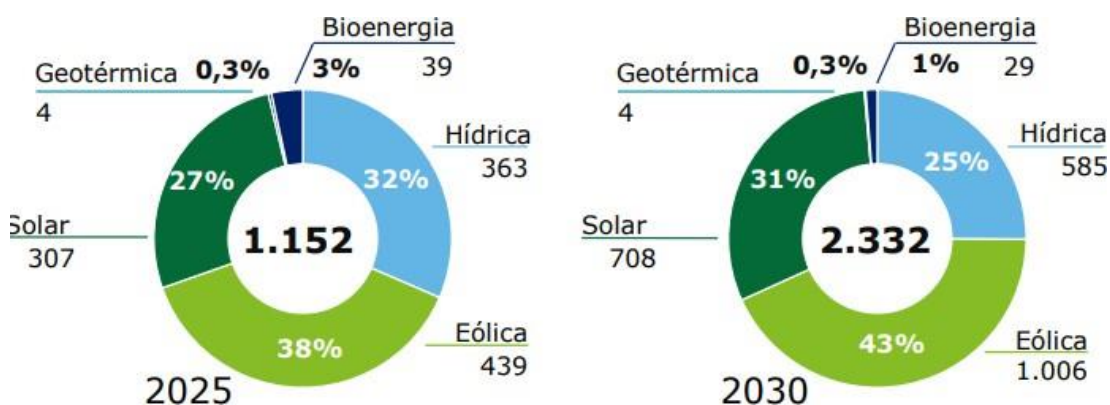


Figura 3 - Estimativa de custos evitados com recurso a FER, em 2025 e 2030 (M€) [6]

3.3. Eficiência energética

No discurso contemporâneo, a abordagem do tema da eficiência tem-se tornado cada vez mais sustentável e significativa. Esta importância advém da necessidade de reduzir o consumo de energia, um objetivo que visa manter o nível de produção de bens, serviços e conforto, através de tecnologias que diminuam o consumo em relação às soluções convencionais. O sector residencial representa um cenário onde a eficiência pode beneficiar grandemente o consumidor, mas o sector mais crítico é, sem dúvida, o sector industrial, onde uma parte substancial da energia consumida pode ser conservada [9].

A eficiência é frequentemente confundida com a eficácia. A eficiência é definida como o "poder ou capacidade de uma causa para produzir um efeito real", enquanto a eficácia se refere à "virtude ou poder de uma causa para produzir um efeito específico, a qualidade ou carácter do que é eficaz" [9].

Em última análise, a eficiência é uma forma mais competente e otimizada de eficácia. Conseguir uma boa eficiência energética requer uma eficácia mais pormenorizada. A eficiência energética não é mais do que a redução do desperdício de energia, ou seja, da energia que não é essencial para o bom funcionamento das máquinas. Neste caso, podemos efetivamente discutir a eficácia dos aparelhos [9].

Quando se fala de eficiência energética, entra em jogo o conceito de Utilização Racional de Energia (URE), que pode levar a reduções substanciais do consumo de energia e das emissões poluentes associadas, resultantes da conversão de energia [10].

Em muitas situações, a URE pode também conduzir a poupanças substanciais nos custos do ciclo de vida (custo inicial mais custo de funcionamento durante a vida útil) do equipamento consumidor de energia. Embora geralmente mais caros em termos de custo inicial, os equipamentos mais eficientes consomem menos energia, o que resulta em custos de funcionamento mais baixos e, normalmente, oferece vantagens adicionais [10].

Ao reduzir a utilização de energia primária através da URE, um dos impactos mais significativos, para além da redução dos custos associados à fatura energética, é a contribuição para a mitigação das emissões poluentes associadas à conversão de energia [10]. Os principais impactos das ações do URE são:

- Reforço da competitividade das empresas;
- Redução da fatura energética do país;
- Diminuição da intensidade energética;
- Diminuição da dependência energética;
- Redução das emissões poluentes, incluindo os gases com efeito de estufa.

As tecnologias de eficiência energética proporcionam frequentemente benefícios não energéticos que não são oferecidos pelas alternativas do lado da oferta. Do ponto de vista de muitos consumidores, são principalmente os benefícios não energéticos que impulsionam a decisão de utilizar tecnologias mais eficientes [10]. Exemplos de benefícios não energéticos incluem:

- Maior conforto e segurança;
- Redução do ruído;
- Melhoria da produtividade do trabalho;
- Maior controlo dos processos;

- Poupança de água;
- Redução de resíduos;
- Aumento do emprego associado ao fabrico, instalação, operação e manutenção de equipamento eficiente.

4. Casos de estudo

A eficiência energética tornou-se uma prioridade cada vez mais significativa na indústria corticeira, refletindo uma crescente conscientização sobre a necessidade de reduzir custos operacionais e minimizar o impacto ambiental das operações. Este foco em eficiência energética é impulsionado por vários fatores interligados, incluindo a pressão económica para cortar despesas, a regulamentação ambiental cada vez mais rigorosa e a necessidade de atender às expectativas de consumidores e *stakeholders* preocupados com a sustentabilidade.

Na indústria corticeira, onde os processos de produção frequentemente envolvem elevados consumos de energia, a adoção de práticas e tecnologias inovadoras para melhorar a eficiência energética tem-se revelado uma estratégia essencial. O setor, que abrange desde a extração e processamento da cortiça até a fabricação de produtos finais, enfrenta desafios específicos relacionados ao uso intensivo de energia. Os processos de secagem, por exemplo, são notoriamente exigentes em termos de consumo energético. Assim, implementar soluções que possam reduzir o consumo de energia e melhorar a eficiência dos processos produtivos não só ajuda a controlar custos, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental.

Além dos benefícios económicos e ambientais, a eficiência energética também pode promover uma vantagem competitiva significativa para as empresas do setor corticeiro. Empresas que investem em tecnologias de eficiência energética podem melhorar a sua posição no mercado, diferenciando-se dos concorrentes através da oferta de produtos mais sustentáveis e da demonstração de um compromisso com a responsabilidade ambiental. Assim, a eficiência energética não é apenas uma questão de reduzir custos, mas também de posicionar a empresa como líder em práticas sustentáveis.

Este capítulo examina como diversas empresas do setor corticeiro têm abordado esses desafios e oportunidades, implementando práticas e tecnologias inovadoras para melhorar a sua eficiência energética. Através da análise de casos de sucesso, pretende-se ilustrar como diferentes estratégias foram aplicadas para enfrentar as dificuldades específicas de cada empresa e alcançar resultados notáveis.

Serão apresentados casos de estudo que destacam diversas abordagens e soluções, desde a recuperação de calor e a utilização de fontes de energia renováveis até a modernização de processos industriais e a gestão eficiente de resíduos. Cada um desses casos oferece uma perspetiva única sobre as práticas de eficiência energética, fornecendo insights valiosos sobre como as empresas podem adaptar e implementar soluções eficazes.

Ao explorar esses casos de estudo, o objetivo é não só entender as soluções adotadas, mas também identificar as melhores práticas que podem ser aplicadas por outras empresas do setor. A análise

detalhada das estratégias e dos resultados obtidos permitirá uma compreensão mais profunda dos benefícios da eficiência energética, tanto em termos de redução de custos quanto de impacto ambiental.

Por fim, este capítulo servirá como uma fonte de inspiração e orientação para outras empresas da indústria corticeira que buscam melhorar a sua eficiência energética e adotar práticas mais sustentáveis. Através da partilha de experiências e dos resultados alcançados, espera-se fornecer uma base sólida para a implementação de estratégias semelhantes e contribuir para a evolução contínua do setor em direção a uma operação mais eficiente e ecológica.

4.1. Caso 1: Amorim Cork Composites

A Amorim Cork Composites, uma das principais produtoras de produtos de cortiça em Portugal, enfrentava desafios significativos relacionados ao consumo de energia em seus fornos de secagem. O processo de secagem de cortiça é intensivo em energia, e a empresa buscava maneiras de reduzir seus altos custos operacionais e sua pegada de carbono.

Para enfrentar esse desafio, a empresa decidiu investir na instalação de um sistema de recuperação de calor. Este sistema é projetado para capturar o calor residual gerado pelos fornos durante o processo de secagem e reutilizá-lo para pré-aquecer o ar que entra nos fornos. A tecnologia envolvida permite que o calor que seria desperdiçado seja reaproveitado, resultando em uma significativa redução na necessidade de energia adicional para o aquecimento.

A implementação do sistema de recuperação de calor resultou em uma redução substancial no consumo de energia, com uma economia significativa nos custos operacionais. Além disso, a iniciativa contribuiu para a redução das emissões de gases de efeito estufa, alinhando a empresa com as práticas de sustentabilidade ambiental. O sucesso dessa solução demonstrou a eficácia da recuperação de calor como uma abordagem economicamente vantajosa e ambientalmente responsável.

4.2. Caso 2: Corticeira Amorim

A Corticeira Amorim, uma das maiores e mais renomadas produtoras de cortiça do mundo, estava comprometida com a redução de seu impacto ambiental e a melhoria da sustentabilidade de suas operações. A empresa identificou a necessidade de diversificar suas fontes de energia e reduzir a dependência de combustíveis fósseis.

Para alcançar esses objetivos, a Corticeira Amorim investiu na instalação de painéis solares em várias de suas instalações, o que possibilitou a geração de eletricidade limpa a partir da energia solar. Além disso, a empresa adotou a utilização de biomassa proveniente de resíduos de cortiça para a geração de energia térmica. A biomassa é queimada para produzir calor, que é então utilizado nos processos industriais da empresa.

A integração dessas fontes de energia renováveis trouxe múltiplos benefícios. A produção de eletricidade solar reduziu a dependência da empresa de fontes de energia não renováveis, enquanto a utilização de biomassa ajudou a valorizar resíduos que anteriormente poderiam ser descartados. A combinação dessas estratégias resultou em uma significativa redução das emissões de CO₂ e na diminuição dos custos associados à energia, reforçando o compromisso da empresa com a sustentabilidade.

4.3. Caso 3: J. de Sousa & Filhos

J. de Sousa & Filhos, uma empresa especializada na produção de rolhas de cortiça, enfrentava desafios com o alto custo de energia relacionado aos seus processos de secagem. O processo tradicional de secagem de cortiça, essencial para a produção de rolhas de alta qualidade, era altamente exigente em termos de energia, e a empresa precisava encontrar uma maneira de reduzir esses custos.

A solução encontrada foi a substituição dos antigos secadores por modelos de alta eficiência. Esses novos secadores incorporam tecnologias avançadas de controle que ajustam o consumo de energia com base na carga e nas condições ambientais. O sistema utiliza sensores e algoritmos para otimizar a operação dos secadores, ajustando a energia consumida conforme a necessidade real.

Os resultados foram notáveis: a empresa conseguiu reduzir o consumo de energia em até 30% e melhorar a qualidade do produto final. A modernização dos equipamentos também levou a uma redução dos custos operacionais e a uma maior eficiência energética geral. O sucesso dessa atualização demonstrou que a tecnologia pode desempenhar um papel crucial na otimização dos processos industriais e na redução dos custos.

4.4. Caso 4: M.A. CORK

A M.A. CORK, uma empresa espanhola no setor corticeiro, tinha o objetivo de minimizar seus resíduos e otimizar o uso de energia em suas operações. A empresa identificou que uma parte significativa de seus resíduos era gerada durante o processamento da cortiça e procurou formas de reaproveitar esses materiais.

A solução adotada foi a implementação de um sistema interno de reciclagem. Este sistema permite que os resíduos de cortiça sejam reutilizados para a produção de novos produtos e para a geração de energia térmica. O calor gerado a partir da queima desses resíduos é utilizado nos processos industriais da empresa, substituindo parte da energia externa necessária.

Além disso, a M.A. CORK investiu em tecnologias para melhorar a eficiência dos seus processos de produção e reduzir o desperdício. A abordagem de reciclagem e a utilização de resíduos para gerar energia térmica não apenas reduziram a necessidade de descarte de resíduos, mas também proporcionaram economias significativas de energia. Essa estratégia ajudou a empresa a reduzir sua dependência de fontes externas de energia e a diminuir seus custos operacionais.

4.5. Caso 5: A. S. Cork

A. S. Cork, uma empresa especializada no setor corticeiro, enfrentava desafios significativos na eficiência energética de seus processos de transporte e logística. O transporte de produtos e a logística associada eram áreas críticas que impactavam o custo e a eficiência energética geral da operação.

Para abordar esses desafios, a empresa investiu em veículos de transporte com melhores classificações de eficiência energética e implementou sistemas avançados de gestão logística. Essas melhorias incluíram o planejamento mais eficiente das rotas e a utilização de tecnologias para otimizar o consumo de combustível durante o transporte.

Os investimentos em veículos mais eficientes e na otimização logística resultaram em uma redução significativa nos custos com combustíveis e na pegada de carbono associada às operações da empresa. A eficiência energética nos processos de transporte não apenas ajudou a reduzir os custos operacionais, mas também contribuiu para a redução do impacto ambiental da empresa.

4.6. Considerações finais sobre os casos de estudo

Os casos de estudo apresentados demonstram a diversidade de abordagens adotadas pela indústria corticeira para melhorar a eficiência energética. Desde a implementação de sistemas de recuperação de calor e a adoção de fontes de energia renováveis até a modernização de processos de secagem e a gestão eficiente de resíduos e transporte, cada iniciativa contribuiu para a criação de operações mais sustentáveis e economicamente viáveis. A análise dessas práticas oferece uma base sólida para outras empresas do setor que buscam adotar estratégias semelhantes e alcançar melhores resultados em termos de eficiência energética e impacto ambiental.

5. A indústria das rolhas naturais

5.1. Descrição da indústria de rolhas naturais

A indústria de rolhas naturais, intrinsecamente associada ao cenário vinícola, desempenha um papel de destaque na preservação de tradições e na salvaguarda da qualidade sensorial dos vinhos. Este setor, marcado por uma artesanaria que atravessa gerações, inicia sua jornada com a meticulosa colheita das cortiças dos sobreiros presente na Figura 4, frequentemente realizada manualmente para assegurar a excelência do material. Posteriormente, essas cortiças são submetidas a procedimentos específicos, desde a limpeza até a moldagem. A preservação desses métodos tradicionais é imperativa, conferindo autenticidade às rolhas, cada uma carregando consigo a herança de uma prática que transcende o fluxo temporal [11], [12], [13].



Figura 4 - Ilustração do resultado da colheita de cortiça nos sobreiros [12]

A relevância desta indústria vai além de sua funcionalidade primária como vedante, transformando-se em uma guardiã das características intrínsecas dos vinhos. Sua utilização está profundamente enraizada nas tradições vinícolas, associada não apenas à preservação da bebida, mas também ao ritual de abrir a garrafa. A permeabilidade controlada da cortiça

é crucial para a maturação do vinho, contribuindo para seu envelhecimento e desenvolvimento de complexidade, fundamentando assim a experiência sensorial única proporcionada por vinhos de elevada qualidade [11], [12], [13].

Para além do setor vinícola, a indústria de rolhas naturais desempenha um papel proeminente em outras bebidas requintadas, como champanhes e destilados de alta categoria. Sua presença não apenas confirma a autenticidade dessas bebidas, mas também reflete um comprometimento com a excelência e um respeito pelas tradições inerentes [11], [12], [13].

A dinâmica desta indústria é reflexo das tendências e procura em constante evolução do setor vinícola global. A crescente preferência por vinhos de alta qualidade e a busca por práticas de produção sustentáveis impulsionam a procura por rolhas naturais. Contudo, esta indústria não está isenta de desafios, enfrentando a concorrência de vedantes alternativos e lidando com flutuações na produção de cortiça resultantes de fatores climáticos e sazonais [11], [12], [13], [14].

Portugal, historicamente líder na produção de cortiça, compete agora com outros países que também investem na produção de rolhas naturais. A análise desses dados de mercado é essencial para compreender as nuances desta indústria e para adaptar estratégias que garantam sua sustentabilidade e competitividade [11], [12], [13].

Além de sua importância no âmbito vinícola, a indústria de rolhas naturais tem implicações económicas significativas. Sua relevância é evidenciada pela geração de empregos, especialmente em áreas rurais durante os períodos de colheita, e pela contribuição para as exportações de países produtores. Contudo, desafios persistem, exigindo inovação para enfrentar a concorrência global e a gestão sustentável dos recursos naturais envolvidos na produção de cortiça [11], [12], [13], [14], [15].

A indústria de rolhas naturais constitui um equilíbrio delicado entre tradição e inovação, desempenhando um papel multifacetado no setor vinícola e na economia global. Uma descrição aprofundada é essencial para contextualizar a necessidade urgente de implementar práticas de eficiência energética que garantam sua continuidade e sustentabilidade. Neste contexto, a implementação de medidas que promovam a eficiência energética emerge como uma necessidade premente, buscando harmonizar a preservação das tradições com os imperativos contemporâneos de responsabilidade ambiental e económica. A busca por métodos mais eficientes na produção de rolhas naturais não é apenas uma resposta aos desafios do presente, mas também uma garantia de que esta arte milenar continuará a prosperar no futuro, mantendo seu papel vital na rica tapeçaria do universo vinícola e além [11], [12], [13].

5.2. Amorim Cork SA: Uma visão geral

A Corticeira Amorim é reconhecida internacionalmente como líder no setor de produtos de cortiça, destacando-se não só pela sua posição de destaque no mercado, mas também pela sua ampla presença global. Fundada em 1870, a empresa possui uma história marcante que testemunha sua evolução ao longo de mais de um século e meio.

Ao longo dos anos, a Corticeira Amorim demonstrou uma visão pioneira ao perceber o potencial único da cortiça como uma matéria-prima versátil e sustentável. Sua capacidade de inovação e busca pela excelência tecnológica a colocaram na vanguarda da indústria, permitindo o desenvolvimento de produtos de alta qualidade e soluções inovadoras que satisfazem as demandas do mercado global.

Com operações em mais de 100 países, a Corticeira Amorim estabeleceu uma presença sólida em todos os continentes, consolidando sua posição como uma das empresas portuguesas mais internacionalizadas. Seu compromisso com a sustentabilidade vai além da mera produção de produtos e estende-se à conservação do montado de sobro, um ecossistema único e vital para a produção de cortiça, cuja preservação é fundamental para o equilíbrio ambiental e socioeconômico das regiões onde opera.

Organizada em cinco unidades de negócio distintas: matérias-primas, rolhas, revestimentos, aglomerados compósitos e isolamentos. A Corticeira Amorim abrange uma ampla gama de atividades, desde a extração e transformação da cortiça até a produção de produtos finais e soluções personalizadas para diversos setores industriais.

Além disso, a empresa tem desempenhado um papel importante na promoção da inovação e desenvolvimento tecnológico, colaborando com instituições de pesquisa e investindo em projetos de I&D para impulsionar a indústria da cortiça para o futuro.

Com mais de 150 anos de experiência e tradição, a Corticeira Amorim continua a ser uma referência global no setor de produtos de cortiça, mantendo-se fiel aos seus valores de excelência, integridade e sustentabilidade em todas as suas atividades.

5.3. Matéria-prima

O descortiçamento é uma prática ancestral que requer habilidade e conhecimento transmitidos ao longo das gerações. Este processo é conduzido por trabalhadores experientes que realizam cada etapa com precisão e respeito pela natureza.

Entre os meses de maio e agosto, quando o sobreiro está em pleno crescimento, é realizado o descortiçamento. Este procedimento, meticulosamente planejado, visa preservar a árvore e garantir a qualidade da cortiça.

Através de incisões verticais e horizontais no tronco do sobreiro, os trabalhadores retiram cuidadosamente as placas de cortiça. Esta técnica, desenvolvida ao longo de anos de prática, resulta numa cortiça de alta qualidade.

O sobreiro é uma espécie única que se regenera após o descortiçamento. A sua casca volta a crescer, adquirindo uma textura renovada. Este processo não só assegura a sustentabilidade da indústria da cortiça, como também demonstra a resiliência da natureza.

Assim, o descortiçamento do sobreiro representa não apenas uma atividade econômica crucial,

mas também um exemplo de como a cooperação entre o ser humano e a natureza pode ser benéfica para ambos.

5.3.1 Cortiça

A cortiça, conhecida como a casca do sobreiro (*Quercus Suber L.*), é um material de origem 100% natural e vegetal. Sua composição singular resulta de uma estrutura celular complexa, onde uma rede de células microscópicas se encontra preenchida por um gás semelhante ao ar. Estas células são predominantemente revestidas por suberina e lenhina, conferindo à cortiça as suas propriedades características, tais como elasticidade, impermeabilidade e durabilidade.

Para além dos componentes principais, a cortiça também contém uma variedade de outros compostos, ainda que em proporções menores. Entre estes, destacam-se os polissacarídeos, responsáveis pela consistência e resistência do material, os ceroides, que contribuem para a sua impermeabilidade, e os taninos, que conferem à cortiça propriedades antimicrobianas e antioxidantes.

A densidade celular da cortiça é impressionante. Em apenas um centímetro cúbico deste material, podem ser encontradas quase 40 milhões de células, evidenciando a sua estrutura intrincada e altamente organizada. Esta característica singular da cortiça permite que seja moldada e adaptada para uma variedade de usos e aplicações, desde rolhas para vedação de garrafas de vinho até isolamento térmico e acústico em construções.

Por exemplo, uma rolha de cortiça pode conter cerca de 800 milhões de células, salientando a incrível densidade celular deste produto natural. É esta estrutura celular complexa e a sua composição química única que tornam a cortiça um material tão valorizado e versátil, com uma ampla gama de aplicações em diversas indústrias, incluindo a de bebidas, construção, moda e design.

5.3.2 Sobreiro

O sobreiro, cientificamente designado como *Quercus suber*, é uma árvore perene pertencente à família das Fagáceas, que inclui também o castanheiro e o carvalho. Este exemplar arbóreo é uma das 465 espécies do género *Quercus*, amplamente distribuídas em regiões temperadas e subtropicais do Hemisfério Norte.

Dentre as várias espécies de carvalhos, o sobreiro destaca-se pela sua importância económica e ecológica, especialmente devido à sua casca, conhecida como cortiça. A extração da cortiça é uma atividade sustentável que envolve cuidadoso manejo florestal, assegurando a preservação dos sobreiros e dos ecossistemas associados.

A espécie *Quercus Suber L.* é particularmente valorizada pela qualidade da sua cortiça, que possui propriedades únicas de elasticidade, leveza e impermeabilidade. Estas características tornam a cortiça uma matéria-prima versátil, amplamente utilizada em diversos setores, desde

a produção de rolhas para vinho até revestimentos de isolamento térmico e acústico.

Além disso, destaca-se que o sobreiro tem um tempo de vida útil que varia entre os 170 e os 200 anos de idade, podendo, em alguns casos excepcionais, alcançar os 250 anos. Durante este período, o sobreiro pode ser descortiado de 15 a 18 vezes, demonstrando a sua capacidade de regeneração e a sustentabilidade da atividade de produção de cortiça.

5.3.3 Descortiçamento

O sobreiro, uma árvore nobre e distintiva, é capaz de nos presentear com a sua preciosa cortiça ao longo de várias décadas. Este ciclo de vida tão peculiar, que se estende por aproximadamente 150 anos, revela-se essencialmente através do descortiçamento, um processo cuidadoso e meticuloso que ocorre em intervalos regulares de cerca de nove anos.

No primeiro descortiçamento, conhecido como desboia, obtém-se a cortiça virgem, cuja estrutura apresenta-se notavelmente irregular e uma textura mais densa e resistente. Esta cortiça, embora de qualidade, revela-se menos adequada para determinadas aplicações, dada a sua dificuldade em ser moldada e trabalhada.

Passados nove anos, aquando do segundo descortiçamento, surge a cortiça secundária, que já ostenta uma estrutura mais uniforme e maleável. Apesar de ainda não ser ideal para a produção de rolhas, é amplamente utilizada em diversas aplicações industriais, nomeadamente isolamentos, revestimentos de pavimentos e objetos decorativos.

A partir do terceiro descortiçamento e subsequentes, entra-se na fase da cortiça amadia ou de reprodução. Esta fase é de particular importância para a produção de rolhas naturais de alta qualidade, uma vez que apresenta uma estrutura regular, com costas e barriga lisas, que proporcionam as condições ideais para um fabrico preciso e eficiente.

Assim, ao longo do seu ciclo de vida, o sobreiro revela-se não apenas como um fornecedor fiável de cortiça, mas também como um exemplo extraordinário de sustentabilidade e resiliência, cujo valor é inestimável tanto para a indústria quanto para o ambiente.

5.3.4 Extração

A extração da cortiça é uma atividade conduzida por profissionais altamente especializados, cuja perícia é fundamental para garantir um processo seguro e eficiente. Realiza-se sempre entre os meses de maio e agosto, período em que o sobreiro se encontra em pleno crescimento e a casca apresenta-se mais propícia para o descortiçamento, sem causar danos significativos ao tronco. Esta delicada operação demanda conhecimentos específicos sobre o ciclo de vida do sobreiro e técnicas precisas de descortiçamento, visando preservar a saúde da árvore e garantir a qualidade do produto final.

O sobreiro destaca-se como a única árvore capaz de regenerar a sua casca de forma autónoma após cada extração, revelando uma notável capacidade de adaptação e resiliência ao longo do

tempo. Após a extração, a casca do sobreiro renasce, adquirindo uma textura mais lisa e uniforme, o que a torna ainda mais apreciada no processo de transformação. A cortiça obtida a partir deste processo apresenta características únicas de elasticidade, leveza e impermeabilidade, tornando-a um material versátil e valorizado em diversas indústrias, desde a produção de rolhas até à fabricação de isolamentos acústicos e térmicos.

5.3.5 Qualidades da cortiça

A cortiça é uma matéria-prima verdadeiramente singular, cujas propriedades excepcionais desafiam qualquer tentativa de igualamento por parte de processos industriais ou tecnológicos. Com uma composição única, apresenta uma série de características distintivas que a tornam um material insubstituível em diversas aplicações.

A leveza da cortiça é uma das suas características mais marcantes, resultante do facto de mais de 50% do seu volume ser composto por ar. Com uma densidade incrivelmente baixa de apenas 0,16 gramas por centímetro cúbico, a cortiça é extraordinariamente leve e até mesmo capaz de flutuar.

Além da sua leveza, a cortiça destaca-se pela sua notável elasticidade e capacidade de compressão. Diferentemente de outros materiais, a cortiça mantém a sua forma original mesmo quando submetida a pressão, graças à sua "memória elástica". Esta característica permite-lhe adaptar-se a variações de temperatura e pressão, garantindo uma durabilidade excepcional ao longo do tempo.

A impermeabilidade da cortiça a líquidos e gases é outra qualidade distintiva, atribuída à presença de suberina e ceroides nas paredes das suas células. Esta resistência à humidade não apenas preserva a integridade da cortiça, mas também a torna altamente durável e resistente ao envelhecimento.

No que diz respeito ao isolamento térmico e acústico, a cortiça destaca-se como um dos materiais mais eficientes disponíveis. A sua baixa condutividade térmica, somada à estrutura celular fechada e isolada, proporciona um excelente isolamento contra o calor, som e vibrações, tornando-a uma escolha ideal para uma ampla gama de aplicações.

Além disso, a cortiça demonstra ser um retardador natural de fogo, não propagando chamas e evitando a libertação de gases tóxicos durante a combustão. Esta propriedade confere-lhe uma segurança adicional em ambientes propensos a incêndios, garantindo a proteção de pessoas e bens.

A resistência ao atrito e a capacidade de absorção de choques da cortiça tornam-na também uma opção confortável e saudável para uma variedade de aplicações, desde revestimentos de pavimentos até ao calçado. A sua textura suave ao toque, aliada ao odor característico e à temperatura semelhante à do corpo humano, proporciona uma experiência sensorial única de conforto e bem-estar.

5.4. Processos de produção de rolhas de cortiça

Desde a obtenção das pranchas de cortiça até à produção final das rolhas, o processo de transformação envolve uma série de etapas meticulosas, que variam conforme o tipo de rolha pretendida:

1. As pranchas de cortiça são transportadas do montado para o estaleiro, onde passam por um período de estabilização e desenvolvimento de humidade, com duração mínima de seis meses. Cada remessa é etiquetada e registada para garantir a rastreabilidade, um requisito essencial para a certificação pelo *Forest Stewardship Council (FSC)*. As pranchas são dispostas sobre estruturas de aço inoxidável em áreas cimentadas, num plano inclinado para prevenir contaminação microbiana e promover a circulação de ar.
2. Após a estabilização, as pranchas são meticulosamente inspecionadas e separadas por técnicos especializados. São seleccionadas as pranchas de maior espessura e qualidade para a produção de rolhas naturais de uma só peça, enquanto as mais finas são destinadas a rolhas técnicas.
3. As pranchas são submetidas a um processo de cozedura em tanques de aço inoxidável fechados e filtrados. Este processo visa remover impurezas e ajustar a humidade da cortiça para níveis ideais de processamento. O sistema CONVEX, implementado pela Amorim, é utilizado para captar e remover compostos orgânicos voláteis durante a cozedura. Cada lote é cozido num tanque de tratamento de alta tecnologia, resultando em pranchas mais uniformes e manuseáveis.
4. Após a cozedura, as pranchas são empilhadas e estabilizadas numa área estéril e ventilada, durante pelo menos dois dias, para atingir a humidade ideal de processamento.
5. As extremidades e cantos das pranchas são aparados, e estas são classificadas com base em características como aparência, espessura e porosidade. Apenas as pranchas de alta qualidade são seleccionadas para a produção de rolhas, enquanto as com defeitos são trituradas para outros fins.
6. As pranchas destinadas a rolhas naturais são cortadas em tiras e perfuradas para extrair rolhas cilíndricas, num processo automatizado ou semiautomatizado.
7. As rolhas são separadas e fotografadas por sistemas computadorizados sofisticados, que as classificam com base em critérios de qualidade visual. As rolhas rejeitadas são direccionadas para a produção de granulados de cortiça.
8. Uma amostra significativa de cada lote é submetida a análises por cromatografia gasosa, um processo eficiente para detetar componentes indesejáveis, como precursores de 2,4,6-tricloroanisol (TCA). Os lotes são tratados com o sistema *ROSA Evolution* para eliminar quaisquer vestígios de TCA.

9. As rolhas naturais são polidas para obter um acabamento suave e limpo. Segue-se a lavagem, secagem e estabilização para minimizar o risco de contaminação microbiana.
10. As rolhas são marcadas e envolvidas numa película de parafina ou silicone para facilitar a sua utilização. Os lotes são embalados e selados, estando prontos para serem utilizados na indústria vinícola.

5.4.1 Abordagem aos processos produtivos de forma mais detalhada

O processo de produção das rolhas de cortiça inicia-se com a receção das placas de cortiça provenientes das unidades industriais do Sul do país, como a Amorim Florestal. Estas placas são transportadas dos montados para o estaleiro, onde passam por um período de estabilização e desenvolvimento de humidade, com a duração mínima de seis meses. Cada remessa é devidamente etiquetada e registada para garantir a rastreabilidade, requisito fundamental para a certificação FSC. As placas são dispostas sobre estruturas de aço inoxidável em áreas cimentadas, num plano inclinado, visando prevenir a contaminação microbiana e promover a circulação de ar.

Após esta fase inicial, procede-se à avaliação das placas de cortiça tendo em consideração o seu peso e espessura, sendo as de maior qualidade reservadas para a produção de rolhas naturais. Em seguida, as placas são encaminhadas para os tanques de cozedura, onde são submetidas a um processo de cozedura em tanques de aço inoxidável fechados e filtrados. Este processo visa remover impurezas e ajustar a humidade da cortiça para níveis ideais de processamento. Destaque-se a utilização do sistema CONVEX, desenvolvido pela Amorim, que tem como objetivo captar e remover compostos orgânicos voláteis durante a cozedura, resultando em pranchas mais uniformes e fáceis de manusear.

Após a cozedura, as pranchas que apresentam irregularidades, conhecidas como "cortiça torta", são submetidas a um processo a vapor na máquina de espalmar, que tem como finalidade amaciar e corrigir essas irregularidades, tornando-as aptas para a produção de rolhas. Em seguida, as pranchas passam pelo processo de Rabaneação, onde são cortadas em tiras com largura superior ao comprimento da rolha a ser produzida. Posteriormente, são submetidas ao processo de brocagem, que consiste na produção efetiva das rolhas com comprimento e largura superiores aos finais.

Após a brocagem, as rolhas são encaminhadas para o processo de Deslenhar, onde se procede à separação entre as rolhas com potencial de uso e aquelas que apresentam danos irreversíveis, como rolhas partidas ao meio. As rolhas com potencial são então submetidas ao processo SUPER ROSA (*Rate of Optimal Steam Application*), que consiste no tratamento contra o TCA utilizando vapor. Em seguida, passam pelos acabamentos mecânicos, onde são alinhadas e ajustadas às suas dimensões finais.

Após os acabamentos mecânicos, as rolhas, ainda com impurezas e sujidade, são submetidas ao processo VSR (*Vacuum Steam Rinsing*), pertencente à CTC. Este processo, embora agressivo, visa remover todas as impurezas das rolhas. No entanto, devido à sua natureza agressiva, as

rolhas perdem algumas propriedades durante este processo, sendo necessário submetê-las novamente ao processo SUPER ROSA, mas na modalidade de humidificação, a fim de recuperar o nível de humidade necessário para a sua aplicação na indústria alimentar.

Após a estabilização das rolhas, estas são submetidas ao processo SVE, que verifica se a rolha veda corretamente. Este processo consiste numa válvula que isola a rolha, inserindo um jato de ar comprimido num dos topos e um sensor no outro. Caso haja passagem de ar comprimido pela rolha, esta é considerada inadequada para a utilização como rolha natural. Este processo complementa a segunda escolha, que separa as rolhas entre aquelas com danos irreparáveis e as que podem prosseguir nos processos produtivos.

Após a segunda escolha, as rolhas são encaminhadas para a lavação, onde recebem um revestimento viscoso de acordo com as preferências do cliente. Em seguida, são submetidas ao ROSA EVOLUTION, que tem como função principal uniformizar a humidade das rolhas após o processo de lavação. Após a estabilização das rolhas no ROSA EVOLUTION, é efetuada a terceira escolha, onde as rolhas são verificadas detalhadamente quanto à sua qualidade e possíveis danos. Por fim, as rolhas passam por uma última verificação por raio-X e são então embaladas, paletizadas e enviadas para o cliente.

5.5. Gestão de stock e planeamento

A gestão de stocks e o planeamento são elementos essenciais para garantir a eficiência operacional de uma empresa. O objetivo primordial é assegurar que a produção corresponda à procura dos produtos. Para isso, é crucial classificar os produtos em diferentes categorias, como Flor, Extra, Superior, 1º, 2º e 3º, cada uma com características específicas de calibre. Por exemplo, um calibre de rolha pode ser representado por medidas como 49x26, onde 49 é o comprimento e 26 é a diâmetro.

Um dos desafios é garantir que, dos calibres maiores, seja possível atingir os calibres menores por meio de processos de acabamento mecânico. Por exemplo, uma rolha com o calibre inicial de 49x26 pode ser reduzida para 45x25 por meio desses processos.

No planeamento, diversos fatores são considerados, tais como a carteira de encomendas, o stock de segurança e o orçamento disponível. É essencial estabelecer uma relação adequada entre o stock de segurança e a quantidade de cada tipo de lavação. Por exemplo, se houver um stock de segurança de 500 000 rolhas do tipo CL0 (sem lavação) e a proporção desejada entre CL0 e N101 (um tipo específico de lavação) for de 15%, isso implica que o stock de N101 deve ser de 75 000 rolhas.

Além disso, o planeamento está intimamente ligado à logística, que utiliza dados de vendas para priorizar as encomendas com base na urgência e na procura do mercado. Cada etapa do processo produtivo, desde a receção das matérias-primas até a embalagem final do produto acabado, é cuidadosamente coordenada. Em cada etapa, conforma a Figura 5 existem armazéns de entrada e saída para garantir uma gestão eficaz dos fluxos de materiais.

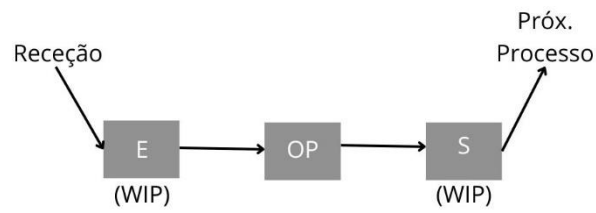


Figura 5 - Fluxograma etapas de processo produtivo

E – Entrada

OP – Operação

S – Saída

WIP – *Work in Progress*: caracteriza o andamento de um projeto até sua conclusão

No contexto da produção de rolhas, existem diferentes rotas que podem ser seguidas tal Figura 6 apresenta, dependendo das necessidades do produto e dos clientes, onde cada rota é planeada cuidadosamente para garantir a máxima eficiência e qualidade do produto final.

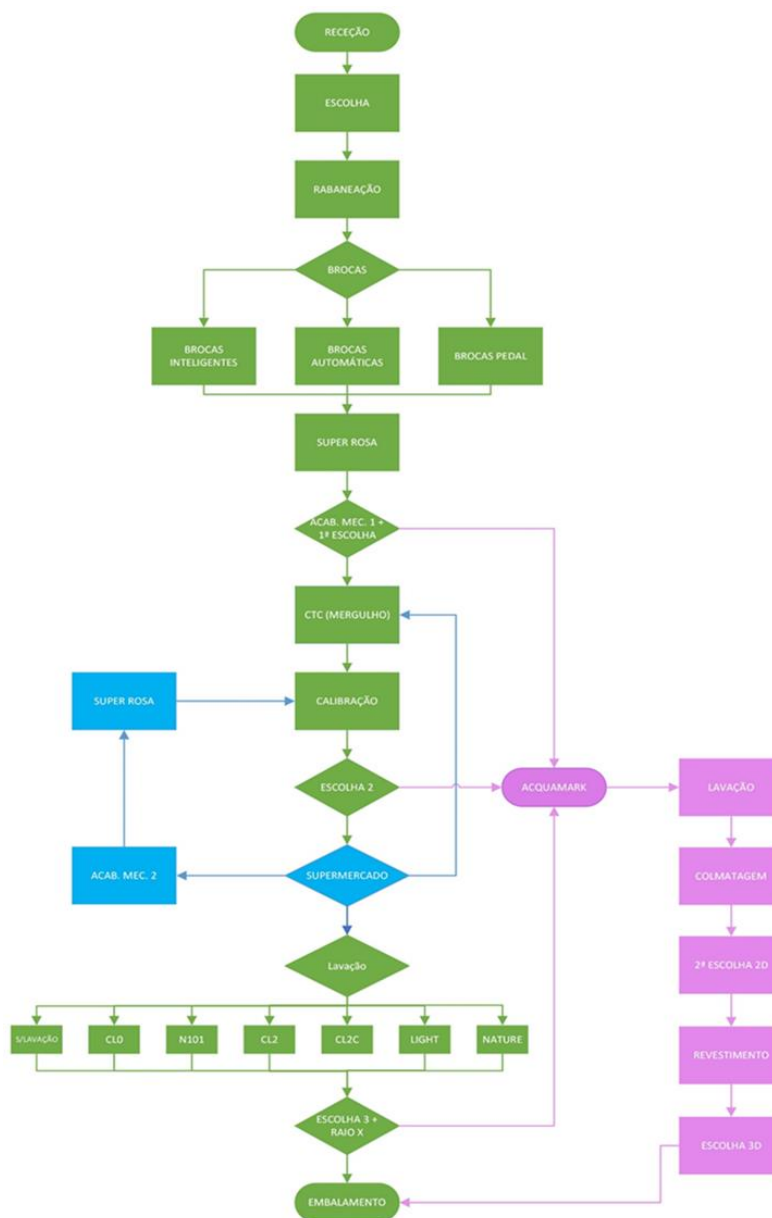


Figura 6 - Fluxograma produtivo da UI - Lamas, Amorim Cork S.A

É importante destacar que a lavagem das rolhas é um processo crítico e deve ser realizado após os acabamentos mecânicos. Isso ocorre porque os processos de acabamento mecânico podem alterar as dimensões das rolhas, tornando necessário aplicar a lavagem novamente. Por exemplo, se uma rolha passa pelos acabamentos mecânicos e, em seguida, pela lavagem, qualquer revestimento aplicado durante a lavagem seria removido pelos acabamentos mecânicos, resultando em perda de eficiência e recursos.

Além disso, é essencial compreender os diferentes tipos de lavagem disponíveis, como Sem Lavação/*ND Tech*, CL0, N101, CL2, CL2C, Light, Pera Light e *Nature*. Cada tipo de lavagem tem suas próprias características e impactos na qualidade final do produto, sendo crucial escolher o mais adequado para

atender aos requisitos específicos de cada cliente e mercado.

Em resumo, uma gestão eficiente de stocks e um planeamento cuidadoso são fundamentais para garantir a operação eficaz de uma empresa na indústria de cortiça. Ao considerar todos esses elementos, é possível atender às demandas do mercado, garantindo a satisfação do cliente e o sucesso a longo prazo.

5.6. Negócio de rolhas da Amorim Cork SA

Com uma produção anual que ultrapassa os 4 mil milhões de unidades, a Amorim Cork (AC) é reconhecida como o principal produtor e fornecedor de rolhas de cortiça a nível mundial, detendo uma significativa fatia de mercado, estimada em cerca de 35%.

A estratégia da empresa é baseada na criação de subsidiárias em países-chave produtores de vinho, tanto nos tradicionais mercados europeus como nos emergentes mercados da África do Sul, Austrália e América. Esta abordagem permite à empresa estabelecer relações diretas com os principais produtores de vinho, consolidando a sua presença global e garantindo um fornecimento eficiente e de qualidade aos seus clientes.

5.6.1 Portefólio de produtos da Amorim Cork SA

Rolha Natural: Reconhecida como o padrão de excelência na indústria vinícola, a Rolha Natural da AC é o produto de eleição para vinhos de alta categoria. Projetada para vinhos ícones e premium, esta rolha atende às demandas dos enólogos mais exigentes em todo o mundo. Sua qualidade superior e capacidade de permitir o envelhecimento adequado do vinho a tornam uma escolha confiável para vinhos que requerem longos períodos de maturação em garrafa.

Acquamark: A *Acquamark*, Figura 7, representa o ápice da tecnologia de produção de rolhas naturais. Seu revestimento especial, aplicado por meio de um processo estrutural avançado, oferece uma vedação excecional e uma conservação ideal do vinho. Ao preencher as lenticelas naturais da cortiça, a *Acquamark* aumenta ainda mais sua capacidade de vedação, garantindo a qualidade e integridade do vinho ao longo do tempo.



Figura 7 – Rolha Acquamark



Figura 8 - Rolha NDtech

Rolha NDtech: Elevando ainda mais o padrão de qualidade, a AC apresenta a Rolha *NDtech*, Figura 8, a primeira rolha de cortiça natural do mundo com garantia de TCA não detetável. Utilizando a tecnologia *NDtech*, cada rolha é submetida a um rigoroso controlo de qualidade individual,

assegurando sua pureza e desempenho excepcional.

Rolha *Spark*: Desenvolvida com base em intensa pesquisa científica e tecnológica, a Rolha *Spark*, Figura 9, é projetada especificamente para vedar os melhores champanhes e espumantes. Com suas propriedades físicas, químicas e enológicas superiores, esta rolha garante uma vedação perfeita e preserva a efervescência e o sabor distintivo dessas bebidas de prestígio.



Figura 9 - Rolha Spark



Figura 10 - Rolha Twin Top

Rolha *Twin Top*: Inspirada na tecnologia de produção de rolhas de champanhe, a Rolha *Twin Top*, 10, combina a qualidade da cortiça natural com a praticidade de um design técnico. Ideal para vinhos frutados e destinada a consumidores que não planeiam manter os vinhos em garrafa por longos períodos, esta rolha oferece uma solução confiável para vedação eficaz e sustentável.

Rolha *Neutrocork*: A Rolha *Neutrocork*, Figura 11, representa a próxima geração de rolhas técnicas, desenvolvida com tecnologia de ponta para atender às demandas dos vinhos modernos. Sua composição de micro granulados de cortiça proporciona estabilidade estrutural e uma vedação confiável, tornando-a ideal para vinhos complexos destinados ao consumo dentro de dois anos.



Figura 11 - Rolha Neutrocork



Figura 12 - Rolha Advantec

Rolha *Advantec*: Líder mundial na produção de rolhas de cortiça, a Rolha *Advantec*, Figura 12, é uma inovação técnica que combina desempenho superior com medidas avançadas de prevenção contra TCA. Projetada para vinhos de alta rotatividade, esta rolha oferece uma relação custo-benefício imbatível, garantindo a qualidade e integridade do vinho em cada garrafa.

Rolha *Advantec Colours*: Dirigida a um público jovem e às demandas do mercado emergente, a linha *Advantec Colours*, Figura 13, oferece uma solução inovadora em rolhas técnicas. Submetida ao rigoroso

Sistema ROSA para combater o TCA, esta rolha destaca-se pelo seu desempenho sensorial e visual, proporcionando uma vedação confiável e uma experiência de consumo única.

Rolha Aglomerada: Composta por um núcleo aglomerado de cortiça e agentes aglutinantes, a Rolha Aglomerada, Figura 14, é uma escolha econômica para vinhos de consumo rápido. Oferecendo um equilíbrio entre preço e desempenho, esta rolha proporciona uma vedação eficaz para uma variedade de vinhos cotidianos.

Twin Top Evo: Uma evolução da aclamada Rolha *Twin Top*, a *Twin Top Evo*, Figura 15, apresenta discos de cortiça natural de alta qualidade em ambos os topos, combinados com um corpo de cortiça microgranulada. Destinada ao segmento "popular premium", esta rolha oferece desempenho confiável e uma vedação duradoura para vinhos de qualidade acessível.



Figura 13 – Advantec Colours



Figura 14 - Rolha Aglomerada



Figura 15 - Rolha Twin Top Evo

Helix: Resultado da colaboração entre Amorim e O-I, a *Helix*, Figura 17, é uma solução inovadora que combina uma garrafa de vidro com uma rosca interior no gargalo e uma rolha de design ergonômico. Mantendo a tradição do "pop" ao abrir a garrafa, esta rolha preserva a qualidade do vinho e oferece uma experiência de consumo conveniente e esteticamente agradável.

Top Series: As Rolhas *Top Series*, Figura 16, representam o luxo e a exclusividade de cada cliente, combinando a qualidade da cortiça natural com designs personalizados e diferenciados. Produzidas pela Amorim *Luxury Unit*, estas rolhas são verdadeiras obras de arte, projetadas para destacar a singularidade de cada vinho e sua marca.



Figura 16 - Rolha Helix



Figura 17 - Rolha Top Series

Custom Made Corks: Desenvolvidas sob medida para atender às necessidades específicas de cada cliente, as *Custom Made Corks*, Figura 19, são o resultado de uma combinação única de cortiça natural e tecnologia de ponta. Personalizadas para refletir a criatividade e a visão de cada vinicultor, essas rolhas oferecem uma solução única e distinta para vedação de garrafas de vinho.

Rolha *NDTech® Sparkling*: A expansão da tecnologia de ponta *NDtech®* para rolhas de vinhos espumantes representa um marco significativo no setor vinícola, oferecendo aos entusiastas e produtores de vinho uma nova era de qualidade e confiança.

O *NDtech® Sparkling*, Figura 18, representa uma inovação revolucionária, sendo a primeira rolha para vinhos efervescentes a garantir uma performance livre de TCA detetável*. Esta tecnologia pioneira baseia-se nos princípios estabelecidos pelo *NDtech®* original, com ajustes específicos para atender às necessidades únicas das rolhas para vinhos espumantes. Os sistemas de análise foram adaptados para lidar com os diâmetros comuns das rolhas de vinhos espumantes, focando exclusivamente nos dois discos de cortiça natural que entram em contato direto com o vinho.



Figura 18 - Rolha NdTech Sarkling



Figura 19 - Costum Made Corks

Naturity®: As rolhas de cortiça natural atingiram novos patamares de qualidade com a introdução da tecnologia *Naturity®*, Figura 20, considerada a mais avançada solução anti-TCA do mercado, proporcionando um valor premium com uma neutralidade excepcional.

Amplamente reconhecidas como a escolha ideal para vinhos destinados ao envelhecimento, as rolhas de cortiça natural, fabricadas numa única peça, têm sido a preferência dos principais produtores de vinho ao longo de séculos.

A tecnologia *Naturity®* representa um avanço significativo, permitindo a remoção eficaz do TCA e de outros compostos voláteis da cortiça, enquanto preserva as suas propriedades físico-mecânicas fundamentais. Este processo inovador é inteiramente natural e aplicado a um produto de origem natural, garantindo uma qualidade superior sem comprometer a integridade da cortiça.

Qork®: Agora, todas as rolhas *Qork®*, Figura 21, estão equipadas com a tecnologia *Xpür®*, considerada a mais avançada e ecológica solução de limpeza de cortiça microgranulada disponível atualmente.

Com uma composição que inclui pelo menos 80% de grânulos de cortiça natural envolvidos por um ligante à base de polióis de origem 100% vegetal, as rolhas *Qork®* destacam-se como as mais sustentáveis e avançadas do seu género. A integração da tecnologia *Xpür®* representa um marco

significativo na limpeza de cortiça, utilizando os fluidos supercríticos do século XXI para garantir uma higienização aprimorada e mais profunda da estrutura celular da cortiça. Esta abordagem resulta num desempenho superior em termos de eliminação do TCA e de outras substâncias voláteis que podem provocar alterações sensoriais indesejadas, enquanto preserva integralmente as características naturais da cortiça.



Figura 20 - Rolha Naturity



Figura 21 - Rolha Qork®

Xpür®: As rolhas *Xpür*®, Figura 23, incorporam agora a tecnologia de limpeza de cortiça microgranulada mais avançada e ecologicamente sustentável do mercado global. Após um extenso período de investigação e desenvolvimento, a Amorim Cork introduziu com sucesso a tecnologia de fluidos supercríticos no contexto do século XXI. Esta inovação marca um ponto de viragem na indústria ao eliminar por completo o problema do TCA, permitindo uma limpeza otimizada e profundamente eficaz da estrutura celular da cortiça. Através da aplicação desta tecnologia, denominada *Xpür*®, as rolhas atingem níveis superiores de higienização, removendo todas as substâncias voláteis potencialmente responsáveis por desvios sensoriais indesejados. Ao mesmo tempo, preservam-se integralmente as características naturais distintivas da cortiça, garantindo a máxima qualidade e desempenho dos produtos.

Rolha dois discos para vinhos efervescentes: Desenvolvida especificamente para os vinhos efervescentes de mais alta qualidade a nível global, a rolha técnica de dois discos da Amorim Cork, Figura 22, representa o pináculo da excelência em termos de desempenho físico, químico e enológico. Constituída por um corpo composto por granulado de cortiça, complementado por dois discos de cortiça natural no topo responsáveis pelo contato direto com o vinho, esta rolha destaca-se pela sua excecional resistência mecânica e facilidade no processo de engarrafamento.



Figura 23 - Rolha *Xpür*®



Figura 22 - Rolha dois discos para vinhos efervescentes

5.7. Problemas de eficiência energética na indústria de rolhas naturais

A indústria de rolhas naturais, intrinsecamente ligada ao setor vinícola, depara-se com desafios significativos no que concerne à eficiência energética. Estes desafios, muitas vezes relegados em prol da ênfase na qualidade do produto final, emergem agora como imperativos contemporâneos face à crescente consciência ambiental e às pressões regulatórias. Este segmento analisará os problemas específicos que permeiam as unidades industriais desta indústria, destacando questões como o elevado consumo de energia, o desperdício de recursos e a dependência de fontes não renováveis [15].

O primeiro desafio distintivo é o alto consumo de energia associado aos processos de produção de rolhas naturais. Desde a colheita inicial até à fabricação final, a utilização intensiva de maquinaria especializada necessita uma quantidade considerável de energia. Este fenómeno não apenas incide sobre os custos operacionais, mas assume relevância à luz da crescente necessidade de adoção de práticas sustentáveis no contexto industrial contemporâneo [15].

O desperdício de recursos energéticos figura como uma segunda problemática intrínseca. Ao longo das várias fases do processo produtivo, desde a colheita da cortiça até à transformação em rolhas, há oportunidades substanciais para otimização e minimização do desperdício. Estratégias que envolvem a introdução de tecnologias mais eficientes e a implementação de práticas de gestão de resíduos energéticos emergem como imperativas para atingir uma eficiência global mais elevada [13], [15].

A terceira questão premente reside na dependência de recursos não renováveis. A energia requerida para a operação das instalações, muitas vezes proveniente de fontes não sustentáveis, aponta para a necessidade de uma transição para fontes de energia renovável. Esta mudança não é apenas essencial para enfrentar desafios atuais, mas é também crucial para garantir a resiliência futura da indústria perante as crescentes preocupações ambientais e regulatórias [13], [16], [17].

A presença de tecnologias obsoletas e a relutância em adotar inovações formam um quarto obstáculo para a eficiência energética. A falta de modernização e a resistência à implementação de práticas sustentáveis podem impedir o progresso na redução do consumo de energia e na minimização do impacto ambiental.

A superação destes desafios requer uma abordagem holística e integrada. Estratégias que envolvem a exploração de fontes de energia renovável, a adoção de tecnologias mais eficientes, a revisão dos processos produtivos para reduzir o desperdício e o desenvolvimento de práticas inovadoras são imperativas. Estas ações não apenas abordarão as questões imediatas, mas também promoverão a sustentabilidade e a resiliência da indústria de rolhas naturais num contexto global em constante evolução [13].

Este exame crítico dos problemas de eficiência energética na indústria de rolhas naturais estabelece uma base essencial para a proposição de um plano abrangente de melhoria a longo prazo. A compreensão profunda destes desafios é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes que não só atendam às preocupações imediatas, mas também garantam a viabilidade sustentável deste setor crucial à medida que enfrenta os desafios do século XXI [13].

Ao enfrentar estes desafios, a indústria de rolhas naturais não só responde às exigências contemporâneas de eficiência e sustentabilidade, mas também reforça a sua posição como guardiã de tradições, inovações e qualidade inigualável. A busca pela eficiência energética não é apenas uma necessidade operacional; é um compromisso com a preservação de um legado histórico, garantindo que a produção de rolhas naturais continue a desempenhar um papel essencial na tapeçaria única do universo vinícola e na economia global [13].

5.8. Importância da eficiência energética a longo prazo

A otimização da eficiência energética na indústria de rolhas naturais assume uma importância crucial para a sustentabilidade, rentabilidade e competitividade a longo prazo. Este imperativo transcende a esfera operacional, estendendo-se ao âmbito ambiental, financeiro e estratégico. A adoção dos princípios delineados na norma ISO 50001, que versa sobre a gestão de energia, posiciona-se como uma bússola orientadora nesta jornada de aprimoramento contínuo [9].

A sustentabilidade ambiental emerge como uma faceta primordial deste desiderato. Num contexto onde a preservação dos ecossistemas assume prioridade, a redução da pegada de carbono, através da minimização de emissões de gases de efeito estufa, consubstancia-se como um imperativo. A conformidade com a ISO 50001 não só atesta a conformidade com padrões internacionais de gestão de energia, mas também legitima os esforços da indústria na construção de práticas operacionais que respeitam o meio ambiente [18].

A convergência entre rentabilidade e a redução de custos operacionais sobressai como um ponto nodal. A eficiência energética, para além de ser uma manifestação de responsabilidade ambiental, é uma estratégia pragmática para otimizar recursos e mitigar custos associados ao consumo de energia. A implementação da ISO 50001 facultará uma abordagem sistemática à identificação e implementação de oportunidades de economia de energia, erguendo-se como uma bússola financeira que orienta a gestão sustentável dos recursos disponíveis [19].

No contexto da competitividade global, onde a sustentabilidade se tornou um fator distintivo, a melhoria da eficiência energética erige-se como uma vantagem estratégica. A indústria de rolhas naturais, ao adotar práticas que vão além do cumprimento regulamentar, evidencia um compromisso tangível com a eficiência e a inovação. A certificação ISO 50001 não só atesta a conformidade, mas também comunica uma liderança sólida, alinhada com padrões internacionais de excelência [20], [21].

A resiliência a choques energéticos é intrínseca a esta busca pela eficiência. Num cenário de volatilidade nos preços e disponibilidade de recursos energéticos, a capacidade de reduzir a dependência de fontes não renováveis torna-se essencial. A gestão proativa de riscos energéticos, preconizada pela ISO 50001, fornece uma base sólida para enfrentar as incertezas do panorama energético global [20], [21]. Adicionalmente, a imagem corporativa e responsabilidade social adquirem relevância como ativos intangíveis. A responsabilidade social corporativa desempenha um papel crescente nas decisões dos consumidores e investidores. A adoção de práticas sustentáveis não apenas contribui para a construção de uma imagem

positiva, mas também consolida a indústria como um agente de mudança positiva na comunidade e no setor [20], [21].

A melhoria da eficiência energética na indústria de rolhas naturais transcende a esfera operacional. É uma trajetória que visa assegurar a sustentabilidade, rentabilidade e competitividade a longo prazo. A adesão aos princípios da ISO 50001 não apenas reflete a conformidade regulatória, mas sinaliza um compromisso inequívoco com a excelência, responsabilidade ambiental e inovação constante. Neste contexto, a eficiência energética é mais do que um objetivo; é o caminho para a resiliência, liderança e prosperidade sustentável da indústria de rolhas naturais no cenário global [20], [21].

5.8.1 Impactos e benefícios esperados

A implementação de um plano de melhoria de eficiência energética na indústria de rolhas naturais desencadeia uma série de impactos e benefícios que abrangem diversas esferas, desde as finanças até a imagem corporativa. Estes efeitos positivos resultam da otimização de processos, adoção de tecnologias eficientes e gestão inteligente do consumo de energia [9], [18].

A redução de custos operacionais é uma consequência direta da melhoria da eficiência energética. A otimização dos processos industriais e a introdução de tecnologias mais eficientes resultam em economias substanciais, conferindo à indústria uma maior competitividade financeira no mercado [9], [18].

A diminuição da pegada de carbono emerge como um benefício ambiental crucial deste plano. Ao minimizar o consumo de energia e otimizar os processos, a indústria contribui diretamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se assim com os imperativos globais de sustentabilidade ambiental [9], [18].

A melhoria da imagem corporativa é um desdobramento importante da eficiência energética. Num contexto em que a sustentabilidade se torna um diferencial competitivo, a adoção de práticas eficientes posiciona a indústria como uma protagonista comprometida com a responsabilidade social e ambiental. Este posicionamento não apenas atende às expectativas do mercado, mas também constrói uma reputação sólida [9], [18].

O cumprimento de regulamentações e normas ambientais é outra dimensão crítica. Além de evitar penalidades legais, a conformidade demonstra o compromisso da indústria em aderir a padrões elevados de governança ambiental, consolidando sua posição como agente responsável e ético no cenário empresarial [9], [18].

A eficiência energética também atua como um estímulo à inovação e competitividade. A busca por práticas sustentáveis e a adoção de tecnologias avançadas não apenas aprimoram a eficiência operacional, mas também posicionam a indústria como líder em inovação. Este

dinamismo não só assegura a competitividade imediata, mas também prepara a indústria para enfrentar os desafios de um futuro onde a sustentabilidade é cada vez mais prioritária [9], [18].

Numa análise global, o plano de melhoria de eficiência energética na indústria de rolhas naturais não apenas proporciona benefícios financeiros diretos, mas também promove uma imagem corporativa positiva, contribui para a sustentabilidade ambiental e impulsiona a inovação e competitividade. Esses impactos não apenas fortalecem a posição da indústria no mercado atual, mas também a preparam para os imperativos e oportunidades de um futuro orientado para a sustentabilidade [9], [18].

5.8.2 Impacto ambiental e social

A implementação de práticas de eficiência energética na indústria de rolhas naturais não apenas se traduz em benefícios económicos tangíveis, mas também revela um impacto positivo substantivo no meio ambiente e na comunidade local. Este capítulo delinea os desdobramentos favoráveis desta abordagem abrangente, destacando a redução de emissões de carbono, a preservação de recursos naturais e a promoção de empregos verdes [9], [18].

A redução de emissões de carbono representa um dos pilares fundamentais da eficiência energética. Ao otimizar os processos produtivos e minimizar o consumo de energia, a indústria de rolhas naturais contribui de forma direta para a mitigação das alterações climáticas. Este esforço é essencial para alinhar-se com as metas globais de sustentabilidade ambiental, posicionando a indústria como um agente proativo na preservação do equilíbrio climático global [9], [18].

Paralelamente, a busca pela eficiência energética é intrinsecamente vinculada à conservação de recursos naturais. A redução do consumo de energia implica numa menor procura por fontes não renováveis, aliviando a pressão sobre ecossistemas sensíveis. Este compromisso com a preservação ambiental contribui significativamente para a gestão sustentável dos recursos naturais, em consonância com os princípios de responsabilidade ambiental [9], [18].

A eficiência energética não é meramente um exercício técnico, mas também uma força propulsora na geração de empregos verdes. À medida que a indústria de rolhas naturais adota práticas mais eficientes, emerge uma necessidade crescente por profissionais especializados em eficiência energética, engenheiros ambientais e técnicos em tecnologias limpas. Esta evolução não apenas diversifica as oportunidades de emprego na comunidade local, mas também consolida a indústria como um motor de desenvolvimento sustentável [9], [18].

O impacto social positivo da eficiência energética estende-se para além das métricas ambientais e económicas. A redução das emissões poluentes resulta numa melhoria direta na qualidade do ar, beneficiando a saúde e o bem-estar das comunidades locais. Adicionalmente, a geração de empregos verdes fortalece a economia local, promovendo um sentimento de orgulho e pertencimento nas comunidades circunvizinhas [9], [18].

A adoção de práticas de eficiência energética não apenas contribui para a criação de um ambiente mais sustentável, mas também serve como um catalisador para o reconhecimento e prestígio. Certificações e reconhecimentos por práticas sustentáveis não apenas validam os esforços empreendidos, mas também conferem à indústria uma posição de liderança em termos de responsabilidade ambiental e social. Este reconhecimento, por sua vez, pode atrair investimentos, clientes conscientes e solidificar a reputação positiva da indústria [9], [18].

A eficiência energética na indústria de rolhas naturais transcende a busca por eficiência operacional e econômica. Ao reduzir emissões de carbono, preservar recursos naturais, gerar empregos verdes e contribuir positivamente para o tecido social local, a indústria não só se fortalece internamente, mas também se insere como um agente de mudança positiva no panorama ambiental e social [9], [18].

5.8.3 Desafios específicos da eficiência energética na indústria de rolhas naturais

A indústria de rolhas naturais, por sua própria natureza artesanal e histórica, enfrenta desafios únicos na busca pela eficiência energética. Estes obstáculos, intrínsecos aos complexos processos de produção, à sazonalidade e às nuances tecnológicas, delineiam um contexto desafiador que necessita soluções adaptativas e inovadoras [22]

A complexidade dos processos de produção, fundamentada na interseção entre tradição e modernidade, impõe um desafio crucial. A preservação das práticas tradicionais, muitas vezes intensivas em mão de obra, enquanto se incorporam tecnologias modernas, requer uma abordagem equilibrada. A harmonização destes elementos, essenciais para a autenticidade do produto final, representa uma tarefa delicada na promoção da eficiência energética [22]

A sazonalidade e a variação climática, inerentes à colheita manual da cortiça, introduzem uma variabilidade que impacta diretamente a disponibilidade de matérias-primas e o consumo de energia. Lidar com estas flutuações necessita estratégias flexíveis e dinâmicas para garantir eficiência energética em diferentes contextos climáticos e sazonais [22]

Os desafios tecnológicos na indústria de rolhas naturais residem na integração de inovações sem comprometer a tradição. A introdução de equipamentos mais eficientes exige um cuidadoso equilíbrio entre eficiência e preservação das práticas artesanais. A adaptação a novas tecnologias, bem como o treinamento especializado, são barreiras a serem transpostas na busca pela eficiência energética [22]

A conformidade com regulamentações e certificações, embora crucial, pode impor obstáculos à indústria. A necessidade de ajustar operações para atender a padrões específicos, sem comprometer a autenticidade do produto, requer uma gestão cuidadosa para equilibrar a conformidade regulatória com a preservação das práticas tradicionais [22]

Os desafios específicos enfrentados pela indústria de rolhas naturais na melhoria da eficiência energética necessitam uma abordagem inovadora e adaptativa. A preservação da herança cultural, a integração de tecnologias com respeito à tradição e a gestão eficaz de variáveis

climáticas e sazonais são imperativos. Navegar por estes obstáculos não é apenas uma exigência de conformidade, mas uma oportunidade para liderar a indústria em direção a um futuro mais sustentável e resiliente [22]

5.8.4 Legislação e regulamentação

A eficiência energética na indústria de rolhas naturais é intrinsecamente moldada pelo enquadramento normativo que regula e direciona as práticas do setor. Este contexto, que abrange normas de consumo de energia, políticas ambientais, incentivos governamentais e certificações reconhecidas, estabelece parâmetros cruciais para a gestão responsável dos recursos energéticos nesta indústria específica [19].

As normas de consumo de energia surgem como pilares fundamentais para a eficiência operacional. Ao delinear critérios quantitativos, estas normas definem os padrões pelos quais as empresas na indústria de rolhas naturais devem guiar os seus processos. A conformidade com estas normas não apenas garante a eficiência no uso de recursos energéticos, mas também promove a competitividade do setor ao demonstrar o compromisso com elevados padrões de operação [19].

As políticas ambientais, muitas vezes alinhadas com acordos internacionais e metas globais, exercem um papel crucial na definição de diretrizes para a eficiência energética. Estas políticas delineiam os parâmetros pelos quais as indústrias devem orientar as suas práticas, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais. Ao seguir estas políticas, a indústria de rolhas naturais não apenas cumpre com as expectativas governamentais, mas também contribui para objetivos mais amplos de sustentabilidade [19].

Os incentivos governamentais assumem um papel estratégico ao fomentar a adoção de práticas sustentáveis. Subsídios, créditos fiscais e apoio financeiro para investimentos em tecnologias eficientes são elementos que incentivam as empresas a abraçar a eficiência energética. Estas medidas não só reconhecem os esforços do setor, mas também criam um ambiente propício à transformação do cenário industrial em direção a padrões mais sustentáveis [19].

As certificações, com destaque para a ISO 50001, constituem-se como um selo de qualidade reconhecido internacionalmente. Ao adotar estas certificações, a indústria de rolhas naturais valida as suas iniciativas de eficiência energética, conferindo credibilidade e reconhecimento no mercado global. A conformidade com estes padrões não apenas certifica práticas sustentáveis, mas também evidencia um compromisso concreto com a gestão eficiente de energia [19], [20], [21].

As auditorias energéticas, realizadas periodicamente, emergem como instrumentos dinâmicos que garantem a conformidade e promovem a otimização contínua. Estas auditorias possibilitam a avaliação do desempenho energético, identificando áreas de melhoria e ajustando estratégias à medida que ocorrem evoluções tecnológicas e regulatórias [23], [24], [25].

O diálogo com *stakeholders* e a cooperação setorial desempenham um papel essencial na promoção da eficiência energética. A partilha de conhecimentos, boas práticas e a colaboração entre empresas e organizações do setor contribuem para a construção de um ecossistema sustentável. Este diálogo não só enfrenta desafios comuns, mas também impulsiona a indústria de rolhas naturais na adoção de práticas mais eficientes e sustentáveis [26].

5.8.5 Riscos e desafios de implementação

A implementação de um plano de eficiência energética a longo prazo na indústria de rolhas naturais encontra-se inerentemente associada a diversos riscos e desafios que exigem uma análise cuidadosa. Identificar e compreender esses obstáculos são passos cruciais para o desenvolvimento de estratégias mitigadoras eficazes. Alguns dos desafios a serem considerados incluem:

- **Resistência Interna e Transformação Cultural Organizacional:** A introdução de práticas de eficiência energética muitas vezes demanda uma transformação cultural dentro da organização. A resistência interna pode surgir devido a preocupações relativas a alterações nos processos de trabalho, falta de compreensão dos benefícios ou receio de impactos nas rotinas diárias. Superar essa resistência exige um compromisso ativo da liderança e um esforço contínuo para envolver e educar os colaboradores.
- **Barreiras Financeiras e Investimentos Iniciais:** A implementação de medidas de eficiência energética frequentemente exige investimentos substanciais em tecnologias mais eficientes, treinamento de pessoal e atualização de infraestruturas. As barreiras financeiras, especialmente para empresas de menor dimensão, podem representar um desafio significativo. Estratégias como incentivos fiscais, parcerias estratégicas ou programas de financiamento são essenciais para superar esse obstáculo.
- **Desafios Técnicos e Tecnológicos:** A incorporação de novas tecnologias para melhorar a eficiência energética pode encontrar desafios técnicos, como a integração de sistemas complexos ou a adaptação de maquinaria existente. A falta de conhecimento técnico interno pode complicar ainda mais a implementação. Parcerias com especialistas e fornecedores, bem como a formação contínua dos colaboradores, são fundamentais para superar esses desafios.
- **Regulamentações em Constante Mutação:** A legislação e regulamentação relacionadas à eficiência energética estão sujeitas a mudanças frequentes. Empresas podem enfrentar desafios ao se adaptar a novos requisitos legais e manter a conformidade. Manter-se atualizado sobre as mudanças regulatórias e desenvolver flexibilidade para se ajustar a essas mudanças são elementos cruciais para o sucesso contínuo das iniciativas.

- **Gestão da Complexidade e Integração de Sistemas:** A eficiência energética frequentemente implica a integração de sistemas complexos e a gestão de uma rede interconectada de processos. A complexidade inerente a esses sistemas pode resultar em desafios de gestão, especialmente para empresas com operações diversificadas. Implementar estratégias de gestão eficazes e adotar tecnologias de monitoramento avançadas são essenciais para enfrentar esse desafio.
- **Flutuações nas Condições de Mercado e Volatilidade de Preços de Energia:** A indústria está sujeita a flutuações nas condições de mercado e nos preços da energia. Variações imprevistas nos custos energéticos podem afetar a viabilidade financeira de projetos de eficiência energética. Estratégias de gestão de riscos e flexibilidade nos planos de implementação são cruciais para enfrentar essas incertezas.

Antecipar e compreender esses desafios proporciona à indústria de rolhas naturais uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias que garantam a eficácia e a sustentabilidade contínua do plano de eficiência energética [22].

6. Objetivos do trabalho a ser desenvolvido

6.1. Introdução aos objetivos

Dentro do escopo desta investigação, o capítulo dedicado aos objetivos do trabalho assume uma posição central, delineando as metas e orientações fundamentais para a consecução de melhorias significativas na eficiência energética de uma unidade industrial de rolhas naturais. Este segmento visa fornecer uma perspectiva clara e estruturada das iniciativas a serem empreendidas, enfatizando a relevância estratégica de cada objetivo proposto.

A importância desse capítulo é incontestável, estabelecendo o enquadramento orientador para a implementação de um plano de eficiência energética a longo prazo. Os objetivos delineados não são meras aspirações, são a espinha dorsal de um esforço coordenado para identificar, analisar e superar as ineficiências energéticas presentes na unidade fabril. A sua relevância reside na capacidade de fornecer uma estrutura sólida para a tomada de decisões informadas, alinhadas com os princípios de sustentabilidade e otimização operacional.

Ao longo deste capítulo, será realizada uma exploração minuciosa dos passos concretos que serão dados para atingir os resultados desejados. Cada objetivo é elaborado meticulosamente para abordar áreas específicas de ineficiência, utilizando métodos avançados de análise, estratégias sustentáveis e tecnologias inovadoras. Desde a identificação detalhada das ineficiências até a implementação de normas internacionalmente reconhecidas, este capítulo guiará o leitor por meio de um processo meticuloso e estratégico.

A abordagem estratégica destes objetivos não se limita apenas à otimização de recursos, ela contribui significativamente para a competitividade global da unidade fabril. Ao reduzir os custos operacionais, cumprir normas ambientais e melhorar a eficiência, a empresa posiciona-se não apenas como uma líder na indústria de rolhas naturais, mas também como uma protagonista no cenário mais amplo da sustentabilidade e responsabilidade empresarial.

Este capítulo de objetivos do trabalho transcende a mera definição de metas, representa uma visão abrangente para o futuro da unidade industrial. A busca pela eficiência energética não é apenas uma resposta às exigências do presente, mas uma estratégia para assegurar a resiliência e a relevância a longo prazo da indústria de rolhas naturais. Ao avançarmos na exploração detalhada de cada objetivo, convido o leitor a mergulhar nas nuances de um plano meticulosamente concebido, onde cada ação desempenha um papel crucial na busca por um desempenho energético excepcional e sustentável.

Considerando todas as variáveis pertinentes, proceder-se-á à enunciação dos objetivos a serem alcançados no decurso deste trabalho:

- Identificação e Análise das Ineficiências Energéticas: Realizar uma análise abrangente das ineficiências energéticas na unidade industrial de rolhas naturais, identificando áreas específicas de consumo excessivo.
- Análise de Equipamentos: Realizar uma análise detalhada de todos os equipamentos relevantes, identificando oportunidades específicas de melhoria.
- Desenvolvimento de Estratégias de Melhoria: Propor estratégias eficazes para melhorar a eficiência energética, com foco na otimização dos processos industriais.
- Aplicação da ISO 50001: Implementar os padrões da ISO 50001 para gestão de energia, estabelecendo um sistema robusto para monitoramento e melhoria contínua.
- Estudo de Linhas da Unidade Fabril: Realizar um estudo detalhado das linhas de produção na unidade fabril, identificando pontos específicos de potencial otimização.
- Análise Técnico-Económica Fabril: Avaliar tecnicamente os equipamentos existentes, analisar previsões de consumo e realizar uma análise económica para determinar a viabilidade das melhorias propostas.
- Comparação de Motores: Comparar os motores atualmente em uso na fábrica com modelos e tecnologias mais eficientes disponíveis no mercado.
- Estudo de Possibilidade de Implementação de Variadores de Velocidade nos Tapetes Industriais: Investigar a viabilidade e benefícios da implementação de variadores de velocidade nos sistemas de transporte, como tapetes industriais.
- Redução de Energia em 1% por Ano: Estabelecer uma meta concreta de redução de consumo energético em 1% ao ano, ou manter o consumo atual, nunca permitindo aumentos.

Os propósitos delineados neste estudo representam uma abordagem metódica e abrangente para a implementação de práticas sustentáveis e eficazes na unidade fabril de rolhas naturais. Cada objetivo, respaldado por análises detalhadas e estratégias específicas, não só visa corrigir as ineficiências energéticas identificadas, mas também estabelecer a empresa como líder na integração de normas internacionalmente reconhecidas, nomeadamente a ISO 50001. A busca pela otimização operacional e sustentabilidade reflete não apenas um compromisso com a eficiência energética, mas também com a excelência e responsabilidade empresarial. À medida que este estudo prossegue, cada objetivo representa um marco crucial na trajetória em direção a uma unidade fabril de rolhas naturais mais eficiente, competitiva e alinhada com os princípios contemporâneos de gestão ambiental.

4.1.1. Identificação e análise das ineficiências energéticas

Será realizado um processo detalhado de análise para identificar e compreender as ineficiências energéticas presentes na unidade industrial de rolhas naturais. Isso envolverá uma avaliação minuciosa dos fluxos de energia, incluindo o mapeamento preciso do consumo energético em cada unidade operacional. Uma análise granular das variáveis influentes, como temperatura, pressão e tempo de operação, será conduzida para obter uma compreensão abrangente das questões.

A importância desse processo reside na obtenção de uma compreensão profunda das ineficiências, indo além da identificação superficial dos locais problemáticos. O objetivo é entender as causas fundamentais por trás dessas ineficiências, permitindo uma abordagem mais direcionada e a criação de uma base sólida para estratégias futuras de melhoria energética.

Os resultados desta análise serão utilizados como fundamento sólido para o desenvolvimento de estratégias específicas e eficazes de melhoria energética. Isso incluirá a direção de esforços para áreas prioritárias, maximizando o retorno sobre o investimento.

Entre as vantagens, destaca-se a descoberta de ineficiências que poderiam passar despercebidas em avaliações mais superficiais. A otimização eficaz e sustentável será alcançada ao abordar os problemas fundamentais. Além disso, o conhecimento detalhado das operações permitirá adaptar soluções às necessidades específicas da unidade fabril, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões informada.

Os benefícios incluem a eficiência operacional aprimorada, com a identificação e eliminação de pontos de ineficiência resultando em operações mais eficientes e econômicas. Isso leva a uma redução substancial nos custos de energia, contribuindo para a competitividade econômica da empresa. Além disso, há a credibilidade ambiental e sustentabilidade, visto que a empresa estará em conformidade com metas ambientais e reforçará sua imagem sustentável.

No entanto, é importante reconhecer os riscos, como os desafios técnicos que podem surgir na implementação de sistemas de monitoramento. A resistência interna dos colaboradores pode representar um desafio inicial, destacando a importância de estratégias de comunicação e engajamento para superar essa resistência.

4.1.2. Análise de equipamentos

Este objetivo visa realizar uma análise metódica de todos os equipamentos relevantes presentes na unidade industrial de rolhas naturais, com o intuito de identificar oportunidades específicas de melhoria. A concretização deste objetivo exigirá uma investigação aprofundada de cada componente, não só avaliando o seu desempenho operacional, mas também examinando a eficiência energética inerente a cada máquina.

A implementação deste objetivo seguirá uma abordagem sistemática. Inicialmente, procederá à catalogação abrangente de todos os equipamentos na unidade fabril, realçando as suas

características técnicas, ciclos operacionais e requisitos energéticos associados. Posteriormente, efetuará uma análise detalhada de eficiência energética, identificando áreas específicas onde otimizações podem ser introduzidas.

A análise não se limitará à eficiência energética de forma isolada. Será efetuado um exame do estado de manutenção de cada equipamento, identificando potenciais necessidades de reparo ou substituição. O objetivo não é apenas reduzir o consumo de energia, mas também assegurar a operacionalidade contínua e eficaz de cada componente.

Com base nos resultados da análise, serão propostas soluções inovadoras. Isso pode envolver a adoção de tecnologias mais eficientes, a integração de sensores para monitoramento em tempo real e a introdução de dispositivos de eficiência energética. A busca por inovação será orientada pela meta de alcançar uma sinergia entre eficiência operacional e ambiental.

A concretização bem-sucedida deste objetivo não apenas reduzirá o consumo de energia, mas também resultará em vantagens significativas. Estas incluem a diminuição dos custos operacionais associados à energia, a prolongação da vida útil dos equipamentos por meio de manutenção proativa e, crucialmente, uma contribuição positiva para a pegada de carbono da unidade fabril.

A execução deste objetivo não é meramente técnica, representa um compromisso estratégico para transformar a unidade fabril numa instalação mais eficiente, sustentável e resiliente.

4.1.3. Desenvolvimento de estratégias de melhoria

Este objetivo visa a formulação de estratégias eficazes para a melhoria da eficiência energética, com um enfoque específico na otimização dos processos industriais na unidade de produção de rolhas naturais.

A metodologia para atingir este objetivo fundamenta-se numa análise detalhada dos processos industriais existentes. Inicialmente, será conduzida uma avaliação minuciosa de cada fase do ciclo de produção, identificando áreas de consumo excessivo de energia e potenciais pontos de ineficiência.

Com base nos resultados desta análise, serão propostas estratégias específicas destinadas a otimizar a eficiência energética. Este processo pode envolver a implementação de tecnologias avançadas, ajustes nos procedimentos operacionais e a introdução de práticas sustentáveis ao longo de todo o processo industrial.

O desenvolvimento destas estratégias requer uma abordagem multidisciplinar, envolvendo especialistas em engenharia de processos, gestão de energia e sustentabilidade industrial. A colaboração entre estas diferentes áreas de conhecimento assegurará a conceção de estratégias holísticas e eficazes.

A implementação bem-sucedida das estratégias propostas não apenas resultará numa redução significativa no consumo de energia, mas também proporcionará benefícios adicionais. Estes

podem incluir a diminuição dos custos operacionais, a minimização do impacto ambiental e a melhoria geral na eficiência dos processos industriais.

Este objetivo visa criar um plano estratégico abrangente para otimizar a eficiência energética, assegurando que cada passo tomado contribua de forma significativa para a sustentabilidade e competitividade a longo prazo da unidade industrial de rolhas naturais.

4.1.4. Aplicação da ISO 50001

Este objetivo propõe-se à implementação dos padrões delineados pela norma ISO 50001 para a gestão de energia. A ênfase principal reside na criação de um sistema sólido que permita monitorização eficiente e promova uma melhoria contínua no contexto da unidade de produção de rolhas naturais.

A estratégia para alcançar este objetivo baseia-se na aplicação rigorosa dos princípios e orientações estabelecidos pela norma ISO 50001. Esta norma internacional fornece um quadro para o estabelecimento, implementação, manutenção e aprimoramento de um sistema de gestão de energia eficaz.

Um dos pilares fundamentais da ISO 50001 é a monitorização contínua do desempenho energético. Este sistema permitirá a análise constante dos indicadores-chave de desempenho relacionados à energia, identificando oportunidades de melhoria e assegurando a conformidade com os requisitos normativos.

A norma ISO 50001 enfatiza a importância da melhoria contínua. Assim, o sistema implementado será projetado para incorporar práticas que visam não apenas a conformidade, mas também a otimização constante dos processos, visando à eficiência máxima.

A implementação eficaz da ISO 50001 requer a participação ativa e a compreensão de todos os colaboradores. Nesse sentido, é importante a consciencialização dos colaboradores para garantir que a equipa esteja familiarizada com os princípios da norma e contribua para o sucesso do sistema de gestão de energia.

A aplicação da ISO 50001 não apenas garantirá a conformidade com padrões internacionais, mas também proporcionará benefícios substanciais. Estes incluem a redução dos custos operacionais, a minimização dos riscos relacionados à gestão de energia e o fortalecimento da reputação da unidade fabril em termos de responsabilidade ambiental.

Este objetivo visa não apenas atender às normas internacionais, mas estabelecer um sistema de gestão de energia robusto que impulse a unidade industrial de rolhas naturais rumo a práticas sustentáveis e eficientes.

4.1.5. Estudo de linhas da unidade fabril

Este objetivo visa realizar uma análise detalhada das linhas de produção na unidade fabril, com o propósito de identificar pontos específicos com potencial para otimização.

A abordagem para atingir este objetivo fundamenta-se numa análise exaustiva das linhas de produção existentes na unidade fabril. Este estudo incidirá sobre os processos de fabrico, identificando áreas que apresentam potencial para melhorias significativas em termos de eficiência energética.

O processo envolverá a identificação meticulosa de pontos específicos onde a otimização pode ser alcançada. Estes pontos podem incluir áreas de elevado consumo energético, ineficiências nos fluxos de trabalho ou a utilização de tecnologias desatualizadas que possam ser substituídas por alternativas mais eficientes.

Cada linha de produção será avaliada quanto à sua sustentabilidade, tendo em consideração não apenas a eficiência energética, mas também outros impactos ambientais. Serão consideradas práticas que promovam a redução da pegada ecológica, contribuindo para a sustentabilidade global da unidade fabril.

Com base nos resultados do estudo, serão propostas estratégias para a integração de tecnologias inovadoras que visem a otimização dos processos de produção. A introdução de equipamentos mais eficientes e a modernização de práticas operacionais serão consideradas para impulsionar a eficiência energética.

A realização deste estudo pretende não apenas otimizar a eficiência energética, mas também proporcionar benefícios como a redução dos custos operacionais, a minimização do impacto ambiental e a melhoria geral na produtividade das linhas de produção.

Desafios antecipados podem incluir a resistência à mudança e custos associados à implementação de novas tecnologias. Estratégias serão concebidas para abordar estas questões, enfatizando a importância da comunicação eficaz e planeamento cuidadoso.

Este objetivo procura aprimorar a eficiência energética ao nível das linhas de produção, contribuindo para a sustentabilidade global da unidade fabril de rolhas naturais.

4.1.6. Análise técnico-económica fabril

Este objetivo consiste na avaliação técnica e económica da unidade fabril, focando-se na análise meticulosa dos equipamentos existentes, previsões de consumo e uma análise económica abrangente para determinar a viabilidade das melhorias propostas.

A primeira fase deste processo envolverá uma avaliação técnica abrangente de todos os equipamentos presentes na unidade fabril. Esta avaliação incidirá sobre as características operacionais, eficiência energética e estado de manutenção dos equipamentos, fornecendo uma base sólida para a identificação de áreas de otimização.

Será realizada uma análise detalhada das previsões de consumo energético da unidade fabril. Isso incluirá projeções de consumo com base nas condições atuais e futuras, considerando fatores como expansão da produção, introdução de novos equipamentos e alterações nos processos operacionais.

Uma análise económica aprofundada será conduzida para avaliar a viabilidade das melhorias propostas. Isso englobará a comparação de custos e benefícios associados à implementação de tecnologias mais eficientes, alterações nos processos de produção e investimentos em práticas sustentáveis.

A análise técnico-económica considerará a integração de tecnologias sustentáveis que possam não apenas melhorar a eficiência energética, mas também contribuir para a sustentabilidade global da unidade fabril.

A implementação de melhorias baseadas nesta análise técnico-económica busca não apenas otimizar a eficiência energética, mas também proporcionar benefícios económicos substanciais, incluindo a redução dos custos operacionais e o aumento da competitividade a longo prazo.

Desafios antecipados podem incluir a resistência à adoção de novas práticas. Estratégias serão elaboradas para mitigar estes desafios, incluindo uma comunicação transparente, envolvimento da equipa e demonstração clara dos benefícios económicos.

Este objetivo visa fundamentar as decisões de melhoria através de uma análise técnico-económica rigorosa, assegurando que as iniciativas propostas contribuam não apenas para a eficiência energética, mas também para a viabilidade económica sustentável da unidade fabril de rolhas naturais.

4.1.7. Comparação de motores

Este objetivo visa realizar uma análise comparativa dos motores atualmente em utilização na fábrica, contrastando-os com modelos e tecnologias mais eficientes disponíveis no mercado. A abordagem assenta na identificação de oportunidades para melhorias na eficiência energética através da seleção e implementação de motores mais avançados.

A primeira fase deste processo envolverá uma avaliação técnica minuciosa dos motores atualmente em operação na fábrica. Este exame abrangerá as especificações técnicas, o desempenho e a eficiência energética dos motores, proporcionando uma base sólida para a comparação com alternativas mais eficientes.

Será conduzida uma pesquisa extensiva para identificar modelos e tecnologias de motores mais avançados disponíveis no mercado. Esta pesquisa incidirá sobre inovações tecnológicas, eficiência energética melhorada e características que possam contribuir para a otimização do consumo energético na fábrica. A análise comparativa será realizada com base em critérios técnicos específicos, incluindo eficiência energética, potência, durabilidade e adaptabilidade aos requisitos operacionais da fábrica. Será dada ênfase à identificação de motores que possam oferecer melhor desempenho enquanto reduzem o consumo de energia.

Além das características técnicas, a avaliação incluirá uma análise detalhada dos custos e benefícios associados à adoção de motores mais eficientes. Serão considerados não apenas os custos iniciais de aquisição, mas também os benefícios a longo prazo, como redução dos custos operacionais e menor impacto ambiental.

A implementação de motores mais eficientes visa não apenas reduzir o consumo de energia, mas também proporcionar benefícios significativos, como menor necessidade de manutenção, maior durabilidade e a conformidade com padrões ambientais mais rigorosos.

Desafios previsíveis podem incluir custos iniciais elevados e a resistência à mudança. Estratégias serão desenvolvidas para contornar esses desafios, incluindo a apresentação clara dos benefícios a longo prazo, a demonstração de economias operacionais e o envolvimento ativo da equipa.

Este objetivo procura identificar e implementar motores mais eficientes como uma estratégia fundamental para melhorar a eficiência energética na fábrica de rolhas naturais.

4.1.8. Redução de energia em 1% por ano

Este objetivo estabelece uma meta definida para a redução anual do consumo energético em 1%, ou a manutenção do consumo atual, sem permitir aumentos. Essa abordagem busca uma gestão eficaz dos recursos energéticos, alinhada com práticas sustentáveis e a busca contínua por eficiência operacional.

O objetivo define metas quantificáveis que visam a redução progressiva do consumo energético, alinhando-se com estratégias de eficiência energética a longo prazo. A concretização dessas metas requer uma abordagem sistemática e a implementação de medidas específicas.

A redução anual de 1% no consumo energético pressupõe a implementação de práticas sustentáveis em todas as áreas operacionais da fábrica. Isso inclui a otimização de processos, a adoção de tecnologias mais eficientes e a promoção de uma cultura organizacional voltada para a eficiência energética.

A análise regular dos dados permitirá identificar áreas específicas que requerem intervenção e garantirá a adaptação às mudanças nas condições operacionais.

Além da meta de redução, este objetivo também visa estabelecer estratégias para a manutenção do consumo atual. Isso implica em equilibrar as necessidades operacionais com a eficiência energética, assegurando que a produção seja mantida sem aumentos desnecessários no consumo de energia.

A implementação bem-sucedida deste objetivo resultará em benefícios significativos, incluindo redução de custos operacionais, conformidade com padrões ambientais, melhoria da imagem corporativa e contribuição para a sustentabilidade global.

Desafios antecipados podem incluir resistência à mudança, custos associados à implementação de tecnologias mais eficientes e a necessidade de investimentos iniciais. Estratégias serão

desenvolvidas para superar esses desafios, destacando os benefícios a longo prazo e envolvendo a equipa no processo de implementação.

Este objetivo representa um compromisso firme com a gestão sustentável de recursos energéticos, delineando metas tangíveis que orientarão a fábrica de rolhas naturais em direção a práticas operacionais mais eficientes e sustentáveis.

6.2. Deduções a fazer dos objetivos

A integração dos nove objetivos propostos revela uma abordagem holística e estratégica para a otimização da eficiência energética na unidade industrial de rolhas naturais. Esta abordagem abrange diversas áreas operacionais, desde a análise aprofundada de equipamentos até metas específicas de redução de consumo energético.

A busca constante por inovação tecnológica é evidente através do estudo de variadores de velocidade, da comparação de motores e da aplicação dos padrões da ISO 50001. Estas iniciativas visam otimizar processos e melhorar a eficiência energética, refletindo um compromisso com a incorporação de tecnologias mais avançadas.

O compromisso explícito com a sustentabilidade é evidenciado pela meta anual de redução de energia, pela análise de impacto ambiental e pela consideração de práticas sustentáveis. Os objetivos não visam apenas a eficiência operacional, mas também a redução do impacto ambiental, alinhando-se a estratégias de gestão sustentável.

A abordagem estratégica para a gestão da eficiência energética é clara através da implementação da ISO 50001, do estudo de linhas fabris e da análise técnico-económica. Cada objetivo foi concebido considerando aspetos técnicos, económicos e estratégicos, demonstrando uma visão abrangente para a otimização global.

A inclusão de metas concretas, como a redução anual de 1% no consumo energético, destaca um compromisso com resultados mensuráveis. Estas metas proporcionam indicadores claros de progresso e permitem uma avaliação contínua dos esforços em direção à eficiência energética, demonstrando um foco em resultados tangíveis.

A identificação de desafios específicos, como a resistência à mudança e barreiras financeiras, evidencia uma abordagem realista. Estratégias foram desenvolvidas para superar esses desafios, adaptando-se às circunstâncias únicas da indústria de rolhas naturais.

A sensibilização para práticas eficientes, a comunicação clara sobre metas e a inclusão de todos os níveis organizacionais são cruciais para alcançar uma transformação efetiva da unidade industrial de rolhas naturais, tornando-a mais eficiente, sustentável e alinhada com padrões contemporâneos de gestão de energia.

7. Trabalho Realizado

A análise periódica dos consumos energéticos é um componente crucial para a gestão eficiente de recursos em qualquer organização industrial. Na indústria da cortiça, onde a produção envolve diversos processos intensivos em energia, a avaliação regular dos consumos semanais e mensais é indispensável para garantir uma operação sustentável e competitiva. Esta prática não só permite identificar padrões de uso e detetar anomalias que possam indicar desperdícios ou falhas nos sistemas, mas também serve como base para a implementação de melhorias contínuas, essenciais para a competitividade e sustentabilidade da empresa.

Neste contexto, o desenvolvimento de ferramentas específicas para a análise de consumos energéticos desempenha um papel fundamental. Estas ferramentas facilitam a colheita, processamento e visualização de dados detalhados sobre o consumo de energia elétrica e térmica em cada setor da unidade de produção. A utilização de sistemas de monitorização contínua e software especializado em gestão de energia garante a precisão e atualidade das informações, permitindo uma análise aprofundada e objetiva.

Documentos como o de análise de rotas e os ficheiros de análise de consumos por setor, atualizados semanalmente, são exemplos de recursos essenciais para as reuniões Kaizen e comissões executivas. Eles fornecem uma base sólida para a discussão de estratégias de melhoria, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos energéticos. Estas reuniões, que são um elemento central na cultura de melhoria contínua da empresa, beneficiam enormemente da apresentação de dados precisos e detalhados, permitindo a identificação rápida de problemas e a implementação eficaz de soluções.

Assim, a análise periódica dos consumos energéticos, suportada por ferramentas avançadas de monitorização e análise, é fundamental para a gestão eficiente dos recursos na indústria da cortiça. Esta abordagem sistemática permite não só melhorar a eficiência energética e reduzir os custos operacionais, mas também promover uma cultura de sustentabilidade e inovação dentro da organização.

7.1. Documento de análise de rotas de rolhas

Foi desenvolvido um documento de análise de rotas que será utilizado pela empresa para análises futuras em reuniões *Kaizen* e comissões executivas. Este documento permite comparar períodos selecionados, avaliando o consumo de energia elétrica e térmica nos diversos setores, conforme a rota de produção da cortiça e rolhas na Unidade Industrial (UI).

1) Recolha de dados:

A primeira etapa no desenvolvimento do documento de análise de rotas consistiu na coleta sistemática e precisa dos dados de consumo energético. Foram instalados medidores de energia elétrica e sensores térmicos em pontos estratégicos da unidade industrial, cobrindo todos os setores envolvidos no processo de produção de cortiça e rolhas. Estes dispositivos foram conectados a um sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) para a coleta contínua e em tempo real dos dados de consumo.

2) Tratamento dos dados:

Os dados recolhidos foram tratados e armazenados utilizando uma infraestrutura de TI robusta, composta por servidores dedicados e sistemas de armazenamento de dados em nuvem. O tratamento dos dados envolveu a aplicação de técnicas de limpeza e normalização para garantir a precisão e consistência das informações. Foram utilizados algoritmos de filtragem para eliminar ruídos e *outliers*, assegurando que os dados refletissem com precisão o consumo energético real.

3) Análise de Dados e Criação de Indicadores:

Com os dados tratados, foi realizada uma análise detalhada utilizando ferramentas de *Business Intelligence* (BI) e software especializado em gestão energética. A análise incluiu a criação de diversos indicadores de desempenho energético (KPI - *Key Performance Indicators*), tais como:

- Consumo Específico de Energia (CEE): Medido em kWh/m³ de cortiça processada, este indicador permite avaliar a eficiência energética de cada setor da UI.
- Fator de Carga (FC): Razão entre a demanda média e a demanda máxima de energia, utilizado para avaliar a uniformidade do consumo.
- Coeficiente de Performance Térmica (COP): Avaliação da eficiência dos sistemas de aquecimento e resfriamento, calculado como a razão entre a energia térmica útil fornecida e a energia elétrica consumida.

4) Comparação de Períodos e Análise de Tendências:

A principal funcionalidade do documento de análise de rotas é a capacidade de comparar diferentes períodos de operação. Foram implementadas funcionalidades que permitem selecionar intervalos de tempo específicos e comparar os indicadores de consumo energético para esses períodos. A análise de tendências foi facilitada pela criação de gráficos temporais e séries históricas, que ilustram variações sazonais e mudanças no consumo energético ao longo do tempo.

5) Segmentação por Rota de Produção:

Para uma análise mais detalhada, o consumo energético foi segmentado de acordo com as diferentes rotas de produção de cortiça e rolhas. Cada rota foi analisada individualmente, permitindo identificar quais processos específicos apresentavam maior consumo de energia. Esta segmentação facilitou a identificação de gargalos energéticos e a proposição de melhorias direcionadas.

6) Integração com Reuniões *Kaizen* e Comissões Executivas:

O documento de análise de rotas foi integrado ao fluxo de trabalho das reuniões *Kaizen* e comissões executivas. Durante as reuniões, os dados e indicadores são apresentados em *dashboards* interativos, permitindo uma visualização clara e imediata das informações. Esta integração possibilita uma tomada de decisão mais informada e fundamentada, promovendo

uma cultura de melhoria contínua baseada em dados concretos.

7) Ferramentas de Visualização e Relatórios:

Para facilitar a interpretação dos dados, foram desenvolvidas ferramentas de visualização avançada, incluindo gráficos, tabelas dinâmicas e mapas térmicos. Relatórios periódicos são gerados automaticamente, destacando os principais insights e recomendações de ação. Estes relatórios são utilizados como base para discutir estratégias de otimização energética e definir metas de redução de consumo.

O desenvolvimento do documento de análise de rotas envolveu uma abordagem metódica e tecnicamente robusta, garantindo a relevância e eficácia da ferramenta. Ao permitir uma análise detalhada e comparativa dos consumos energéticos, este documento tornou-se numa peça fundamental para a gestão eficiente e sustentável dos recursos na unidade industrial, suportando decisões informadas e promovendo uma cultura de melhoria contínua.

7.2. Ficheiro de Análise de Consumos por Setor

Além do documento de análise de rotas, foi criado um ficheiro de análise de consumos por setor, atualizado semanalmente e utilizado nas reuniões diárias de *kaizen*. Este ficheiro proporciona uma visão detalhada do consumo energético de cada setor, permitindo identificar rapidamente variações e potenciais áreas de desperdício. O desenvolvimento deste ficheiro seguiu uma metodologia rigorosa para garantir a sua eficácia na monitorização e análise dos consumos energéticos.

1) Recolha de dados:

A coleta de dados para o ficheiro de análise de consumos por setor envolveu a instalação de medidores de energia elétrica e sensores térmicos específicos para cada setor da unidade industrial. Estes dispositivos foram integrados a um sistema de monitorização contínua que regista o consumo de energia em intervalos regulares. A precisão dos medidores foi garantida através de calibração regular e manutenção preventiva.

2) Tratamento e Armazenamento de Dados:

Os dados coletados foram armazenados em uma base de dados centralizada, utilizando tecnologias de armazenamento em nuvem para garantir a disponibilidade e segurança das informações. O tratamento dos dados incluiu a aplicação de algoritmos de limpeza e normalização, eliminando inconsistências e garantindo a integridade dos dados. Técnicas de agregação de dados foram aplicadas para compilar informações semanais de consumo energético.

3) Análise de Dados e Indicadores de Desempenho:

Para a análise dos dados, foram desenvolvidos indicadores de desempenho energético específicos para cada setor. Alguns dos principais indicadores utilizados incluem:

- Consumo Total de Energia (CTE): Medido em kWh, este indicador fornece uma visão geral

do consumo energético total de cada setor.

- Eficiência Energética Setorial (EES): Razão entre a produção total do setor e o consumo energético, expressa em unidades de produção por kWh.
- Variação Semanal de Consumo (VSC): Percentual de variação do consumo energético de uma semana para outra, destacando aumentos ou reduções significativas.

4) Segmentação e Comparação por Setor:

O ficheiro de análise permite a segmentação detalhada dos consumos energéticos por setor, facilitando a comparação entre diferentes áreas da unidade industrial. Cada setor é analisado individualmente, permitindo identificar rapidamente quaisquer desvios em relação ao consumo esperado. Esta segmentação também facilita a identificação de setores com maior potencial de melhoria.

5) Integração com Reuniões *Kaizen*:

O ficheiro de análise de consumos por setor é utilizado nas reuniões diárias de *kaizen*, onde os dados são apresentados em gráficos e tabelas interativos. Estas reuniões focam na discussão de variações semanais de consumo, identificação de causas de desperdício e desenvolvimento de ações corretivas. A integração do ficheiro com as reuniões *kaizen* promove uma cultura de melhoria contínua, com base em dados concretos e atualizados.

6) Ferramentas de Visualização e Relatórios:

Para facilitar a interpretação dos dados, o ficheiro inclui diversas ferramentas de visualização, como gráficos de linha, histogramas e *heat maps*. Relatórios semanais são gerados automaticamente, resumindo os principais insights e destacando áreas críticas que necessitam de atenção. Estes relatórios são distribuídos aos gestores de setor e utilizados como base para a tomada de decisão nas reuniões *kaizen*.

7) Feedback e Melhoria Contínua:

O desenvolvimento do ficheiro de análise de consumos por setor foi um processo iterativo, com feedback contínuo das equipas de produção e manutenção. Este feedback foi essencial para ajustar e aprimorar as funcionalidades do ficheiro, garantindo sua relevância e eficácia na monitorização dos consumos energéticos. A atualização semanal dos dados e a revisão periódica das metodologias utilizadas asseguram que o ficheiro permaneça alinhado com as necessidades operacionais e objetivos estratégicos da empresa.

O desenvolvimento do ficheiro de análise de consumos por setor seguiu uma metodologia rigorosa e técnica, assegurando sua eficácia na monitorização e análise dos consumos energéticos. Este ficheiro não apenas proporciona uma visão detalhada do consumo energético de cada setor, mas também suporta a identificação rápida de variações e desperdícios, promovendo ações corretivas imediatas. Ao ser integrado nas reuniões diárias de *kaizen*, o ficheiro contribui significativamente para a melhoria contínua e a eficiência operacional da unidade industrial, reforçando o compromisso da empresa com a gestão sustentável dos

recursos energéticos.

7.3. Impacto nas reuniões Kaizen

As ferramentas desenvolvidas têm um impacto significativo nas reuniões de *kaizen*, facilitando a visualização dos dados de consumo energético e permitindo uma análise mais detalhada e precisa. Com isso, é possível discutir melhorias de forma mais objetiva nas reuniões de *kaizen*, promovendo um ciclo contínuo de identificação de problemas, implementação de soluções e avaliação de resultados.

1) Visualização de Dados:

A implementação de gráficos, tabelas dinâmicas e *dashboards* interativos permite que os dados de consumo energético sejam apresentados de maneira clara e compreensível. A visualização eficiente dos dados facilita a identificação de padrões, tendências e anomalias, proporcionando uma base sólida para a discussão de problemas e oportunidades de melhoria. Ferramentas como histogramas, gráficos de linha e mapas térmicos ajudam a destacar setores com maior consumo ou variações significativas, orientando as discussões para áreas críticas.

2) Análise Detalhada e Precisa:

As ferramentas de análise permitem um aprofundamento nos dados, segmentando o consumo energético por setor, rota de produção e período. Esta segmentação detalhada permite uma análise precisa de cada componente do processo produtivo, identificando desperdícios específicos e ineficiências. Com a aplicação de indicadores de desempenho energético, como o Consumo Específico de Energia (CEE) e o Coeficiente de Performance Térmica (COP), é possível avaliar a eficiência de cada setor e comparar diferentes períodos de operação.

3) Discussão Objetiva de Melhorias:

A disponibilização de dados precisos e detalhados nas reuniões de *kaizen* promove uma discussão mais objetiva e fundamentada sobre as melhorias necessárias. Com informações claras sobre o consumo energético e as áreas de desperdício, as equipes podem identificar rapidamente os problemas e desenvolver soluções direcionadas. A análise baseada em dados concretos reduz a subjetividade nas discussões, permitindo que as decisões sejam tomadas com maior confiança e baseadas em evidências.

4) Ciclo Contínuo de Melhoria:

As ferramentas desenvolvidas suportam um ciclo contínuo de melhoria, fundamental na filosofia *kaizen*. Este ciclo envolve as seguintes etapas:

- a. Identificação de Problemas: Com a análise detalhada dos dados, os problemas são identificados rapidamente, seja por meio de variações inesperadas no consumo energético ou por ineficiências identificadas nos indicadores de desempenho.
- b. Implementação de Soluções: Baseadas nas discussões das reuniões *kaizen*, são desenvolvidas e implementadas soluções específicas para corrigir os problemas

identificados. Estas soluções podem incluir ajustes operacionais, manutenção preventiva, ou melhorias nos processos produtivos.

- c. Avaliação de Resultados: As ferramentas de análise permitem o monitoramento contínuo dos resultados das ações implementadas, avaliando a sua eficácia através de comparações de períodos e indicadores de desempenho. Esta avaliação é fundamental para ajustar as estratégias e assegurar a melhoria contínua.

5) Engajamento e Sensibilização:

A transparência dos dados e a participação ativa dos colaboradores nas reuniões de *kaizen* aumentam o engajamento e a sensibilização para a eficiência energética. Quando os colaboradores têm acesso a informações claras e detalhadas sobre o consumo energético e entendem o impacto das suas ações, torna-se mais fácil promover uma cultura de responsabilidade e inovação. O envolvimento de toda a equipe na análise e implementação de melhorias fortalece o compromisso com a sustentabilidade e a eficiência.

As ferramentas desenvolvidas para a análise de consumos energéticos têm um impacto profundo nas reuniões de *kaizen*, facilitando a visualização de dados e permitindo uma análise detalhada e precisa. Estas ferramentas suportam uma discussão objetiva de melhorias, promovendo um ciclo contínuo de identificação de problemas, implementação de soluções e avaliação de resultados. Ao integrar dados concretos e detalhados nas reuniões de *kaizen*, a empresa reforça seu compromisso com a gestão eficiente dos recursos energéticos, impulsionando a inovação e a sustentabilidade em todos os níveis da organização.

7.4. A Importância da Análise de Consumos Energéticos Através das Rotas de Cortiça

A análise de consumos energéticos com base nas rotas de produção da cortiça oferece uma visão detalhada e segmentada dos pontos de maior consumo e possíveis desperdícios. Esta abordagem é crucial para a identificação de oportunidades de eficiência energética e otimização dos processos produtivos. A utilização de metodologias avançadas de coleta e análise de dados, aliada a ferramentas tecnológicas como sensores inteligentes e sistemas SCADA, permite um acompanhamento preciso e contínuo do consumo energético, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável.

7.4.1. Metodologia de análise

1) Recolha de dados:

A metodologia adotada envolve a coleta de dados detalhados sobre o consumo energético em cada etapa da produção, desde a chegada da cortiça até a produção final das rolhas. Estes dados são registados utilizando sensores de monitorização contínua e sistemas SCADA, permitindo um acompanhamento em tempo real dos consumos.

2) Instalação de Sensores de Monitorização:

Implementação de sensores inteligentes de medição de energia (IME) em pontos críticos da linha de produção, como prensas de moldagem, fornos de secagem, e máquinas de acabamento.

Os sensores são calibrados para medir com alta precisão tanto o consumo de energia elétrica quanto o consumo térmico, considerando variações na carga e na demanda.

Tendo isso em vista, esses sensores já se encontravam disponíveis e instalados nos pontos necessários da fábrica, estando a registar valores sendo estas disponíveis para análise.

3) Integração com Sistemas SCADA:

Integração dos sensores com sistemas SCADA, permitindo a coleta, armazenamento e visualização dos dados de consumo energético em tempo real.

Utilização de protocolos de comunicação padrão como *Modbus*, *OPC UA* e *BACnet* para assegurar a interoperabilidade entre os dispositivos de medição e os sistemas de controlo.

O sistema SCADA, já se se encontrava implementado.

4) Segmentação dos Dados:

Segmentação dos dados por etapa da produção (por exemplo, corte, prensagem, secagem, acabamento) e por rota específica (rotas de cortiça natural, aglomerada, etc.).

Utilização de técnicas de mineração de dados para identificar padrões de consumo específicos de cada segmento, facilitando a identificação de pontos críticos de consumo e ineficiências.

5) Comparação de Períodos:

Os dados são comparados periodicamente para identificar variações e possíveis ineficiências. Utiliza-se software de análise estatística e ferramentas de *Business Intelligence* (BI) para processar e visualizar as informações, facilitando a interpretação dos resultados e a tomada de decisões informadas.

6) Análise Estatística:

Aplicação de métodos estatísticos avançados, como Análise de Variância (ANOVA), Regressão Linear e Séries Temporais, para identificar padrões, tendências e correlações no consumo energético.

Utilização de *control charts* e *box plots* para visualizar a distribuição dos dados e identificar *outliers* e anomalias.

7) Ferramentas de BI:

Utilização de plataformas de BI, como *Power BI*, *Tableau* e *QlikView*, para a criação de

dashboards interativos que permitem a visualização dinâmica dos dados de consumo energético. Estes já se encontravam montados. Contudo, para este tipo de análise foi utilizado o Microsoft Excel, dado que para o departamento de Manutenção e o de Energia, este seria mais conveniente.

Implementação de KPIs (*Key Performance Indicators*) personalizados para monitorizar a eficiência energética, como o Consumo Específico de Energia (CEE) e o Índice de Eficiência Energética (IEE).

8) Comparação Temporal:

Comparação dos consumos energéticos entre diferentes períodos (diário, semanal, mensal, trimestral, anual) utilizando técnicas de benchmarking e análise de tendências.

Criação de gráficos de séries temporais para visualizar a evolução do consumo energético ao longo do tempo e identificar variações sazonais e mudanças decorrentes de intervenções operacionais.

7.4.2. Benefícios da Análise por Rotas

1) Identificação de Setores Críticos:

A análise detalhada permite identificar setores ou processos com maior consumo energético, possibilitando a implementação de melhorias específicas e direcionadas.

2) Mapeamento de Consumos:

Criação de um mapa de consumos energéticos utilizando diagramas Sankey, que ilustram o fluxo de energia através dos diferentes processos e setores.

Identificação de áreas de alto consumo e potenciais ineficiências, destacando processos que requerem intervenções para melhorar a eficiência energética.

3) Análise de Gargalos:

Utilização de análises de Gargalos (*Bottleneck Analysis*) para identificar processos que limitam a eficiência global da produção devido ao alto consumo energético.

Avaliação detalhada da eficiência dos equipamentos através de análises de ciclo de vida (LCA - *Life Cycle Assessment*) e auditorias energéticas para determinar as causas subjacentes das ineficiências.

4) Monitorização de Impactos:

A capacidade de monitorizar o impacto das ações de melhoria é significativamente aprimorada, permitindo ajustes rápidos e eficazes às estratégias implementadas.

5) Monitorização Contínua:

Implementação de sistemas de monitorização contínua baseados em IoT (Internet of Things) que permitem a coleta de dados em tempo real e a análise preditiva de consumo energético.

6) Avaliação de Resultados:

Comparação dos dados de consumo antes e depois da implementação das melhorias, utilizando indicadores de desempenho como a Redução Absoluta de Consumo (RAC) e a Eficiência Energética Relativa (EER).

Realização de estudos de caso e análise de retorno sobre o investimento (ROI) para avaliar a eficácia das ações implementadas e justificar novos investimentos em eficiência energética.

7) Promoção de Cultura de Eficiência:

A abordagem incentiva a promoção de uma cultura de eficiência energética e sustentabilidade dentro da organização, sensibilizando os colaboradores para a importância da gestão energética e envolvendo-os ativamente no processo de melhoria contínua.

8) Comunicação Interna:

Criação de canais de comunicação interna, como newsletters, intranet corporativa e painéis informativos, para a divulgação dos resultados das análises energéticas e das ações de melhoria.

Organização de campanhas de sensibilização e premiação para reconhecer e incentivar os esforços dos colaboradores em prol da eficiência energética.

A análise de consumos energéticos através das rotas de produção da cortiça é uma ferramenta poderosa para a otimização da eficiência energética e a promoção de práticas sustentáveis na indústria. A utilização de metodologias avançadas de coleta e análise de dados, aliada a ferramentas tecnológicas, permite uma gestão precisa e informada dos recursos energéticos. Esta abordagem não só identifica áreas de desperdício e ineficiências, mas também promove uma cultura de melhoria contínua e sustentabilidade dentro da organização, contribuindo para a competitividade e responsabilidade ambiental da empresa.

7.5. Medidas de Melhoria de Eficiência Energética

Com base nas análises realizadas, foram idealizadas três medidas principais para melhorar a eficiência energética na unidade industrial. Estas medidas visam otimizar o consumo de energia elétrica e térmica, melhorar a confiabilidade dos equipamentos e reduzir os custos operacionais. A implementação dessas iniciativas reflete o compromisso da empresa com a eficiência energética e a sustentabilidade.

7.5.1. Medidas propostas

1) Mudança de Motores Específicos nas Linhas de Brocagem:

Após a análise detalhada das linhas de brocagem, foi proposta a substituição de motores

específicos por modelos mais eficientes (IE3 ou superior), que consomem menos energia e proporcionam melhor desempenho operacional.

Para tal, foi realizada uma análise dos motores existentes nas linhas de brocagem. A análise foi ao nível de eficiência energética, onde se mediu o consumo energético e a eficiência operacional dos motores que se encontravam instalados nas linhas. Para além disso verificou-se o estado de conservação, através de uma inspeção do estado físico e operacional dos motores para identificar desgaste e falhas.

Após essas análises, foi feita a seleção de motores adequados as suas funções, tendo em conta as especificações operacionais, definindo as características técnicas necessárias para os novos motores, como potência, torque e eficiência.

Tendo todas as informações necessárias, foram realizados os testes teóricos e calculados os consumos dos novos motores, e escolhidos os motores os quais seria realmente vantajoso realizar a sua troca. Os cálculos realizados foram os seguintes:

1) Equação 1 - Consumo por dia (kWh/dia)

$$E_1 (kWh/dia) = (P * t) / \eta$$

E_1 : Consumo de energia do motor por dia;

P: Potência do motor;

t: número de horas de trabalho do motor por dia;

H: Eficiência do motor.

O número de horas de trabalho foi determinado, através de análise motor a motor com cronómetro, onde num intervalo de 10min se verificou o tempo útil de trabalho de cada motor.

2) Equação 2 - Consumo por mês (kWh/mês)

$$E_2 (kWh/mês) = E_1 * 22$$

E_2 : Consumo de energia dos motores por mês;

22: número de dias de trabalho num mês.

3) Poupança de energia:

Depois de calculados os valores para os motores existentes, analisou-se os consumos dos motores atuais, e, mediante a sua função, verificou-se se haveria motores que seria benéfico trocar. Com isso, verificou-se a necessidade de trocar 4 motores por linha, devido ao seu consumo elevado e elevada potência para funções mundanas. Então, procedeu-se à escolha de um motor que fosse uma boa alternativa. E, após a sua escolha e realização dos seus cálculos de consumo realizou-se a comparação entre os motores e o cálculo da poupança energética por

motor:

Equação 3 - Poupança de energia

$$E_{poupança}(kWh) = E_{motor\ novo} - E_{motor\ antigo}$$

$E_{poupança}$: Poupança energética obtida com a troca dos motores;

$E_{motor\ novo}$: Consumo energético do motor novo;

$E_{motor\ antigo}$: Consumo energético do motor antigo.

Para determinar poupança mensal e até anual, apenas é necessário, no caso de mensal multiplicar por 22 (dias de trabalho num mês) e no caso anual, multiplicar a mensal por 12 (número de meses do ano).

4) Cálculos económicos:

Após sabermos que em termos energéticos a troca dos motores era benéfica, foi necessário realizar todos os cálculos económicos, por de forma a determinar se seria economicamente viável. Então, foram realizados os seguintes cálculos:

Equação 4 - Poupança anual em euros (€)

$$S_{anual}(€) = E_{poupança\ anual} * 0,15$$

S_{anual} : Poupança anual em euros (€);

$E_{poupança\ anual}$: Poupança energética anual;

0,15: Preço médio da energia em euros (€).

Este cálculo permite determinar a poupança monetária que teremos em termos energética no caso de se realizar a troca dos motores.

Com este dado, determinamos de seguida o investimento a realizar:

Equação 5 - Investimento (€)

$$Investimento(€) = \sum Preço\ dos\ motores\ (€)$$

Investimento: Quanto será investido na aquisição dos motores

$\sum Preço\ dos\ motores$: Soma do preço dos motores a adquirir

Seguidamente, determinamos o *Payback* do investimento:

Equação 6 - Payback

$$PB\ (meses) = \frac{Investimento}{S_{anual}} * 12$$

PB: *Payback* do investimento realizado (em meses);

12: Número de meses num ano.

Este cálculo permite nos determinar, em quanto tempo veremos retornado o dinheiro investido na aquisição dos motores

Por fim, determina-se o *Return of Investment*:

Equação 7 - Return of Investment

$$ROI (\%) = \frac{S_{anual} - Investimento}{Investimento}$$

ROI: *Return of Investment* em percentagem.

O ROI determina a rentabilidade do investimento, quanto mais próximo de 0, mais rentável é o investimento realizado, e mais rapidamente se retorna o investimento.

Com as fórmulas conhecidas, os cálculos foram realizados. Para determinar quais motores seria possivelmente interessante substituir, foi necessário analisar a Figura 24:

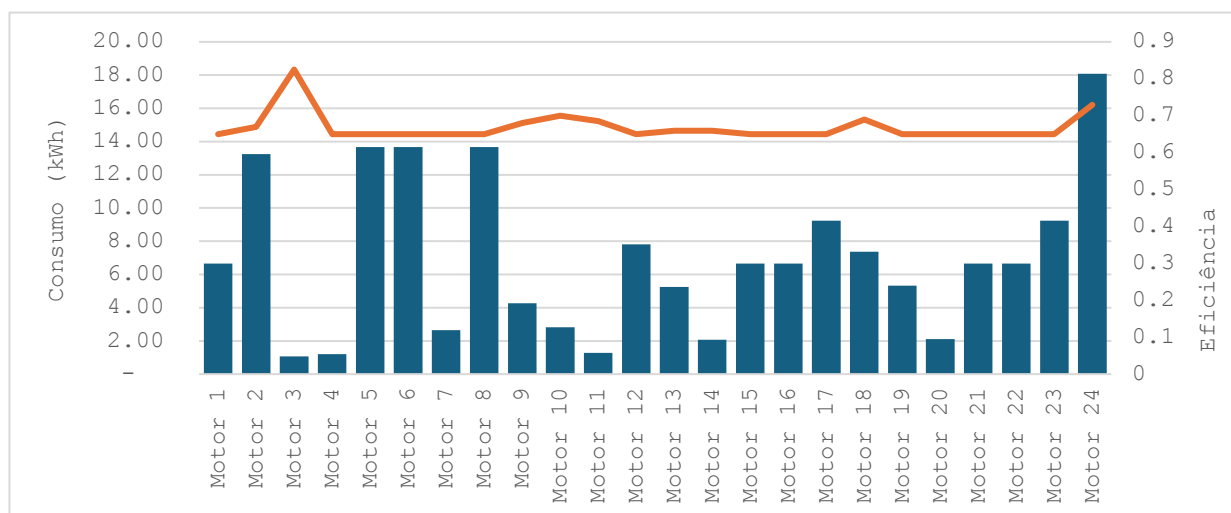


Figura 24 - Consumo de 24 motores de uma linha

Na Figura 24 é possível observar, os consumos dos 24 motores de uma linha inteira, assim como a sua eficiência.

Os motores e as suas características estão presentes na secção de Anexos.

Os motores seleccionados para possível substituição foram:

1. Motor 2, o motor do tapete de queda da linha;
2. Motor 5, o motor do tapete dispersor principal;
3. Motor 6, o motor do tapete auxiliar;
4. Motor 8, o motor do sistema auxiliar de alinhamento do tapete de alinhamento.

Com os motores escolhidos, foi necessário determinar um motor que fosse utilizado para os substituir, e o motor escolhido foi “Motor Elétrico Trifásico WEG W22”, e tem as seguintes características principais:

- $P = 0,25 \text{ Kw}$
- $\eta = 0,7$
- $t = 24\text{h}$
- $\text{Preço} = 172\text{€}$

Informação sobre o motor utilizado estarão presentes na secção de Anexos.

Com as características do motor sabidas, é possível realizar os cálculos de consumo para o motor novo.

Com esses cálculos realizados, procuramos comparar os consumos dos motores antigos com o motor novo, para as mesmas condições, e, isso está presente na Figura 25.

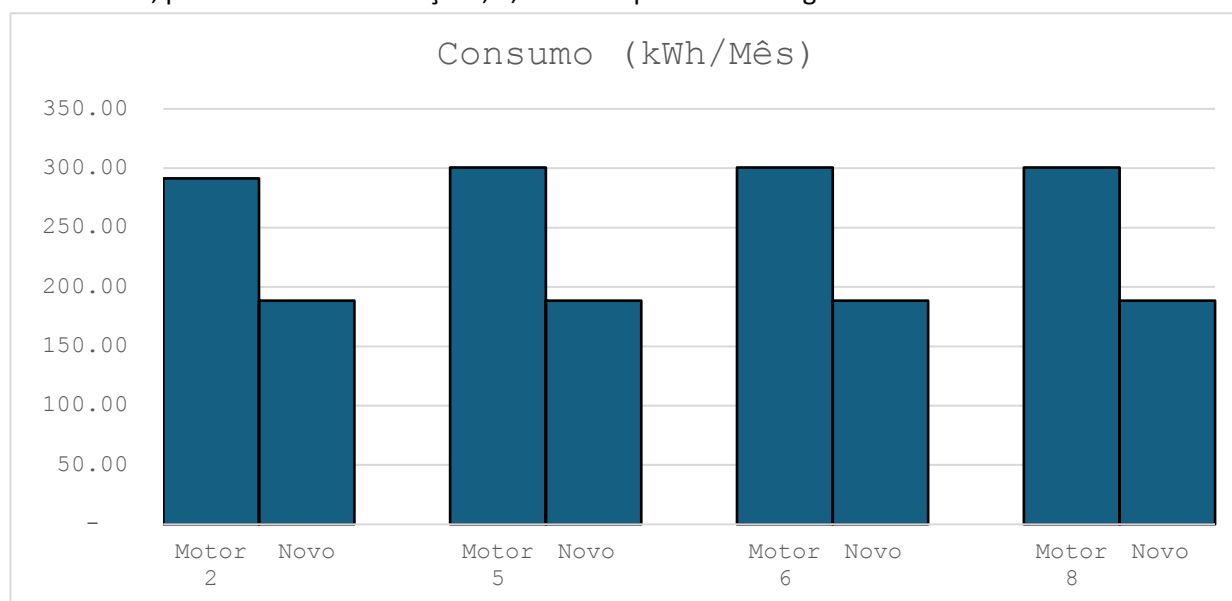


Figura 25 – Comparação do consumo dos motores a substituir com os novos motores

É possível observar que a Figura 25, demonstra que o motor novo terá uma redução de consumo bastante significativa, sendo esta de 35,33% no motor 2 e 37,26% nos restantes.

Como comprovamos que a substituição, em termos energéticos faz sentido, como dito antes, teremos de comprovar economicamente. Primeiro os cálculos são realizados para 1 linha de brocagem e, caso seja economicamente viável, estes são realizados para as 12 linhas.

Os cálculos realizados, com as fórmulas anteriormente introduzidas, deram os seguintes resultados:

- $E_{poupan\c{c}a}(\text{kWh}/\text{dia}) = 19,95 \text{ kWh};$

- $E_{poupan\c{c}a}(kWh/m\hat{e}s) = 438,96$ kWh;
- $E_{poupan\c{c}a}(kWh/ano) = 5\,267,49$ kWh;
- $S_{anual}(€) = 790,12€$;
- $Investimento(€) = 688€$;
- $PB(meses) = 10,4$ meses;
- $ROI(\%) = 14,84\%$.

Através dos resultados obtidos, podemos confirmar que é um investimento economicamente viável. Tem um ROI relativamente baixo, com um PB de 10 meses, sendo que o pretendido pela UI seria de no máximo de 1 ano, para um investimento bastante baixo.

Com isso, decidimos então, fazer a análise para a substituição nas 12 linhas de produção, que deu os seguintes valores:

- $E_{poupan\c{c}a}(kWh/dia) = 293,43$ kWh;
- $E_{poupan\c{c}a}(kWh/m\hat{e}s) = 5267,49$ kWh;
- $E_{poupan\c{c}a}(kWh/ano) = 63209,94$ kWh;
- $S_{anual}(€) = 9481,49€$;
- $Investimento(€) = 8256€$;
- $PB(meses) = 10,4$ meses;
- $ROI(\%) = 14,84\%$.

Com a troca dos 12 motores, iremos obter uma poupança anual de 63,2 MWh, que equivale a aproximadamente 10.000€ anuais.

2) Melhoria na Manutenção do Setor ROSA:

Identificou-se a necessidade de melhorias na manutenção das máquinas do setor ROSA para reduzir perdas de calor e desgaste. Isto inclui a implementação de um programa de manutenção preventiva focado em componentes críticos e a aplicação de materiais de isolamento térmico.

Primeiramente, foi realizada uma avaliação minuciosa das condições de operação das máquinas. Esta avaliação incluiu uma inspeção detalhada para identificar pontos de perda de calor e componentes desgastados, bem como um diagnóstico térmico utilizando câmaras termográficas para detetar áreas de alta dissipação de calor.

Com base nos resultados da avaliação, foi desenvolvido um programa de manutenção preventiva. Este programa envolve a criação de um cronograma detalhado de manutenção preventiva, direcionado à substituição regular de componentes críticos e à aplicação de materiais

de isolamento térmico eficientes em áreas identificadas como problemáticas. A seleção dos materiais de isolamento foi feita com base na sua eficiência térmica e durabilidade, garantindo uma redução significativa das perdas de calor.

Após visualização de problemas tanto a nível de máquina do setor ROSA como dos motores usados pelas mesmas, na próxima manutenção preventiva realizada nesse setor, os problemas estarão resolvidos, principalmente as fugas de vapor presentes nas máquinas do setor ROSA presentes na Figura 26.

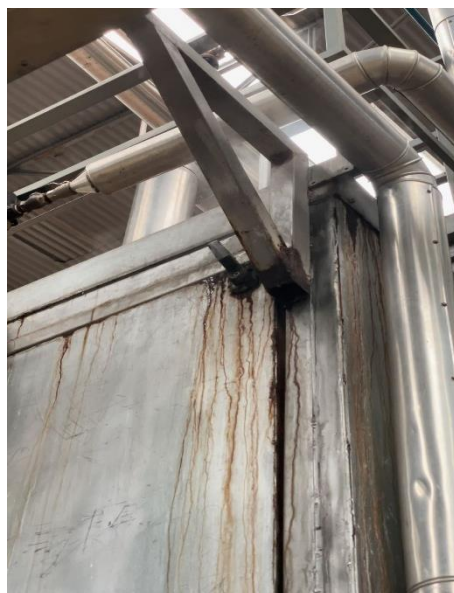


Figura 26 - Fugas térmicas do setor

A implementação destas medidas não apenas visa melhorar a eficiência energética das máquinas do setor ROSA, mas também prolongar a vida útil dos equipamentos, reduzir custos operacionais e promover um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

3) Instalação de Sensores de Temperatura em Permutadores de Calor

A instalação de sensores de temperatura nos permutadores de calor foi sugerida como uma medida preventiva e de otimização energética na unidade industrial. Esta proposta, ainda que não implementada, baseia-se em fundamentos técnicos sólidos que justificam a sua adoção futura.

A escolha de sensores de temperatura adequados é essencial para garantir a precisão e confiabilidade das medições. Sensores com especificações técnicas rigorosas, que ofereçam alta precisão e resistência a condições ambientais adversas, são necessários para obter dados fiáveis. Além disso, garantir a compatibilidade dos sensores com os sistemas de monitoramento existentes facilita a sua integração e operacionalidade.

A instalação estratégica dos sensores em pontos críticos dos permutadores de calor permite obter medições precisas e representativas das condições reais de operação. A colocação adequada dos sensores é fundamental para capturar variações de temperatura que possam indicar problemas de desempenho ou falhas iminentes. A integração desses sensores ao sistema

de controlo e monitoramento da unidade industrial assegura que os dados coletados sejam imediatamente úteis e acessíveis para análise.

Desenvolver *dashboards* de visualização para os dados de temperatura em tempo real permite uma monitorização contínua e detalhada dos permutadores de calor. Estes *dashboards* facilitam a deteção precoce de anomalias, permitindo a realização de ações corretivas rápidas e eficazes. A configuração de alertas e notificações automáticas para variações anómalas de temperatura aumenta a capacidade de resposta da equipe de manutenção, reduzindo o tempo de inatividade e prevenindo danos maiores aos equipamentos.

A instalação de sensores de temperatura nos permutadores de calor faz sentido por várias razões técnicas e operacionais:

- **Prevenção de Falhas:** O monitoramento contínuo permite a identificação precoce de problemas, prevenindo falhas catastróficas que poderiam levar a paragens prolongadas e custosas na produção.
- **Eficiência Energética:** Sensores de temperatura ajudam a otimizar o funcionamento dos permutadores de calor, garantindo que operem dentro dos parâmetros ideais, o que resulta em maior eficiência energética e redução de custos operacionais.
- **Manutenção Proativa:** Com dados precisos e em tempo real, é possível adotar uma abordagem de manutenção proativa, onde intervenções são realizadas antes que problemas maiores ocorram, prolongando a vida útil dos equipamentos.
- **Redução de Custos:** A deteção e correção precoce de problemas minimiza a necessidade de reparos emergenciais e reduz o risco de danos significativos aos equipamentos, o que, por sua vez, reduz os custos de manutenção e operação.
- **Segurança Operacional:** Monitorizar continuamente a temperatura dos permutadores de calor também aumenta a segurança operacional, prevenindo situações de sobreaquecimento que poderiam comprometer a integridade dos equipamentos e a segurança dos trabalhadores.

Em resumo, a proposta de instalar sensores de temperatura nos permutadores de calor representa uma abordagem preventiva e eficiente para melhorar a gestão energética e operacional da unidade industrial, proporcionando benefícios significativos em termos de segurança, eficiência e redução de custos.

7.5.2. Outras intervenções estratégicas

1) Isolamento de Tubagens de Vapor:

Foi identificado que múltiplas tubagens de vapor se encontram desprovidas de proteção térmica, resultando em perdas de calor substanciais. A aplicação de isolamentos térmicos adequados nestas tubagens permitirá uma redução significativa destas perdas, incrementando a eficiência energética global do sistema.

A primeira etapa consiste na inspeção detalhada das tubagens, com ênfase na verificação do isolamento existente. Esta fase envolve a identificação precisa das tubagens desprotegidas e a quantificação das perdas de calor associadas, utilizando técnicas de medição avançadas.

Na seleção dos materiais de isolamento, deve-se priorizar aqueles que oferecem elevada eficiência térmica e durabilidade. A análise deve contemplar não apenas as propriedades isolantes dos materiais, mas também uma avaliação rigorosa de custo-benefício, assegurando que a solução implementada seja económica sem comprometer a eficácia.

A implementação do isolamento deve ser realizada por profissionais qualificados, garantindo a aplicação correta dos materiais de acordo com as melhores práticas de segurança e instalação. Esta abordagem profissional é essencial para assegurar a integridade e a performance do isolamento térmico ao longo do tempo.

2) Reparação de Fugas de Ar Comprimido

Durante a auditoria energética, foram detetadas várias fugas de ar comprimido. A reparação destas fugas é essencial para evitar desperdícios e melhorar a eficiência do sistema de ar comprimido.

A identificação das fugas envolve a utilização de equipamentos de ultrassom e outros métodos avançados para localizar os pontos de vazamento de ar comprimido.

A reparação das fugas requer a implementação de medidas corretivas, que incluem a substituição de componentes danificados e a vedação adequada das conexões, assegurando que todas as fugas sejam eficazmente eliminadas.

Para garantir a eficácia a longo prazo, é necessário desenvolver um programa contínuo de monitoramento. Este programa deve ser proativo na deteção e reparação de novas fugas, minimizando assim perdas futuras e mantendo a eficiência do sistema.

As estimativas de ganhos com a implementação destas medidas incluem uma significativa redução no consumo de energia, melhor desempenho das máquinas e redução de custos operacionais. A implementação destas melhorias demonstra o compromisso da empresa com a eficiência energética e a sustentabilidade.

A redução no consumo de energia terá um impacto ambiental positivo, devido à diminuição do consumo de energia elétrica e térmica, resultando também em uma redução significativa dos custos operacionais.

A melhoria do desempenho das máquinas será alcançada através do aumento da eficiência e confiabilidade, promovida pela substituição de motores e pela implementação de manutenção preventiva. Isso resultará em um aumento do tempo de atividade e uma redução de paragens não planeadas.

A redução de custos operacionais será conseguida através da implementação de medidas de eficiência energética e da manutenção proativa, que reduzirá a necessidade de manutenções corretivas e contribuirá para a eficiência geral do sistema.

A análise detalhada dos consumos energéticos, aliada ao desenvolvimento de ferramentas específicas e à implementação de medidas de melhoria contínua, é fundamental para a otimização dos processos produtivos na indústria de cortiça. As sugestões e medidas propostas neste capítulo visam não apenas melhorar a eficiência energética, mas também promover uma cultura de sustentabilidade e inovação dentro da organização. A implementação destas ações permitirá à empresa alcançar níveis superiores de desempenho, competitividade e responsabilidade ambiental.

7.5.3. Abordagem pouco convencional para melhoria de processo

Além das abordagens tradicionais, a análise detalhada dos processos produtivos possibilita a identificação de melhorias não convencionais. Este capítulo discute uma solução inovadora para a paragem do transporte de aparas das brocas inteligentes, propondo a utilização de caixotes para o transporte manual dessas aparas.

A sugestão consiste na utilização de caixotes específicos para armazenar as aparas de broca, que seriam posteriormente despejadas nos tapetes das linhas automáticas. Este método, embora simples, visa reduzir a dependência de sistemas automáticos que apresentam falhas frequentes. O procedimento inclui:

- **Recolha Manual:** As aparas de cortiça são recolhidas diretamente das brocas inteligentes em caixotes robustos, que suportam o peso e o volume das aparas;
- **Transporte Manual:** Os caixotes são transportados manualmente para os tapetes das linhas automáticas;
- **Despejo nos Tapetes:** As aparas são despejadas manualmente nos tapetes, onde continuam o seu processamento na linha de produção.

O procedimento detalhado é o seguinte:

- **Caixotes usados** seriam uns que já se encontram disponíveis na UI;
- **Implementação de Procedimentos Operacionais:** Criação de procedimentos operacionais padrão (SOPs) para a recolha, transporte e despejo das aparas, assegurando a consistência e a eficiência do processo.
- **Formação dos Colaboradores:** Capacitação dos colaboradores envolvidos no processo, com formação específica sobre os novos procedimentos e a importância da eficiência no manuseio das aparas.

A análise crítica da sugestão revela várias vantagens e desvantagens:

As vantagens são as seguintes:

- 1) **Redução de Falhas Mecânicas:** A eliminação do transporte automático diminui a ocorrência de falhas mecânicas, reduzindo o tempo de paragem e os custos de manutenção.

- 2) Flexibilidade e Simplicidade: O método manual oferece maior flexibilidade e simplicidade na gestão das aparas, permitindo ajustes rápidos em caso de variações na produção.

Desvantagens Percebidas:

- 1) Retrógrada: A principal crítica é que a ideia pode ser vista como um retrocesso tecnológico, uma vez que substitui um processo automatizado por um manual.
- 2) Dependência de Mão de Obra: Aumenta a dependência de mão de obra, o que pode ser menos eficiente em termos de consistência e produtividade.

As estimativas de ganhos incluem a redução dos custos operacionais e a melhoria na eficiência do processo, apesar da resistência inicial à sua implementação:

- a) Redução de Custos Operacionais: Diminuição dos custos associados à manutenção e reparação dos sistemas automáticos de transporte.
- b) Melhoria da Eficiência: Aumento da eficiência no manuseio das aparas, com menor incidência de paragens e falhas.
- c) Flexibilidade Operacional: Maior flexibilidade para ajustar o processo de transporte em função das variações na produção, permitindo uma resposta mais rápida a mudanças nas condições operacionais.

Para poder ter sido considerada foi necessário efetuar os cálculos para perceber a viabilidade da sugestão e a sua eficiência potencial, e, o procedimento foi o seguinte:

- 1) Primeiramente determinou-se quanto tempo demora uma linha de brocagem inteligente a brocar um traço de cortiça. Para isso, cronometrou-se o tempo que esta demorou a realizar a brocagem, que no caso deu 22 segundos;
- 2) De seguida determinou-se o número de traços brocados por linha em uma hora, e a expressão foi a seguinte:

$$n = \frac{3600}{22} = 163 \text{ traços/linha}$$

- 3) Sabendo o número de traços numa linha por hora, agora determinamos o volume do traço e o volume do cesto:

$$V_{\text{traço}} = 35 * 5 * 4 = 700 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{cesto}} = 50 * 45 * 35 = 78750 \text{ cm}^3$$

- 4) Sabendo as dimensões tanto do traço como do cesto, podemos determinar, num caso de máxima eficiência, quantos traços caberiam dentro do cesto usado:

$$\text{Comprimento}_{\text{cesto} \times \text{traço}} = \frac{50}{35} \approx 1 \text{ cm}^3$$

$$Largura_{cesto \times traço} = \frac{45}{5} = 9 \text{ cm}^3$$

$$Altura_{cesto \times traço} = \frac{35}{4} \approx 8 \text{ cm}^3$$

As aproximações são arredondadas sempre para baixo, dado que seria muito mais próximo daquilo que seria a realidade.

Multiplicando estes valores teríamos 72 traços no cesto em máxima eficiência para o cesto estar completamente cheio.

- 5) Agora determinamos o caso pessimista, através do seguinte cálculo:

$$Pessimista = 72 * 0,5 = 36 \text{ traços}$$

Ou seja, num caso pessimista, onde apenas 50% do volume total é ocupado, teríamos 36 traços dentro do cesto. Isto acontece dado que a colocação dos traços dentro do cesto é aleatória, daí termos de analisar todos os cenários possíveis.

- 6) Por fim, determinamos o caso realista:

$$Realista = 72 * 0,75 \approx 54 \text{ traços}$$

Ou seja, no caso realista, mais provável, teríamos 50 traços dentro do cesto, sendo que não caberiam mais, devido à distribuição aleatória.

- 7) Depois, determinamos o tempo que demoraria a linha a produzir o número de traços de cada caso, para determinar a frequência com que os cestos teriam de ser despejados no tapete das linhas automáticas:

$$Máxima \text{ Eficiência} = \frac{72 * 3600}{163} = 27 \text{ min}$$

$$Pessimista = \frac{36 * 3600}{163} = 13 \text{ min}$$

$$Realista = \frac{54 * 3600}{163} \approx 20 \text{ min}$$

Com isto podemos concluir que, em máxima eficiência teríamos de despejar o cesto de 27 em 27 min, no caso pessimista de 13 em 13 min e, no realista de 20 em 20 min.

Analisando o caso realista, num dia de trabalho de 8 horas, um operador teria de despejar o cesto 24 vezes por dia.

A implementação desta proposta promete ganhos significativos na eficiência operacional, com um impacto positivo na sustentabilidade e na competitividade da

empresa. Contudo, teria bastantes entraves para a sua implementação, principalmente ao nível dos operadores e da sua ideologia mais retrógrada.

8. Conclusão e considerações finais

A presente dissertação analisou detalhadamente os processos produtivos na indústria de cortiça, com um enfoque especial na eficiência energética e na sustentabilidade. Os principais pontos abordados incluem a deteção e reparação de fugas de ar comprimido, a implementação de programas de manutenção preventiva e a sugestão de métodos inovadores para melhorar a eficiência operacional.

A identificação e reparação das fugas de ar comprimido mostraram-se cruciais para a melhoria da eficiência do sistema de ar comprimido. Utilizando equipamentos de ultrassom, foi possível localizar pontos de vazamento e, posteriormente, implementar medidas corretivas, como a substituição de componentes danificados e a vedação adequada das conexões. A criação de um programa de monitoramento contínuo garante a deteção e reparação proativas de novas fugas, minimizando perdas futuras.

A avaliação das condições de operação das máquinas do setor ROSA revelou a necessidade de um programa de manutenção preventiva focado em componentes críticos e na aplicação de materiais de isolamento térmico. Este programa visa reduzir perdas de calor, diminuir o desgaste das máquinas e, conseqüentemente, prolongar a vida útil dos equipamentos, além de promover um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

A sugestão de utilizar caixotes para o transporte manual de aparas de broca apresentou-se como uma alternativa viável para reduzir a dependência de sistemas automáticos sujeitos a falhas frequentes. Este método, embora simples, mostrou vantagens significativas, como a redução de falhas mecânicas e maior flexibilidade operacional. No entanto, a sua implementação exige uma mudança de paradigma, uma vez que aumenta a dependência de mão de obra.

A proposta de instalação de sensores de temperatura em permutadores de calor, ainda não implementada, baseia-se em fundamentos técnicos sólidos. A adoção desta medida preventiva e de otimização energética promete melhorar a precisão das medições e aumentar a eficiência dos permutadores de calor.

Adicionalmente, a mudança de motores específicos nas linhas de brocagem foi considerada uma medida fundamental para melhorar a eficiência energética. Foi proposta a substituição de motores existentes por modelos mais eficientes, como o “Motor Elétrico Trifásico WEG W22”, que apresentou uma redução significativa no consumo energético, variando de 35.33% a 37.26. Os cálculos demonstraram uma poupança anual de energia de aproximadamente 632 MWh, resultando numa poupança monetária de cerca de 10.000€ anuais para a troca dos motores em todas as linhas de produção.

As estimativas de ganhos com a implementação das medidas propostas são substanciais. A redução do consumo de energia não só diminui os custos operacionais, mas também tem um

impacto positivo no ambiente, reduzindo a pegada de carbono da unidade industrial. A substituição de motores e a aplicação de manutenção preventiva resultam em melhorias significativas na eficiência e confiabilidade das máquinas, aumentando o tempo de atividade e reduzindo paragens não planejadas.

A análise detalhada dos consumos energéticos e a implementação de ferramentas específicas e medidas de melhoria contínua são fundamentais para a otimização dos processos produtivos na indústria de cortiça. As ações sugeridas neste estudo não apenas visam melhorar a eficiência energética, mas também promover uma cultura de sustentabilidade e inovação dentro da organização. Com a adoção dessas estratégias, a empresa poderá alcançar níveis superiores de desempenho, competitividade e responsabilidade ambiental, consolidando-se como um exemplo de eficiência e sustentabilidade no setor.

9. Referências

- [1] 'Energia em Números | Observatório da Energia'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/energia-em-numeros>
- [2] 'Energia no meu país | Cinergia - Centro de Informação para a Energia'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.cinergia.pt/pt/energia-no-meu-pais>
- [3] 'Cinergia - Centro de Informação para a Energia'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.cinergia.pt/pt>
- [4] 'Setor Energético – Portugal Energia'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/>
- [5] 'APREN - Produção'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>
- [6] 'Decisions that matter Impacto da eletricidade de origem renovável', Nov. 2023.
- [7] 'Energia em Números | Observatório da Energia'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/energia-em-numeros>
- [8] DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia and Direção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística, 'Ficha Técnica - Balanço Energético Sintético 2022', pp. 1–17, Jun. 2023, Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: www.dgeg.gov.pt
- [9] 'Energy Efficiency | EESI'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.eesi.org/topics/energy-efficiency/description>
- [10] 'ADENE - Utilização Racional de Energia'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.adene.pt/comportamentos/>
- [11] 'Portugal Gold: The Cork Production (Number One Worldwide) - The Lisbon Guide - Updated 2024'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://lisbonguide.org/portugal-gold-the-cork-production-number-one-worldwide/>
- [12] 'Cork: A Look at One of Portugal's Biggest Industries - Portugalist'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.portugalist.com/portuguese-cork-guide/>
- [13] 'Industry Statistics | Cork Quality Council'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.corkqc.com/pages/industry-statistics>
- [14] H. Pereira, 'Evolução recente da indústria de cortiça'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: https://www.academia.edu/50691498/Evolu%C3%A7%C3%A3o_recente_da_ind%C3%BAstria_de_corti%C3%A7a

- [15] L. José, F. Sampaio, M. Arminda, and C. Alves, 'ANÁLISE DOS ASPETOS RELEVANTES DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DE ROLHAS DE CORTIÇA'.
- [16] J. Abenojar, A. Q. Barbosa, Y. Ballesteros, J. C. Del Real, L. F. M. Da Silva, and M. A. Martínez, 'Effect of surface treatments on natural cork: surface energy, adhesion, and acoustic insulation', *Wood Sci Technol*, vol. 48, no. 1, pp. 207–224, Jan. 2014, doi: 10.1007/s00226-013-0599-7.
- [17] 'Cork Forest Conservation Alliance | History of Cork - Cork Forest Conservation Alliance'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://corkforest.org/history-of-cork/>
- [18] 'Eficiência Energética'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/edificios/>
- [19] 'Pesquisa de normas - APCER'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/188/iso-50001>
- [20] 'ISO - ISO 50001 — Energy management'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>
- [21] Iso, 'ISO 50001 ISO 50001 Energy management systems', Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: www.climateworks.org/portfolios/energy-efficiency
- [22] E. Shove, 'What is wrong with energy efficiency?', *Building Research & Information*, vol. 46, no. 7, pp. 779–789, Oct. 2018, doi: 10.1080/09613218.2017.1361746.
- [23] 'Energy audits procedure of buildings and multicriteria analysis'.
- [24] 'Importance Of Energy Audits. The importance of reducing energy... | by Solutions Davenergy | Medium'. Accessed: Dec. 08, 2022. [Online]. Available: <https://medium.com/@solutionsdavenergy/importance-of-energy-audits-c41283d5184a>
- [25] 'TecnoVeritas - Auditorias Energéticas: Gestão de Energia e do Ambiente'. Accessed: Dec. 01, 2022. [Online]. Available: <https://www.tecnoveritas.net/pt/multimedia/newsletters-pt/industria/auditorias-energeticas/>
- [26] 'What Are Stakeholders: Definition, Types, and Examples'. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/s/stakeholder.asp>

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Alexandre Kenneina

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 28 de Setembro de 2024