U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2024/2025

Estratégias Integradas Para Uma Logística Sustentável

Caso De Estudo Num Grande Centro De Distribuição

ANA RITA MARQUES NUNES

Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

ORIENTADOR ACADÉMICO

Prof. Dr. João Falcão e Cunha
Professor Catedrático do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

ORIENTADOR NA EMPRESA

Eng. Eduardo Miguel Marinho
Responsável pelo Departamento de Manutenção da Sonae MC-Maia

JUNHO 2025

Mestrado em Engenharia do Ambiente 2024/2025
Departamento de Engenharia do Ambiente
Tel. +351 220413614
✉ catc@fe.up.pt

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias
4200-465 PORTO
Portugal
Tel. +351 22 508 1977 / 1405
✉ feup@fe.up.pt
http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Engenharia do Ambiente – 2024/2025 - Departamento de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2025*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Sempre por ela, a Avó Alice

“The Earth provides enough to satisfy every man's needs, but not every man's greed."

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação marca o culminar de uma etapa importante da minha vida académica e pessoal, e não teria sido possível sem o apoio, orientação e incentivo de várias pessoas a quem quero expressar a minha sincera gratidão.

Em primeiro lugar, agradeço à minha família, em particular aos meus pais, que com esforço e dedicação, me proporcionaram a oportunidade de prosseguir os estudos em prol de uma vida melhor do que aquela que lhes foi proporcionada. A possibilidade de frequentar o ensino superior e de realizar este mestrado é, em grande parte, fruto do apoio constante que sempre me deram, não apenas em termos materiais, mas também através dos valores que me transmitiram: responsabilidade, perseverança e humildade.

Agradeço aos meus orientadores, ao Professor Doutor João Falcão e Cunha por ter aceite este desafio desde o primeiro momento e por todas as recomendações académicas e profissionais. Ao Engenheiro Eduardo Marinho, que tanto através do seu trabalho, como nas experiências que partilhou comigo, me fez sentir ainda mais motivada para esta nova fase que agora se aproxima.

Agradeço ainda à Sonae MC pela oportunidade que me deu em realizar um estágio onde me senti verdadeiramente parte da equipa. Em particular ao Eng. Nuno, Eng. Ricardo, Eng. Gilberto e restantes colegas, que mesmo no *stress* do dia-a-dia a que os seus cargos obrigam, sempre estiveram disponíveis para me dar o apoio, ajuda e conselhos que precisei.
Aos colegas das demais equipas, Recursos Humanos, Saúde e Segurança no Trabalho e equipa da Direção, agradeço pela partilha de experiências e pela amabilidade com que me receberam.
À Rita Marques, que para além do nome e da mesa, partilhou comigo esta oportunidade de estágio.

Aos meus amigos que me acompanharam desde a licenciatura, que são também família, que estiveram presentes ao longo de todo este percurso, tanto nos bons momentos como nos mais exigentes, demonstrando sempre o seu apoio e confiança no meu trabalho.

À Cris e à Sara, as minhas principais companheiras no desafio que foi este mestrado, por tudo o que elas representaram. Pelos apontamentos que partilhamos, pelo apoio que sempre demonstraram e até pelos almoços no bar de minas, nunca esquecendo o Edu e o Henrique que sempre estiveram connosco.

Por fim, uma palavra especial ao Luís, que acreditou sempre que eu seria capaz, que ouviu sempre com atenção as minhas preocupações e que celebrou comigo os meus entusiasmos e conquistas. Por todo o respeito e compreensão que teve ao saber que esta etapa representava o topo das minhas prioridades no momento, por todo o apoio e encorajamento que foram essenciais para que eu nunca perdesse o foco e a determinação.

A todos os que ao longo do meu percurso estiveram presentes e tornaram tudo isto possível, o meu sincero obrigada.

RESUMO

A presente dissertação teve como foco o desenvolvimento e aplicação de uma Estratégia Integrada para a Sustentabilidade num centro de distribuição de grande escala, tendo como caso de estudo o entreposto da Sonae MC na Maia. Numa altura em que os desafios ambientais e energéticos se impõem como prioridades globais, este trabalho procurou demonstrar que é possível articular eficiência operacional com responsabilidade ambiental, através da implementação de medidas práticas e comportamentais ajustadas ao contexto logístico.

A estratégia desenvolvida assenta em três eixos de atuação principais: gestão de resíduos, formação e capacitação ambiental e eficiência energética. A metodologia seguiu uma abordagem mista, combinando a análise documental e estatística com observação direta, realização de inquéritos e interação com as equipas operacionais.

No que diz respeito à gestão de resíduos, o diagnóstico inicial revelou fragilidades ao nível da padronização da recolha e sinalização dos contentores. Deste modo, foram propostas melhorias como a reorganização dos pontos de recolha, a instalação de estruturas de proteção, a introdução de sinalética padronizada e a criação de instrumentos de motivação interna como o “Semáforo Sustentável” e o “Quadro de Honra”.

Ao nível da formação, constatou-se um nível de conhecimento ainda pouco desenvolvido por parte dos colaboradores sobre boas práticas ambientais, embora se tenha verificado uma elevada recetividade às iniciativas propostas. Foram, por isso, organizadas sessões de formação adaptadas aos diferentes turnos e setores, reforçadas por conteúdos digitais e pela criação de uma plataforma interna para acesso contínuo à informação. Adicionalmente, foi instituída a figura do Pivô Ambiental, promovendo a articulação entre equipas e chefias e o reforço da cultura de sustentabilidade.

Na vertente da eficiência energética, o foco centrou-se em dois consumidores de energia com maior oportunidade de atuação no entreposto: os sistemas de refrigeração e iluminação. Foram identificadas oportunidades de otimização, como a desativação programada de evaporadores durante períodos sem atividade nas câmaras refrigeradas.

Estas medidas resultam numa poupança anual de 17 954 € e podem evitar a emissão de 26,4 toneladas de CO_2 equivalente, com um investimento de apenas 1 937 €, traduzindo-se numa taxa de retorno inferior a dois meses.

No caso da iluminação, foram testadas medidas de controlo horário e aproveitamento da luz natural, com resultados igualmente positivos: uma economia de 2 803 € anuais e redução de 1,88 toneladas de CO_2 equivalente.

A análise dos resultados demonstrou que, através da conjugação entre medidas técnicas, envolvimento dos colaboradores e estratégias de comunicação interna, é possível implementar uma lógica de sustentabilidade real, mensurável e replicável. Esta abordagem contribui não apenas para a redução dos impactes ambientais, mas também para a melhoria da eficiência e redução de custos operacionais, revelando-se como um modelo aplicável a outros centros logísticos da organização.

PALAVRAS-CHAVE | Sustentabilidade, Logística, Eficiência Energética, Gestão de Resíduos, Formação Ambiental

ABSTRACT

This dissertation focuses on the development and application of an Integrated Sustainability Strategy in a large-scale distribution centre, using the Sonae MC warehouse in Maia as a case study. At a time when environmental and energy challenges are global priorities, this work sought to demonstrate that it is possible to combine operational efficiency with environmental responsibility through the implementation of practical and behavioural measures tailored to the logistics context.

The strategy developed is based on three main areas of action: waste management, environmental training and capacity building, and energy efficiency. The methodology followed a mixed approach, combining documentary and statistical analysis with direct observation, surveys and interaction with operational teams.

With regard to waste management, the initial diagnosis revealed weaknesses in the standardisation of collection and container signage. Improvements were therefore proposed, such as reorganising collection points, installing protective structures, introducing standardised signage and creating internal motivation tools such as the 'Sustainable Traffic Light' and the 'Honour Board'.
In terms of training, it was found that employees' knowledge of good environmental practices was still underdeveloped, although there was a high level of receptivity to the proposed initiatives. Training sessions were therefore organised, adapted to different shifts and sectors, reinforced by digital content and the creation of a SharePoint platform for continuous access to information. In addition, the role of Environmental Pivot was established, promoting coordination between teams and managers and reinforcing the culture of sustainability.

In terms of energy efficiency, the focus was on two energy consumers with the greatest opportunity for action in the warehouse: refrigeration and lighting systems. Opportunities for optimisation were identified, such as the scheduled deactivation of evaporators during periods of inactivity in cold rooms. These measures resulted in annual savings of 17 954€ and avoided the emission of 18.98 tonnes of CO_2 equivalent, with an investment of only 1 937€, translating into a return on investment of less than two months. In the case of lighting, measures to control lighting schedule and make use of natural light were tested, with equally positive results: annual savings of 2 803€ and a reduction of 1.88 tonnes of CO_2 equivalent.

Analysis of the results showed that, through a combination of technical measures, employee involvement and internal communication strategies, it is possible to implement a real, measurable and replicable sustainability approach. This approach not only contributes to reduce environmental impacts, but also to improving efficiency and reducing operating costs, proving to be a model that can be applied to other logistics centres within the organisation.

KEYWORDS | Sustainability, Logistics, Energy Efficiency, Waste Management, Environmental Training

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS ..... **VII**
RESUMO ..... **IX**
ABSTRACT ..... **XI**
1. INTRODUÇÃO **1**
1.1. Enquadramento E Relevância 1
1.2. Objetivos 2
1.3. Delimitação Do Estudo 2
1.4. Metodologia 4
1.5. Estrutura Da Dissertação 5
2. CONCEITOS RELEVANTES **6**
2.1. Sustentabilidade E Desenvolvimento Sustentável 6
2.2. Conceito De Dupla Materialidade 7
2.3. Melhores Técnicas Disponíveis 8
2.4. Indicadores De Desempenho 9
2.5. Modelos De Gestão Ambiental E Eficiência Energética 9
2.5.1. Sistemas De Gestão Ambiental- ISO 14001 10
2.5.2. Sistemas De Gestão Da Energia- ISO 50001 10
2.6. Situação Energética Em Portugal 11
2.7. Sistemas De Refrigeração Em Centros De Distribuição 11
2.8. Sistemas De Iluminação DALI 13
3. ENQUADRAMENTO DO CASO DE ESTUDO **14**
3.1. Grupo Sonae 14
3.2. Sonae MC 15
3.3. Centro De Distribuição Da Maia 15
3.4. Centros De Distribuição Da Azambuja E Vila Nova Da Rainha 17
3.5. Compromisso E Estratégias De Sustentabilidade 18
3.5.1. Relatório De Sustentabilidade 18
3.5.2. Sistema De Gestão Ambiental 19
4. ESTRATÉGIAS INTEGRADAS PARA A SUSTENTABILIDADE DO CDM DA SONAE MC **20**
4.1. Formação E Capacitação Para A Sustentabilidade 20
4.1.1. Diagnóstico E Oportunidades De Atuação 20
4.1.2. Atividades De Sensibilização 22
4.1.3. Programa De Formação 23
Conteúdos 24
Instrumentos De Comunicação 24
Pivô Ambiental 26
Confirmação Do Processo 27
4.2. Gestão De Resíduos 28
4.2.1. Padronização E Reestruturação Da Recolha De Resíduos 29
4.2.2 Estratégias Complementares 30
Semáforo Sustentável 30
Proteção De Equipamentos 31
Quadro De Honra 31
Integração Nos Quadros De Melhoria Continua 32
4.3. Gestão Sustentável Da Energia E Redução De Consumo No CDM 33
4.3.1. Consumo Energético 33
Análise Dos Consumos Globais 34

Análise Com Base No Consumo Por Caixa 35
4.3.2. Produção De Frio 35
Ajuste De Temperaturas Em Zonas Inativas 37
Análise Do Consumo Específico 37
Cálculo Dos Possíveis Ganhos 39
Teste De Variação De Temperatura 42
4.3.3. Iluminação 45
Diagnóstico Da Luminosidade Natural 45
Regulação Automática Da Luminosidade 49
Controlo Horário 50

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS 53

5.1. Tabela Resumo Do Das Principais Medidas Propostas 53
5.2. Principais Conclusões Do Estudo 54
5.3. Síntese Metodológica- Estratégia Integrada 55
5.4. Recomendações De Melhorias Futuras 57
5.4.1. Reforço Da Eficiência Na Gestão De Resíduos 57
5.4.2. Inovação Na Gestão De Energia 57
5.4.3. Replicabilidade De Boas Práticas 58
5.3.4. Desenvolvimento De Um KPI De Sustentabilidade Integrado 59
5.3.5. Benchmarking 59
5.4. Contributo Do Projeto Para Os Ods 61
5.5. Principais Desafios E Lições Aprendidas 63

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 64

ANEXOS 67

ANEXO A- Inquérito De Diagnóstico Da Cultura De Sustentabilidade 68
ANEXO B- Planeamento Da Primeira Ação De Formação 73
ANEXO C- Planeamento Dos Conteúdos Anuais De Formação 74
ANEXO D- Exemplos De Conteúdos De Formação 75
ANEXO E- Documento Partilhado Com Pivô Na Sessão De Kick-Off 76
ANEXO F- Quantidade De Caixas Expedidas 78
ANEXO G- Consumo Total Mensal Da Nova Instalação De Produção De Frio 79
ANEXO H- Potências Dos Evaporadores Alimentados Pela Nova Instalação . 80
ANEXO I- Plantas De Instalação Dos Evaporadores Considerados 81
ANEXO J- Proposta Orçamental Para Alteração Da Programação Da Produção De Frio 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Esquema representativo das áreas de atuação do projeto. Fonte: Autor. 3
Figura 2- Esquema referente à metodologia adotada. Fonte: Autor. 4
Figura 3- Esquema representativo da Dupla Materialidade. Adaptado de:(Belinky, 2023). 7
Figura 4- Esquema de um sistema de refrigeração. Fonte:(Genier et al., 2013)..... 12
Figura 5- Marcas Sonae MC. Fonte: (ECO Swipe News, 2025). 15
Figura 6- Distribuição geográfica dos Centros de Distribuição, Produção e Lojas da Sonae MC. Fonte: Sonae MC. 16
Figura 7- Esquema da divisão de conteúdos do inquérito realizado. Fonte: Autor. 21
Figura 8- Cartaz de sensibilização para poupança de recursos. Fonte: Sonae MC.... 23
Figura 9- Cartaz de recolha de sugestões de boas práticas. Fonte: Sonae MC. 23
Figura 10- Sessão de formação junto da equipa de PBS. Fonte: Autor..... 24
Figura 11- Menu principal do SharePoint da Sonae MC. Fonte: SharePoint Sonae MC. 25
Figura 12- Página de Formação de Sustentabilidade. Fonte: SharePoint Sonae MC. 25
Figura 13- Esquema representativo do processo de confirmação. Fonte: Autor..... 27
Figura 14- Recolha de plástico e papel nas operações de PBS. Fonte Autor..... 28
Figura 15- Recolha de resíduos orgânicos e indiferenciados. Fonte: Autor. 28
Figura 16- Contentores de recolha com cor para recolha específica, identificados como indiferenciados. Fonte: Autor..... 29
Figura 17- Ponto de recolha de embalagens e materiais contaminados. Fonte: Autor. 29
Figura 18-Ponto de recolha de óleos. Fonte: Autor. 29
Figura 19-Placas de sinalização.Fonte: (Sinalux, 2025))..... 30
Figura 20-Contentores de cor específica. Fonte:(Vertown, 2024)..... 30
Figura 21-Exemplos de identificações que podem ser usadas (ímanes observados no CD Azambuja). Fonte: Autor. 30
Figura 22-Esboço de estrutura de proteção de contentores realizado em AutoCad. Fonte: Autor. 31
Figura 23- Quadro de Indicadores de Melhoria Contínua no CD da Maia. Fonte: Autor. 32
Figura 24- Esquema da divisão das zonas refrigeradas do CDM- Fonte: Autor. 36
Figura 25- Curva de variação de temperatura no Corredor de Acesso ao Pescado. Fonte: CapTemp. 42
Figura 26-Curva de variação de temperatura na Sala de Preparação de Fruta. Fonte: CapTemp..... 43
Figura 27- Iluminação elétrica em zonas de claraboia no CD da Azambuja. Fonte: Autor..... 46
Figura 28- Iluminação elétrica em zonas de claraboia no CD da Maia. Fonte: Autor.. 46
Figura 29- Mapa do piso 0 do edifício Maia Centro com zonas de medição identificadas. Fonte: Sonae MC. 47
Figura 30- Zona 6 no dia do apagão apenas com iluminação natural. Fonte: Autor. .. 48
Figura 31- Zona 5 no dia do apagão apenas com iluminação natura. Fonte: Autor. ... 48

Figura A 1- Grupo 1 de questões presente no inquérito realizado. Fonte: Autor. 68
Figura A 2- Perguntas de Nível I presentes no Grupo 2 de questões. Fonte: Autor..... 69
Figura A 3- Perguntas de Nível II presentes no Grupo 2 de questões. Fonte: Autor. .. 70
Figura A 4- Perguntas de Nível III presentes no Grupo 2 de questões. Fonte: Autor.. 71
Figura A 5- Grupo 3 de questões presente no inquérito realizado. Fonte: Autor. 72
Figura A 6-Informação Semanal de Sustentabilidade divulgada de 18 a 24 de maio. Fonte: Autor..... 75
Figura A 7-Informação Semanal de Sustentabilidade divulgada de 25 a 31 de maio. Fonte: Autor. 75

Figura A 8- Planta dos Evaporadores Maia Centro Piso 0. Fonte: Sonae MC. 81
Figura A 9- Planta dos Evaporadores Maia Centro Piso 1. Fonte: Sonae MC. 82
Figura A 10- Proposta Orçamental. Fonte: SAMIFI Portuguesa. 83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Práticas de sustentabilidade relevantes. 18
Tabela 2- Tempo necessário para cada função e total semanal. 26
Tabela 3- Orçamento de equipamentos de recolha de resíduos. 30
Tabela 4- Consumos energéticos globais Sonae MC Maia. 34
Tabela 5- Consumos mensais por caixa expedida. 35
Tabela 6- Horários de inatividade por zona. 37
Tabela 7- Média de consumo mensal do sistema entre 2023 e 2025. 38
Tabela 8- Potências individuais e fração do total para cada câmara em análise. 39
Tabela 9- Valores referentes ao cálculo do retorno monetário e de emissões de GEE. 40
Tabela 10- Valores de luminosidade medidos por zona identificada. 47
Tabela 11- Resultados referentes à desativação da iluminação em horário controlado. 51
Tabela 12- Resumo das principais medidas propostas no trabalho. 53
Tabela 13- Resumo dos contributos do trabalho para os ODS. 61

Tabela A 1-Agenda e Conteúdo da Primeira Ação de Formação. 73
Tabela A 2- Planeamento Anual de Conteúdos de Formação e Campanhas de Sensibilização. 74
Tabela A 3- Unidades de Caixas Expedidas no CD da Maia desde 2022. 78
Tabela A 4- Consumos Totais Mensais Desde 2023 Referentes à Nova Instalação de Frio Positivo. 79
Tabela A 5- Potências Associadas a Cada Câmara e Potência Total. 80

LISTA DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

BAT | Best Available Techniques

BCSD | Business Council for Sustainable Development

BREF | Best Available Techniques Reference Documents

CDM | Centro de Distribuição da Maia

COP | Coeficient of Performance

DALI | Digital Addressable Lighting Interface

EMAS | Eco-Management and Audit Scheme

ESG | Environmental, Social and Governance

FV | Fotovoltaica

GEE | Gases de Efeito de Estufa

GRI | Global Reporting Initiative

GWP | Global Warming Potential

IA | Inteligência Artificial

ISO | Internal Organization for Standardization

KPIs | Key Performance Indicators

MTD | Melhores Técnicas Disponíveis

ODP | Ozone Depletion Potential

ODS | Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável

PBL | Pick by Line

PBS | Pick by Store

PDCA | Plan- Do- Check- Act

SGA | Sistema de Gestão Ambiental

SGE | Sistema de Gestão de Energia

SST | Saúde e Segurança no Trabalho

WBCSD | World Business Council for Sustainable Development

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento E Relevância

A temática da sustentabilidade tem-se revelado, nas últimas décadas, uma preocupação emergente em todos os setores a nível mundial. De uma forma mais específica, a sustentabilidade na distribuição e logística representa uma solução estratégica para as organizações uma vez que, alinhando os pilares sociais, ambientais e económicos, não só é possível atingir as exigências regulatórias para cada setor, como também é promovido o progresso das próprias empresas.

Em setores de logística e retalho, onde a pegada ecológica pode apresentar valores significativos, uma vez que dependem de elevados consumos de água, energia e recursos, torna-se fundamental ter este tema como uma preocupação central de modo a reduzir os impactes ambientais, promover uma utilização mais consciente dos recursos, melhorar a eficiência das operações, construir uma imagem corporativa mais responsável e ainda reforçar a sua competitividade no mercado (Koh et al., 2023).

A logística, de um modo geral, desempenha um papel essencial na cadeia de abastecimento global por assegurar o armazenamento, transporte e distribuição de produtos de forma eficaz. Em contrapartida, este setor está associado a impactes ambientais significativos uma vez que para além dos consumos de água e energia, apresentam valores elevados de emissões de gases de efeito estufa e de produção de resíduos. Os centros de distribuição, por corresponderem a locais essenciais para a movimentação de mercadorias, representam pontos estratégicos para a adoção de medidas de sustentabilidade com um potencial elevado para contribuir para a redução da pegada ecológica (Koh et al., 2023).

Os entrepostos da empresa Sonae MC, revelam ser uma componente fundamental para a marca na medida em que grande parte da mercadoria que abastece as lojas de que a empresa é detentora, é rececionada e distribuída a partir destes locais.
Nos entrepostos são recebidos diversos produtos com diferentes características, necessitando de condições de armazenagem adequadas, desde ambientes refrigerados para a conservação de produtos perecíveis, a espaços secos destinados a mercadorias não alimentares, traduzindo-se na existência de múltiplas oportunidades de otimização dos processos, tendo em vista a sustentabilidade.

1.2. Objetivos

A crescente preocupação com a adoção de processos de melhoria contínua deu o mote para a elaboração da presente dissertação onde se procurou não só implementar medidas técnicas onde seja garantida a redução dos consumos e desperdícios, mas também criar, no entreposto da Sonae MC, uma cultura sobre sustentabilidade mais consciente e ativa dentro das diversas equipas.
O objetivo principal passou por aliar a eficiência das operações com os compromissos ambientais da empresa através da mudança de comportamentos e da melhoria dos processos.

Desta forma, foram definidas metas específicas de modo a assegurar que o propósito deste trabalho é concretizado, entre as quais se destacam:

- Caracterizar a cultura atual de sustentabilidade e gestão ambiental;
- Avaliar o desempenho em termos de gestão de resíduos e consumos energéticos;
- Desenvolver propostas de ações formativas;
- Apresentar recomendações técnicas e operacionais para melhorar os processos de gestão e consumo de recursos.

Para além dos resultados imediatos, o presente trabalho teve como finalidade, através de uma visão holística, promover o compromisso coletivo, de modo a deixar uma solução reaplicável e duradoura para a forma como os colaboradores se relacionam com o tema.

Esta abordagem que procura aliar a inovação técnica com a formação e comunicação tem em vista assegurar que a sustentabilidade não seja encarada como um objetivo pontual, mas sim como parte da cultura de gestão.

1.3. Delimitação Do Estudo

O presente trabalho enquadra-se no âmbito da sustentabilidade empresarial, conceito este que se sustenta em três pilares: social, económico e ambiental e que, embora distintos, atuam de forma interdependente. Deste modo, qualquer ação aplicada num dos três domínios, tem repercussões diretas e indiretas sobre os restantes, o que reforça a necessidade de uma abordagem integrada.
Não obstante, é importante referir que o foco desta dissertação recai, de forma mais específica sobre as componentes ambiental e económica. Esta decisão metodológica prende-se com a estrutura organizacional da Sonae MC, a qual possui um departamento dedicado à gestão dos recursos humanos (*People*) que está encarregado de assegurar o desenvolvimento da componente social.

No que diz respeito à sustentabilidade ambiental, esta aborda uma múltipla variedade de temáticas. Entre os vários exemplos de atuação, destacam-se:

- Gestão de Recursos: Utilização e conservação da água, solo, florestas, minérios e demais;
- Proteção da Biodiversidade: Preservação de espécies e ecossistemas;
- Qualidade da água: Proteção de corpos hídricos e tratamento adequado de efluentes;
- Gestão de Resíduos: Redução, reutilização, reciclagem e destino final;
- Energia Sustentável: Uso de fontes renováveis, gestão eficiente e descarbonização;
- Clima e Alterações Climáticas: Redução de emissões e adaptação a mudanças climáticas;
- Qualidade do Ar: Monitorização e redução da poluição.

Apesar da amplitude temática que caracteriza a sustentabilidade ambiental, a componente prática do presente trabalho incidiu apenas em três áreas, selecionadas com base na relevância atual para a empresa onde foi desenvolvido, tendo também em consideração os resultados obtidos na sua mais recente auditoria ambiental.

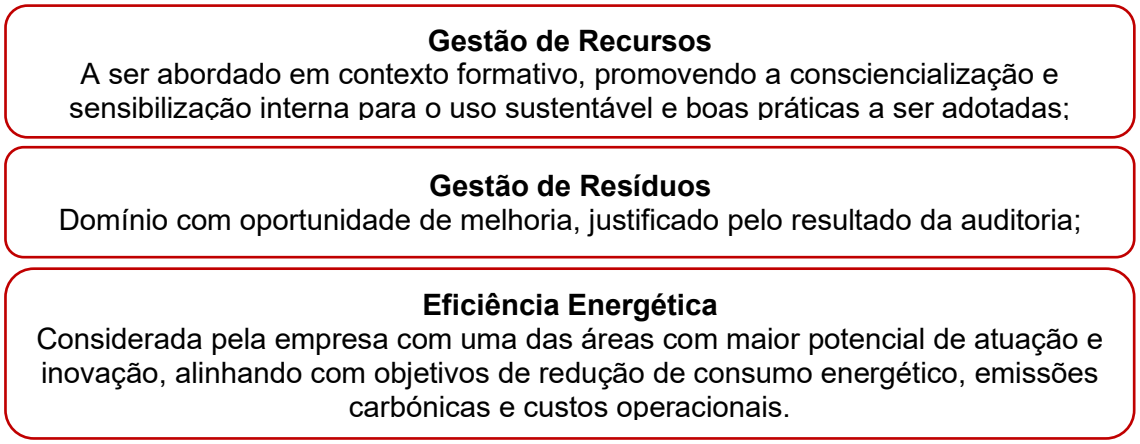


Figura 1- Esquema representativo das áreas de atuação do projeto. Fonte: Autor.

Em suma, a definição dos limites e áreas de atuação do estudo em questão permitiu uma abordagem focada e uma resposta concreta às necessidades da organização. Desta forma foi possível criar uma base sólida para a implementação de práticas sustentáveis com impacte real.

1.4. Metodologia

A metodologia adotada foi estruturada de modo a garantir uma abordagem rigorosa para a análise de cada tópico do presente projeto. De forma a dar uma resposta adequada a cada necessidade, seguiu-se um processo composto pelas seguintes fases:

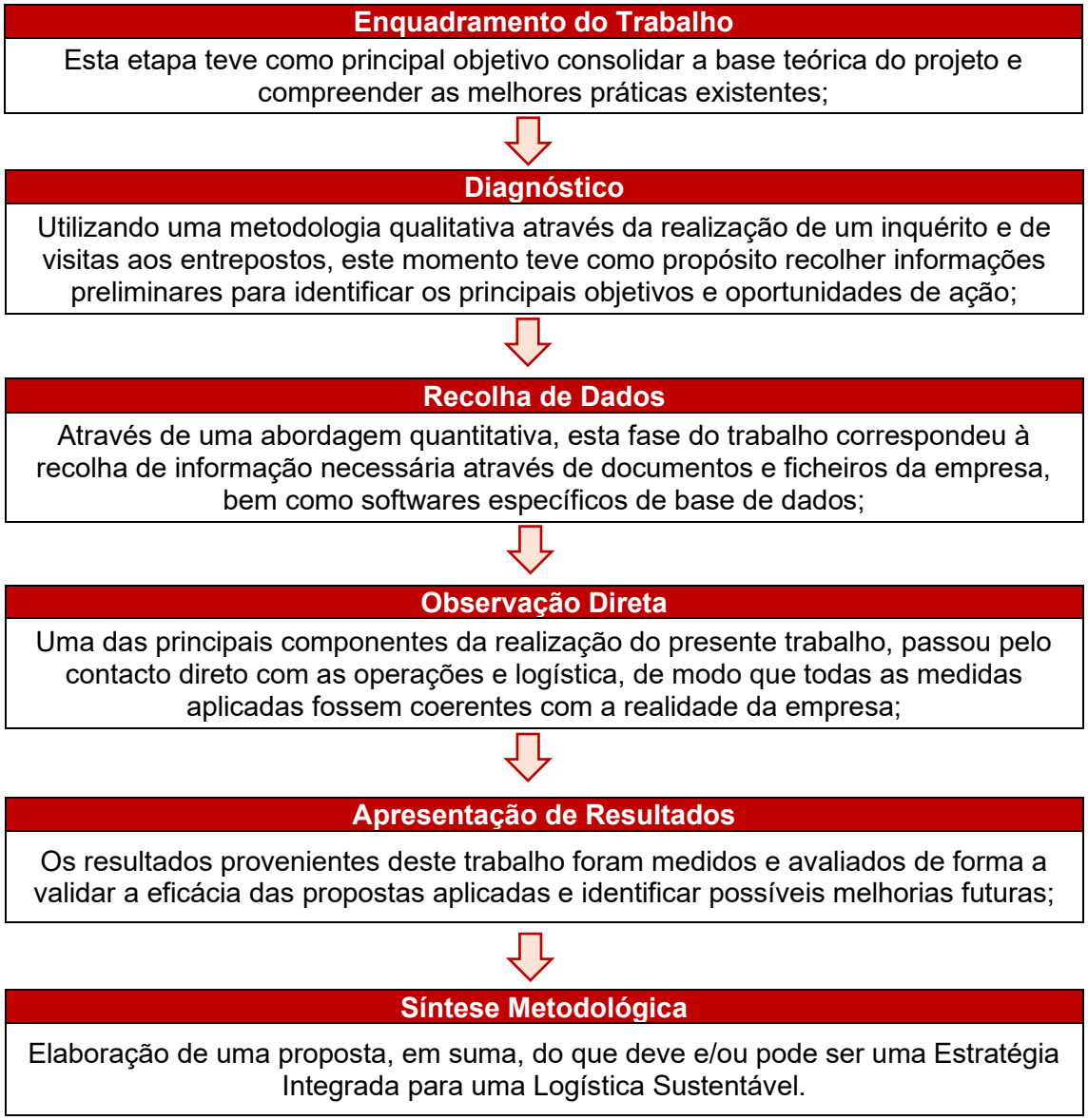


Figura 2- Esquema referente à metodologia adotada. Fonte: Autor.

Deste modo, a metodologia aplicada assegurou um processo organizado e contínuo o que permitiu responder de forma fundamentada aos objetivos propostos e garantir a aplicabilidade dos resultados obtidos.

1.5. Estrutura Da Dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos principais, desde o enquadramento teórico dos conceitos relevantes até à aplicação prática, análise e conclusões do estudo. A estrutura adotada visa garantir uma compreensão lógica e progressiva dos temas abordados, facilitando a contextualização, a análise crítica e a proposta de soluções no âmbito da sustentabilidade ambiental em contexto empresarial.

Capítulo 1 – Introdução: Apresenta o enquadramento do tema, os objetivos do estudo, a delimitação da investigação, a metodologia adotada e a estrutura geral da dissertação.

Capítulo 2 – Conceitos Relevantes: Reúne os principais conceitos teóricos que sustentam o estudo, nomeadamente a sustentabilidade, a dupla materialidade, as melhores técnicas disponíveis, os indicadores de desempenho e os modelos de gestão ambiental e energética, com destaque para as normas ISO 14001 e ISO 50001.

Capítulo 3 – Enquadramento do Caso de Estudo: Descreve a organização em análise, o Grupo Sonae, com especial foco na Sonae MC e nos seus centros de distribuição. É igualmente abordada a estratégia de sustentabilidade da empresa, incluindo a análise do Relatório de Sustentabilidade e do seu Sistema de Gestão Ambiental.

Capítulo 4 – Estratégias Integradas para a Sustentabilidade: Apresenta e analisa as principais ações desenvolvidas em três áreas-chave: formação e capacitação para a sustentabilidade, gestão de resíduos e gestão energética.

Capítulo 5 – Considerações Finais e Perspetivas Futuras: Sintetiza as principais conclusões do estudo, identifica o contributo do projeto para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresenta recomendações para melhorias futuras, sistematiza a abordagem metodológica adotada e reflete sobre os principais desafios e lições aprendidas ao longo do processo.

A dissertação inclui ainda os elementos pré-textuais (capa, agradecimentos, resumo e *abstract*, índices e abreviaturas) e os elementos pós-textuais, como anexos e bibliografia, que complementam e sustentam a análise desenvolvida ao longo do documento.

2. CONCEITOS RELEVANTES

2.1. Sustentabilidade E Desenvolvimento Sustentável

Até à década de setenta verificava-se, no setor empresarial, um predomínio da valorização da componente económica face à abordagem relativamente ao ambiente que era encarada como uma necessidade secundária. A prática de atividades que pudessem contribuir para a redução dos encargos financeiros era priorizada em comparação com as ações que pudessem promover eficiência ambiental (Almeida, 2002).

Com o aumento dos desastres ambientais associados às indústrias e a crescente procura, por parte dos consumidores, por produtos e serviços com origens sustentáveis, as organizações viram-se obrigadas a dar respostas reais a esta problemática, o que conduziu à definição do termo: Desenvolvimento Sustentável (Almeida, 2002).
No ano de 1983 foi criada uma Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento que propunha dedicar-se ao estudo e à promoção do diálogo sobre a temática da sustentabilidade (Almeida, 2002). Como resultado desta comissão, foi publicado em 1987, o "Relatório de Brundtland" no qual se define que o conceito de desenvolvimento sustentável se baseia na capacidade de dar resposta às necessidades do presente, sem que esta mesma capacidade seja comprometida no futuro (Brundtland Commission, 1987).

Estabelecida a definição de que a utilização de todos os recursos, afeta todos os indivíduos, tornou-se evidente que a sustentabilidade não poderia ser abordada de forma isolada devendo, por isso, integrar três vertentes fundamentais: económica, social e ambiental. Estes pilares são interdependentes e o equilíbrio entre eles é o motor que promove o desenvolvimento sustentável de forma consistente e duradoura (Almeida, 2002). Em detalhe, o ramo económico procura criar valor e património sem comprometer a utilização de recursos naturais, por outro lado, a componente ambiental visa reduzir os impactes das atividades humanas no meio ambiente, preservando os ecossistemas, por fim, a vertente social dedica-se ao bem-estar das pessoas assegurando que todas as suas as necessidades são atendidas com equidade (Froehlich & Bitencourt, 2016).
Neste contexto e acompanhando a evolução das necessidades globais, a Organização das Nações Unidas, define, em 2016, os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, um conjunto de 17 metas que, de forma interligada, abrangem as várias dimensões sociais, económicas e ambientais. Estes objetivos, aprovados pelos líderes mundiais, não são apenas responsabilidade dos governos, mas representam uma orientação prática para as empresas que os devem conciliar com as suas estratégias de negócio e operações (UNRIC, 2018).

As organizações, ao integrarem os diversos conceitos de sustentabilidade na sua gestão, contribuem de forma direta para atingir os ODS e, em paralelo, gerar valor económico a longo prazo. Adicionalmente, a preocupação crescente dos consumidores na aquisição de produtos e serviços com origem sustentável, tem levado a que as entidades empresariais, adotem práticas mais responsáveis para assegurar a competitividade do mercado. Desta forma, as empresas, para além da sua influência na preservação dos recursos e ecossistemas, devem também salvaguardar que os seus impactes sociais e económicos sejam positivos. Não colocar estes aspetos no centro das suas prioridades pode traduzir-se em danos ambientais e perdas tanto económicas como de oportunidades de negócio.

2.2. Conceito De Dupla Materialidade

No contexto empresarial atual, a aplicação da definição de sustentabilidade segundo a estratégia ESG vai além de cumprir apenas com os requisitos superficiais, pelo que se torna essencial compreender de forma aprofundada o conceito de materialidade.

Originalmente utilizada no ramo da contabilidade, o conceito de materialidade foi sendo incorporado nos setores de gestão empresarial e sustentabilidade. De um modo geral, entende-se por material toda a informação que possa influenciar significativamente as decisões das partes interessadas (*steakholders*). Este conceito procura definir e priorizar os impactes, tanto dentro das empresas como os com origem nas suas envolventes que devem ser geridos e comunicados pelas organizações. A sua noção é fundamental de modo a articular a atuação empresarial com os diversos contextos, sociais, económicos e ambientais, uma vez que, em certos casos, as complexidades das operações tornam inevitável a necessidade de monitorização e gestão de todos os impactes gerados pela sua atividade (Belinky, 2023).

A Diretiva (EU) 2022/2464 do Parlamento Europeu e do Conselho que altera os anteriores regulamentos e diretivas que diziam respeito ao relato de sustentabilidade das empresas insere um novo conceito a ter em consideração, a dupla materialidade (União Europeia, 2022).
A noção de dupla materialidade alia os impactes das organizações na sua envolvente, bem como os impactes da envolvente nas próprias organizações. Neste sentido distinguem-se então:

- Materialidade de Impacte: Referente ao impacte que as empresas podem causar de forma direta ou através da sua cadeia de valor, nas pessoas, comunidade e ambiente, tanto a curto como médio e longo prazo (Belinky, 2023);

- Materialidade Financeira: É resultante de acontecimentos externos como consequências das alterações climáticas a que as organizações estão expostas e que podem afetar os seus resultados financeiros igualmente a curto, médio e longo prazo (Belinky, 2023).

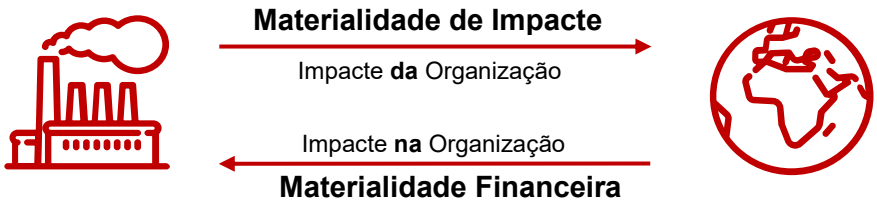


Figura 3- Esquema representativo da Dupla Materialidade. Adaptado de:(Belinky, 2023).

Num contexto operacional como o de um centro de distribuição que envolve uma logística complexa e interações constantes com a cadeia de valor, as comunidades e meio ambiente, a dupla materialidade garante a aplicação de uma abordagem estratégica. Ao considerar os impactes externos e internos, torna-se possível desenvolver um plano de sustentabilidade ambiental mais robusto capaz de gerar valor a longo prazo e responder de forma transparente às expectativas dos *steakholders.*

2.3. Melhores Técnicas Disponíveis

Como referido no Enquadramento do presente documento, a proteção ambiental e a sustentabilidade são temas que requerem cada vez mais atenção das organizações empresariais e de órgãos governativos a nível mundial pelo que é necessário atuar de forma imediata e continua para garantir o desenvolvimento sustentável.
De modo a dar resposta a esta premissa, a União Europeia encontrou a necessidade de desenvolver um conjunto de instrumentos legislativos que regulassem as atividades industriais com a finalidade de reduzir o impacte ambiental das instalações. Entre esse conjunto, destaca-se a Diretiva das Emissões Industriais (Diretiva 2010/75/EU) que estabelece um quadro legal que procura prevenir e controlar a poluição com origem nas atividades industriais (European Commission, 2025)

No regime jurídico estabelecido pela diretiva referida, encontram-se a definição das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD), comumente designadas por BAT, e dos respetivos documentos de referência, os BREF (*Best Available Techniques Reference Documents*). A Diretiva das Emissões Industriais define que as BAT são as técnicas que apresentam maior eficácia no que toca ao nível de proteção do ambiente e ainda, são economicamente viáveis nas suas condições de operação. As técnicas definidas pelo BAT, são posteriormente publicadas na forma de documentos oficiais e estabelecem critérios e limites que as instalações industriais são juridicamente obrigadas a cumprir, a menos que sejam capazes de justificar a não adoção destas metodologias (Jornal Oficial da União Europeia, 2010)

Por sua vez, os documentos BREF correspondem a artigos técnicos e extensivos, desenvolvidos pelo *European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau*, coordenado pela Comissão Europeia e dizem respeito a setores industriais específicos. Estes documentos reúnem os conhecimentos técnicos mais atualizados sobre os processos produtivos de cada ramo industrial no que toca ao desempenho e gestão ambiental, fornecendo também, valores de referência (European Commission, 2025).

Na prática, a aplicação destes conceitos contribui, não só para a eficácia dos processos e melhoria do desempenho ambiental das indústrias, como permite uniformizar os métodos de operação no mercado europeu, o que evita que operadores que ofereçam os mesmos serviços, cumpram requisitos ambientais distintos. Adicionalmente, estes documentos são promotores da inovação contínua e do investimento em novas tecnologias e práticas operacionais.

2.4. Indicadores De Desempenho

A definição e implementação de indicadores de desempenho representam um papel central na gestão eficiente e sustentável de cadeias logísticas. No âmbito da logística sustentável, os *Key Performance Indicators* (KPIs) devem refletir os pilares ambiental, social e económico, permitindo uma avaliação abrangente da performance organizacional em direção à sustentabilidade (Saeed & Kersten, 2020).

Estes indicadores, quando bem estruturados, possibilitam a monitorização de processos, o suporte à tomada de decisão estratégica e a identificação de oportunidades de melhoria contínua. A utilização de KPIs orientados para a sustentabilidade contribui para alinhar as operações logísticas com políticas ambientais, regulamentos de eficiência energética e metas organizacionais de responsabilidade social (Lenort et al., 2022).

A construção destes indicadores requer uma abordagem metodológica rigorosa, que considere tanto a natureza do sistema logístico como os objetivos específicos da avaliação. Critérios como relevância, disponibilidade de dados e alinhamento estratégico são fundamentais no processo de seleção e desenvolvimento de KPIs sustentáveis (Gomes et al., 2018). Além disso, a literatura enfatiza a importância de indicadores que permitam comparabilidade ao longo do tempo e entre diferentes operações ou unidades de negócio (Gomes et al., 2018; Lenort et al., 2022; Saeed & Kersten, 2020).

No contexto dos centros de distribuição, indicadores de eficiência energética ganham relevância à medida que as empresas procuram cada vez mais reduzir o consumo de energia, minimizar as emissões de gases com efeito de estufa e melhorar os recursos operacionais. KPIs direcionados para o desempenho energético não só promovem a sustentabilidade ambiental, como também resultam em ganhos económicos diretos, aumentando a competitividade e a resiliência das operações logísticas (Gomes et al., 2018; Lenort et al., 2022; Saeed & Kersten, 2020).

A integração de métricas sustentáveis nas atividades logísticas deve ser orientada por uma estrutura teórica sólida, que justifique a escolha dos indicadores com base em critérios técnicos, ambientais e organizacionais. Este enquadramento é essencial para garantir a fiabilidade dos resultados e a aplicabilidade dos indicadores no contexto real de centros de distribuição.

2.5. Modelos De Gestão Ambiental E Eficiência Energética

Como já referido anteriormente, o aumento da preocupação dos impactes ambientais associados às atividades económicas, tem incentivado a que as empresas adotem métodos de gestão que promovam práticas mais eficientes e sustentáveis. Desta forma, os modelos de gestão, surgem como estratégia fundamental para a integração de questões ambientais na gerência das empresas.
Entre os diversos métodos disponíveis, destacam-se as normas ISO (Internal Organization for Standardization). O propósito destes *standards* internacionais baseia-se em oferecer às empresas referências que permitam orientar a sua gestão de modo que as mesmas sejam capazes de dar resposta às alterações climáticas bem como mitigar os seus impactes no meio ambiente de acordo com as suas necessidades socioeconómicas (ISO, 2015).
No âmbito do presente trabalho, destacam-se as normas específicas para a gestão ambiental e energética, no caso as ISO 14001 e ISO 50001, respetivamente.

2.5.1. Sistemas De Gestão Ambiental- ISO 14001

A ISO 14001 estabelece as condições necessárias para que as empresas possam definir o seu SGA de forma eficaz e que permita identificar, controlar e reduzir os impactes ambientais consequentes das suas atividades, promovendo, em simultâneo, a melhoria do seu desempenho. Importa destacar que a norma não impõe ações nem metas específicas, no entanto, exige às organizações que definam os seus próprios objetivos de acordo com a política ambiental, obrigações legais e aspetos ambientais significativos (ISO, 2015).

A versão mais recente, publicada em 2015 adota a estrutura de alto nível (HLS- High-Level Structure), comumente utilizada noutras normas como o caso da ISO 9001 (qualidade) e ISO 50001 (energia). Este tipo de estrutura facilita a integração de diferentes sistemas de gestão dentro de uma mesma organização, trazendo uma série de vantagens entre as quais a melhoria do desempenho ambiental, o cumprimento da legislação imposta, a redução de custos operacionais e de riscos, a melhoria da reputação corporativa e um maior envolvimento dos colaboradores desde a gestão de topo aos operários logísticos (ISO, 2015).

Esta norma é aplicável a organizações de qualquer dimensão e setor e embora a certificação ISO 14001 não seja obrigatória, muitas organizações optam por obtê-la como forma de partilhar o seu compromisso com o ambiente perante os clientes, parceiros e entidades reguladoras.

2.5.2. Sistemas De Gestão Da Energia- ISO 50001

Tal como a anterior, a ISO 50001 é uma norma internacional desenvolvida pela ISO com o objetivo de definir os requisitos para um Sistema de Gestão de Energia (SGE) que guie as organizações para a melhoria contínua do seu desempenho energético e promove o uso eficiente de energia, redução de consumo e emissão de GEE. A mais recente versão, datada de 2018, está igualmente organizada pela estrutura de alto nível de modo a alcançar os benefícios anteriormente referidos (ISO, 2018).

Mais uma vez, esta norma é aplicável a organizações de qualquer dimensão e setor e embora a certificação não seja obrigatória, representa uma forma de partilhar o seu compromisso com o ambiente perante os clientes, parceiros e entidades reguladoras.

A ISO 50001 constitui uma ferramenta poderosa para promover a eficiência energética de forma estruturada, mensurável e sustentável. A sua implementação ajuda as organizações a integrarem a gestão da energia nos seus processos de decisão, fomentando a inovação, a responsabilidade ambiental e a competitividade. Quando combinada com a ISO 14001, permite uma abordagem integrada à gestão ambiental e energética, com ganhos significativos a nível económico e ecológico.

2.6. Situação Energética Em Portugal

Portugal tem apresentado avanços significativos no domínio da transição energética, destacando-se pela crescente aposta em fontes de energia renovável, nomeadamente hídrica, eólica e solar, no seu mix elétrico nacional. A par disso, o país tem assumido compromissos ambiciosos no contexto europeu e internacional, consubstanciados na Estratégia Nacional para a Energia e Clima 2030 (ENEC 2030) e no Plano Nacional Energia e Clima (PNEC 2030), que preveem uma redução do consumo de energia primária e final, bem como um reforço da eficiência energética em 35% até 2030 (APA, 2024b).
Não obstante dos avanços verificados, setores como a logística correspondem a uma fatia considerável do consumo energético nacional e das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), o que evidencia a necessidade de estratégias específicas para a sua descarbonização e racionalização do uso de energia (APA, 2023).

Os centros de distribuição, dado o seu consumo intensivo de recursos, com elevados consumos associados a iluminação, climatização, refrigeração e movimentação de mercadorias, surgem como pontos críticos de atuação para se alcançar uma logística mais eficiente e sustentável (Ferreira Montalvão, 2021; Kaizen Institute, 2025b).

A presente dissertação insere-se numa lógica de resposta ativa aos desafios descritos, ao propor e testar um plano de sustentabilidade e eficiência energética num centro de distribuição da Sonae MC. Através de um diagnóstico detalhado das práticas existentes e da análise dos principais consumos energéticos, foram propostas medidas técnicas e operacionais com impacte direto na redução de consumos e custos.
Entre as soluções propostas, destacam-se intervenções nos sistemas de iluminação e de produção de frio, ambos consumidores relevantes de energia nestas infraestruturas. Simultaneamente, foi adotada uma abordagem centrada nas pessoas, com ações de formação, nomeação de pivôs ambientais e implementação de instrumentos de sensibilização contínua, reconhecendo que a eficiência energética também se faz através da transformação comportamental.

A utilização das normas ISO 14001 (Gestão Ambiental) e ISO 50001 (Gestão de Energia) como referencial para este plano contribui para garantir que a melhoria do desempenho energético se faz de forma sistemática, mensurável e alinhada com as melhores práticas internacionais.
Este trabalho procura, de igual forma, abordar uma perspetiva replicável, permitindo que a metodologia adotada possa ser aplicada nos demais entrepostos da Sonae MC.

2.7. Sistemas De Refrigeração Em Centros De Distribuição

Nos centros de distribuição, especialmente no processo de garantia da cadeia de frio, os armazéns refrigerados são cruciais para manter a qualidade e segurança dos produtos perecíveis como frutas, vegetais, carnes e laticínios, evitando o crescimento microbiano e reduzindo perdas que podem atingir 20 % sem controlo térmico adequado (Cruz Rodrigues, 2019).

De um modo simplificado, o sistema de refrigeração industrial por amoníaco (NH_3) funciona com base num ciclo de compressão de vapor, composto por quatro etapas:

No evaporador, o refrigerante líquido em baixa pressão circula nas serpentinas dentro das câmaras. Ao evaporar, absorve calor do interior, reduzindo a temperatura e mantendo a atmosfera adequada para conservação (Taveira Barria, 2015).

No compressor, o gás amónia resultante é captado e comprimido, elevando a sua pressão e temperatura, passo essencial para que o calor absorvido seja removido posteriormente (Taveira Barria, 2015).

Já no condensador, o gás quente é resfriado por ar ou água, condensando-se novamente em líquido. Durante esta fase, o calor é rejeitado para o exterior (Taveira Barria, 2015).

Por fim, na válvula de expansão, o líquido sofre uma queda brusca de pressão, provocando nova diminuição de temperatura antes de regressar ao evaporador e reiniciar o ciclo (Taveira Barria, 2015) .

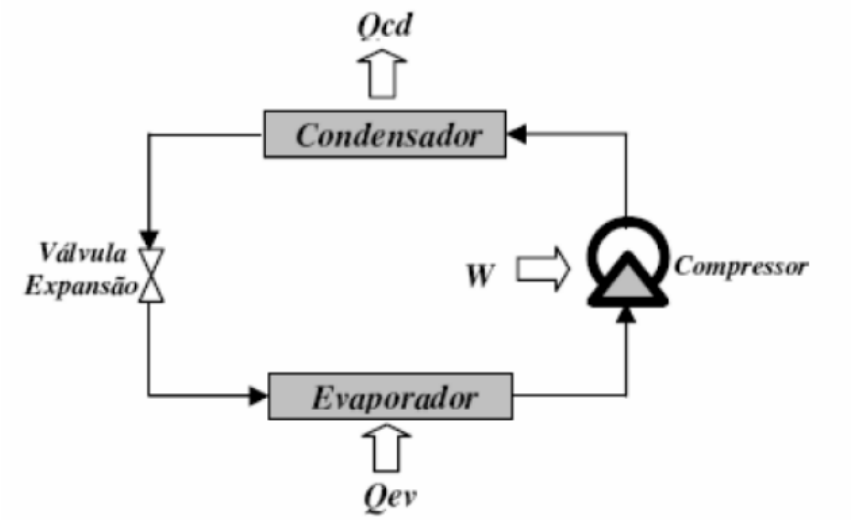


Figura 4- Esquema de um sistema de refrigeração. Fonte:(Genier et al., 2013).

A escolha do NH_3 como fluido refrigerante justifica-se não apenas pelas suas excelentes propriedades termodinâmicas como o elevado coeficiente de performance (COP), mas também pelo seu impacto ambiental nulo em termos de potencial de aquecimento global (GWP) e de destruição da camada de ozono (ODP)(McLay et al., 2024).
Não obstante, a sua utilização exige elevados padrões de segurança devido à sua toxicidade, o que torna essencial a implementação de sistemas de deteção e contenção eficazes.
Deste modo, o domínio técnico do funcionamento destes sistemas, aliado à compreensão das suas vantagens e exigências operacionais, é essencial para melhorar o desempenho energético dos centros de distribuição e garantir a sustentabilidade das cadeias logísticas modernas.

2.8. Sistemas De Iluminação DALI

O sistema DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*) é um protocolo de controlo digital bidirecional, criado na década de 1990 como substituto dos sistemas analógicos e padronizado globalmente pela norma IEC 62386 desde 2002. Administra-se atualmente através da *Digital Illumination Interface Alliance*, que promove a certificação DALI-2 para garantir interoperabilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes (TRILUX Lighting Ltd., 2025).

O DALI é uma tecnologia usada para controlar luzes de forma eficiente e inteligente. Em vez de usar apenas interruptores simples, o DALI permite enviar sinais digitais para cada luz ou grupo de luzes. Isso é possível graças a um cabo com dois fios, que envia tanto energia como informação, sem se considerar a polaridade (isto é, não importa a ordem dos fios). Com este sistema, é possível ligar e desligar até 64 luzes ou aparelhos e 64 controladores (como sensores ou botões) dentro do mesmo circuito. Cada aparelho recebe um número para ser identificado e pode ser incluído em grupos ou cenas, como por exemplo “luzes do escritório” ou “modo de noite”(Digital Illumination Interface Alliance, 2021; KNX HUB, 2025).

Através da utilização do sistema descrito, é possível ajustar a intensidade da luz em 256 níveis, o que permite mudanças suaves e agradáveis à vista. Na versão mais recente (DALI-2), também se podem usar sensores de movimento, medidores de luz ambiente e até controlar a cor da luz (por exemplo, luz branca fria de dia e quente à noite) (Digital Illumination Interface Alliance, 2021; TRILUX Lighting Ltd., 2025).

Em resumo, o DALI representa uma solução madura, eficiente e expansível para controlo inteligente de iluminação em edifícios comerciais, industriais ou públicos, combinando precisão, monitorização, capacidade de resposta e compatibilidade com fontes renováveis e tendências de eficiência energética.

3. ENQUADRAMENTO DO CASO DE ESTUDO

3.1. Grupo Sonae

A Sonae, fundada em 1959 pelo empresário Afonso Pinto de Magalhães como Sociedade Nacional de Estratificados, inicia a sua atividade no mercado como uma indústria de madeiras processadas. Posteriormente, Belmiro de Azevedo assume a liderança da empresa diversificando as áreas de negócio adquirindo uma nova fábrica de aglomerados de madeira, investindo na produção de aglomerado revestido e criando empresas na área da construção, restauração e hotelaria. Em 1983 a Sonae e a *Promodès* (grupo francês de distribuição) assumem uma aliança para renovar o negócio do retalho sendo que, no mesmo ano, a empresa entra no mercado de capitais com uma cotação de aproximadamente 2,3 milhões de euros (SONAE SGPS, 2025a).

Mais tarde, em 1985, abre o primeiro hipermercado em Portugal, o Continente de Matosinhos, marcando o início da atividade da Sonae Distribuição (resultado da aliança anteriormente referida). Na mesma década a Sonae inaugura o seu primeiro hotel (Porto Sheraton) e os seus primeiros dois centros comerciais (em Portimão e Albufeira) estabelecendo-se assim no mercado imobiliário. A empresa investe também no setor do jornalismo através da Rádio Nova e do lançamento do jornal Público.
No final dos anos noventa a Sonae assegura a sua posição no mercado entrando no retalho especializado através da criação de marcas como a Modalfa, Worten, Maxmat, etc. (SONAE SGPS, 2025b)
Esta especialização foi-se reafirmando ao longo dos últimos anos e atualmente, o o Grupo Sonae conta com uma lista de 9 *sub-holdings* em 71 países e representa 62 marcas, o que torna o Grupo numa das maiores multinacionais portuguesas da atualidade. (SONAE SGPS, 2025a).

Reconhecendo o forte impacte ambiental do setor empresarial e indústria, a Sonae coloca a sustentabilidade no topo das suas prioridades de gestão, tendo como foco a minimização do impacte ambiental da sua atividade e a promoção de uma economia circular de forma a criar valor para a empresa e para a sociedade. Em 1995 destaca-se como a primeira empresa portuguesa a ser representada no World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). No seguimento, em 2017, subscreve a Carta de Princípio do BCSD Portugal que inicia uma aliança entre empresas portuguesas em prol dos compromissos comuns relativos à sustentabilidade (SONAE SGPS, 2025b). Em 2020, subscreve o manifesto de apoio ao Pacto Ecológico Europeu que corresponde a um conjunto de políticas publicadas pela União Europeia com vista a atingir a neutralidade climática até 2050 (SONAE, 2020). No mesmo ano, a empresa defende a sua postura ambiciosa e pioneira ao anunciar a neutralidade carbónica das operações até 2040 e adere ainda ao Pacto Português para os Plásticos (SONAE SGPS, 2025b). Este pacto consiste numa iniciativa que procura promover uma economia circular para os plásticos no país (APA, 2021).
Recentemente, em 2022, de modo a defender a sustentabilidade, a Sonae subscreve os Princípios do Oceanos da ONU. Por fim, em 2024, é criada a Sparkfood para que sejam criadas soluções sustentáveis e saudáveis no setor alimentar (SONAE SGPS, 2025b).

O percurso do Grupo, desde a sua origem na indústria da madeira até ao universo de negócio diversificado que é atualmente, torna-se num reflexo da sua adaptação contínua às necessidades atuais e do seu compromisso com a sustentabilidade e responsabilidade social e ambiental.

3.2. Sonae MC

Em atividade desde 1985, a Sonae MC (Modelo Continente) é a unidade de negócio do Grupo Sonae dedicada ao retalho alimentar, saúde e bem-estar e assume-se atualmente como a principal marca do setor em Portugal.

No que toca ao retalho alimentar, a Sonae MC é representada por marcas como o Continente, Continente Modelo, Continente bom dia, Continente online e Meu Super. Estas diferenciam-se pela sua abordagem sendo a primeira correspondente a hipermercados localizados em zonas urbanas de preferência, associados a centros comerciais. A marca seguinte oferece aos clientes grandes supermercados com uma vasta oferta de produtos. As lojas Continente bom dia oferecem um serviço de maior proximidade e focam-se em dar resposta a necessidades de compras diárias. Por outro lado, o Continente online garante a facilidade de acesso aos produtos através de uma plataforma de comércio eletrónico. Por fim, as lojas Meu Super, localizam-se em cidades ou zonas rurais e correspondem a uma componente franquiada dos serviços.
A Sonae MC é ainda representada por negócios complementares, para além dos demais mencionados, como se pode observar na Figura 4.



Figura 5- Marcas Sonae MC. Fonte: (ECO Swipe News, 2025).

Esta variedade de modelos de negócio, proposta de valor, a oferta de preços competitivos, uma marca própria de qualidade, programas de fidelização atrativos e outras estratégias que satisfazem as necessidades dos consumidores assegura a diferença da Sonae MC dos demais adversários de negócio (MCretail, 2025).

3.3. Centro De Distribuição Da Maia

Os centros de distribuição representam pontos estratégicos nas operações das empresas uma vez que otimizam a gestão da cadeia de abastecimento e asseguram a eficiência da logística.
A implementação destes centros nas operações, permite consolidar o armazenamento e distribuição eficaz dos produtos, o que resulta numa redução dos custos logísticos. Centralizar o stock permite às empresas negociar melhores condições com os fornecedores pelo aumento do volume de compras, bem como minimizar despesas associadas ao transporte (Fernandes et al., 2010). A proximidade dos centros de distribuição às lojas permite também reduzir os tempos de resposta e reduzir ruturas de *stock*, aumentando a fidelização e satisfação dos clientes (Ribeiro et al., 2013). Por outro lado, este modo de operação logístico acompanha também o progresso tecnológico, uma vez que a integração das vendas online e offline nestes locais, promove a gestão eficiente dos pedidos, agilizando as entregas e as recolhas em loja (Ferreira Montalvão, 2021).

Por fim, um outro benefício desta componente operacional, está associado à gestão eficiente das devoluções, permitindo que os produtos devolvidos sejam reintegrados no stock, destruídos ou reciclados, reduzindo possíveis desperdícios e impactes ambientais (Kaizen Institute, 2025a).

No caso específico da Sonae MC, a empresa faz uso de vários centros de distribuição, localizados em várias regiões do país. Apesar de cada um destes centros ter diferentes particularidades, todos são capazes de realizar uma distribuição uniforme a todas as regiões de Portugal conforme as características e necessidades de cada uma.

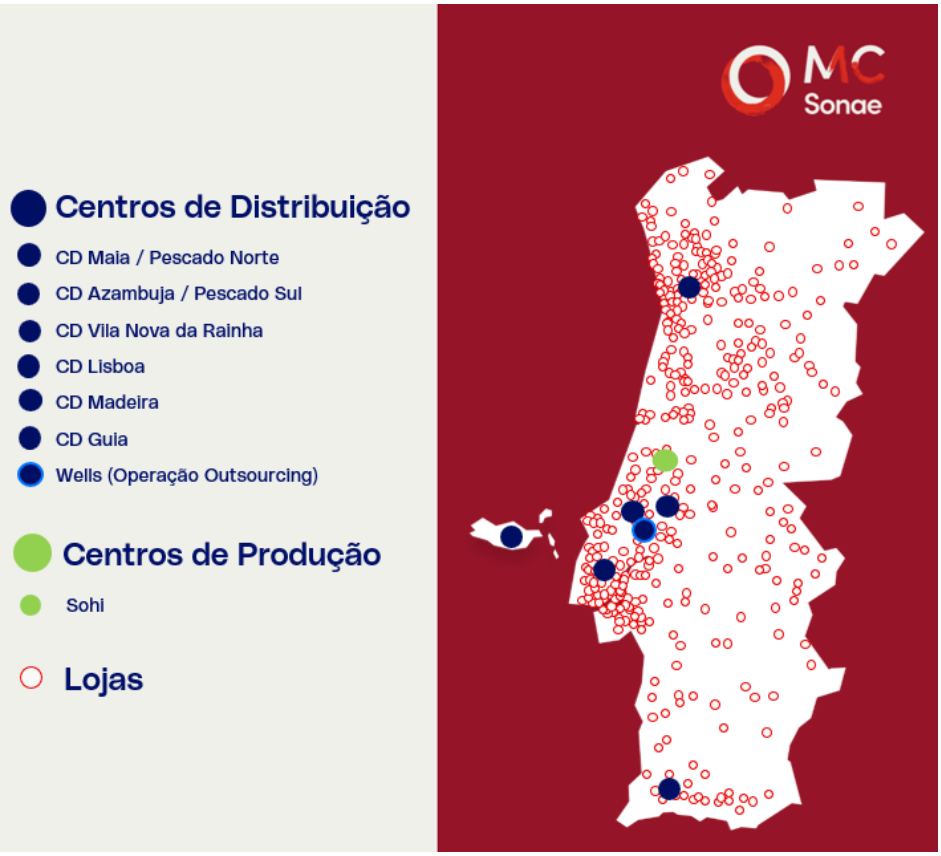


Figura 6- Distribuição geográfica dos Centros de Distribuição, Produção e Lojas da Sonae MC. Fonte: Sonae MC.

O centro de distribuição em estudo, edificado na Maia, é composto por três entrepostos, Maia Norte, Maia Centro e Maia Sul.

No entreposto Maia Norte, a mercadoria rececionada é gerida por PBL (*Pick By Line*). Este modo de operação baseia-se na receção dos produtos pelos fornecedores e na sua distribuição imediata por cada loja, mediante as quantidades requeridas.

O entreposto Maia Centro, encontra-se dividido em vários setores. Na Logística Inversa são rececionadas as devoluções das lojas e os produtos são armazenados até que o seu destino final (reintegração no *stock*, destruição ou reciclagem) seja decidido. Neste entreposto encontram-se ainda diversos armazéns com diferentes condições de temperatura e humidade para que alimentos como frutas e legumes, pescado, bacalhau e congelados, sejam aprovisionados nas condições específicas que os mesmos necessitam, de forma a garantir a qualidade deste tipo de produtos.

No entreposto Maia Sul, os artigos são armazenados por stock e a sua gestão é feita por PBS (*Pick By Store*). Desta forma a mercadoria é disposta por tipo de produto e os colaboradores fazem a recolha de cada produto conforme as necessidades de cada loja.

Este centro de distribuição conta ainda com instalações acessórias como o edifício central, correspondente aos serviços administrativos, o Centro de Serviços, onde artigos como paletes e embalagens são higienizadas e organizadas para devolver ao fornecedor, e por fim, uma zona de gestão e lavagem de viaturas.

Em virtude de todos os fatores mencionados, este ramo da Sonae MC, representa um local onde a integração de um plano de sustentabilidade se pode mostrar particularmente eficaz no que toca à utilização de recursos de forma eficiente, mitigação de impactes ambientais e redução de custos financeiros.

3.4. Centros De Distribuição Da Azambuja E Vila Nova Da Rainha

Os centros de distribuição da Azambuja e Vila Nova da Rainha representam duas importantes unidades operacionais no contexto logístico da Sonae MC, desta forma, foi realizada uma visita com o objetivo de fazer o reconhecimento dos mesmos de modo a identificar boas práticas de sustentabilidade e eficiência energética que possam ser replicadas noutros entrepostos, como o da Maia bem como recolher possíveis oportunidades de atuação em comum.

No Centro de Distribuição da Azambuja, a visita incidiu sobre áreas funcionais como os armazéns de temperatura controlada (TC), PBS e PBL. Foram observadas práticas com potencial de melhoria energética, como o aumento da utilização de luz natural através da instalação de claraboias adicionais, bem como a possível instalação de sensores de luminosidade e movimento para melhorar a utilização da iluminação. Destacou-se ainda a gestão de temperaturas em zonas sem atividade, como uma medida de poupança energética. Em termos ambientais, foi identificado o potencial de reforço da gestão de resíduos, nomeadamente na separação criteriosa de resíduos perigosos e recicláveis.

Já o Centro de Distribuição de Vila Nova da Rainha, com foco nos artigos de bazar, evidenciou também oportunidades semelhantes em termos de eficiência energética, nomeadamente o uso de claraboias e sensores. Foram ainda identificadas boas práticas em operação, como o encerramento de portas frigoríficas e a redução do consumo de energia durante os períodos sem atividade.

A observação destas unidades logísticas permitiu recolher exemplos práticos e aplicáveis ao plano de sustentabilidade do centro da Maia. Estas visitas reforçam a importância de uma abordagem integrada e comparativa entre diferentes entrepostos da mesma organização, potenciando soluções mais eficazes e adaptadas a cada realidade.

3.5. Compromisso E Estratégias De Sustentabilidade

3.5.1. Relatório De Sustentabilidade

No Relatório Anual de 2023 (o mais recente publicado à data de escrita desta dissertação), a Sonae MC define diversas metas que procura atingir em prol do desenvolvimento contínuo no que toca à Sustentabilidade. No documento, a empresa faz saber os valores dos seus consumos no ano em questão, bem como algumas medidas adotadas de forma a promover o seu desenvolvimento perante este tema.
Na Tabela 1, destacam-se as principais medidas de sustentabilidade ambiental aplicadas pela empresa no ano de 2023 relevantes para o presente trabalho.

Tabela 1- Práticas de sustentabilidade relevantes.

Energia	Investimento na instalação de equipamentos e sistemas mais eficientes de forma a melhorar a monitorização e gestão dos consumos;	Fonte: (MCretail, 2023)
Água e Efluentes	Instalação progressiva de contadores com telemetria para monitorização mais precisa dos consumos;	
Emissões	Compromisso em reduzir 51% das emissões de GEE face a 2022. De forma a cumprir o objetivo foi desenvolvido o "*Roadmap* de Descarbonização das operações da MC";	
	Aumento em 41% do consumo de energia elétrica a partir de fontes renováveis (fotovoltaica) face a 2022;	
Resíduos	Criação de zonas específicas nos entrepostos para a gestão e separação de resíduos;	
	Separação de resíduos orgânicos e envio para valorização orgânica;	
	Reutilização de embalagens de transporte;	
	Formação e sensibilização de colaboradores;	
	Promoção da circularidade nos processos para redução de utilização de materiais de única utilização.	

3.5.2. Sistema De Gestão Ambiental

A Sonae MC assume um forte compromisso com a sustentabilidade e, dessa forma, tem implementado nos seus centros de distribuição um Sistema de Gestão Ambiental capaz de gerir e mitigar os impactes ambientais das suas instalações e operações. Este Sistema encontra-se alinhado com as melhores práticas do setor e com os princípios de economia circular, bem como da redução da pegada ecológica.

O SGA tem como alvo identificar e avaliar os aspetos ambientais das suas instalações com foco principal nos seus centros de distribuição onde, para isso, realiza uma avaliação detalhada de cada impacte associado a cada a atividade praticada, analisando desde o consumo de recursos até à gestão dos resíduos e emissões atmosféricas gerados.

De forma a garantir uma gestão ambiental adequada, a Sonae MC segue um processo estruturado onde identifica os aspetos ambientais, avalia o seu grau de relevância e integra medidas mitigadoras no seu modelo de gestão. Este método sustenta-se numa perspetiva de economia circular uma vez que todas as fases das operações são consideradas. Adicionalmente, são avaliadas regularmente a incidência e a gravidade dos impactes ambientais de forma a permitir uma visão ampla do ponto de situação, o que contribui para melhorar as medidas de mitigação, bem como promover a tomada de decisões mais informadas e assertivas.
O cumprimento do SGA traduz-se não só nos benefícios ambientais evidentes, mas também contribui ativamente para a redução dos custos operacionais.

4. ESTRATÉGIAS INTEGRADAS PARA A SUSTENTABILIDADE DO CDM DA SONAE MC

Neste capítulo, serão exploradas diversas abordagens de atuação que visam reforçar a sustentabilidade e a eficiência nos processos analisados. Algumas destas abordagens foram efetivamente implementadas ao longo do presente estudo, permitindo avaliar os seus impactes e contributos práticos. Outras, embora não tenham sido aplicadas diretamente, foram objeto de análise quanto à sua pertinência, aplicabilidade e potencial de integração em contextos futuros. A apresentação destas estratégias tem como objetivo oferecer um panorama abrangente de possíveis caminhos de atuação, destacando tanto as experiências práticas já realizadas como as oportunidades de melhoria e inovação que poderão ser consideradas em fases subsequentes ou em outros contextos organizacionais semelhantes.

4.1. Formação E Capacitação Para A Sustentabilidade

Num primeiro momento deste trabalho, procurou-se adotar uma abordagem global sobre a sustentabilidade nos entrepostos da Sonae MC na Maia. Para tal, além de definir o conceito, foi importante iniciar a promoção de uma cultura empresarial mais alinhada com as boas práticas de forma a assegurar que esta temática está presente no dia-a-dia das operações logísticas

Nesse sentido, alinhando as medidas e as metas já implementadas pela empresa nos seus centros de distribuição, avaliou-se de que forma se poderia melhorar ou complementar as estratégias já existentes.

Esta fase inicial do projeto não teve como propósito substituir ou reformular as práticas aplicadas, mas sim enfatizar a sua importância e potenciar o seu impacte de forma a reforçar o compromisso da empresa com o tema e incentivar os colaboradores para a adoção de boas práticas.

4.1.1. Diagnóstico E Oportunidades De Atuação

A primeira ação passou por realizar um inquérito para que fosse possível estabelecer um diagnóstico sobre o nível de conhecimento dos colaboradores do CDM e a sua predisposição para participar em iniciativas e formações direcionadas ao tema da sustentabilidade.
Este questionário foi realizado de forma anónima e aleatória tendo sido apenas controlado o número de colaboradores de cada secção de modo que, quando replicado, se tente aproximar o total de inquiridos, do total do diagnóstico anterior.

Foi realizada uma amostragem de 41 colaboradores dos diversos setores do entreposto, sendo que as questões se encontravam divididas em 3 tipos de conteúdos como apresentado seguidamente.

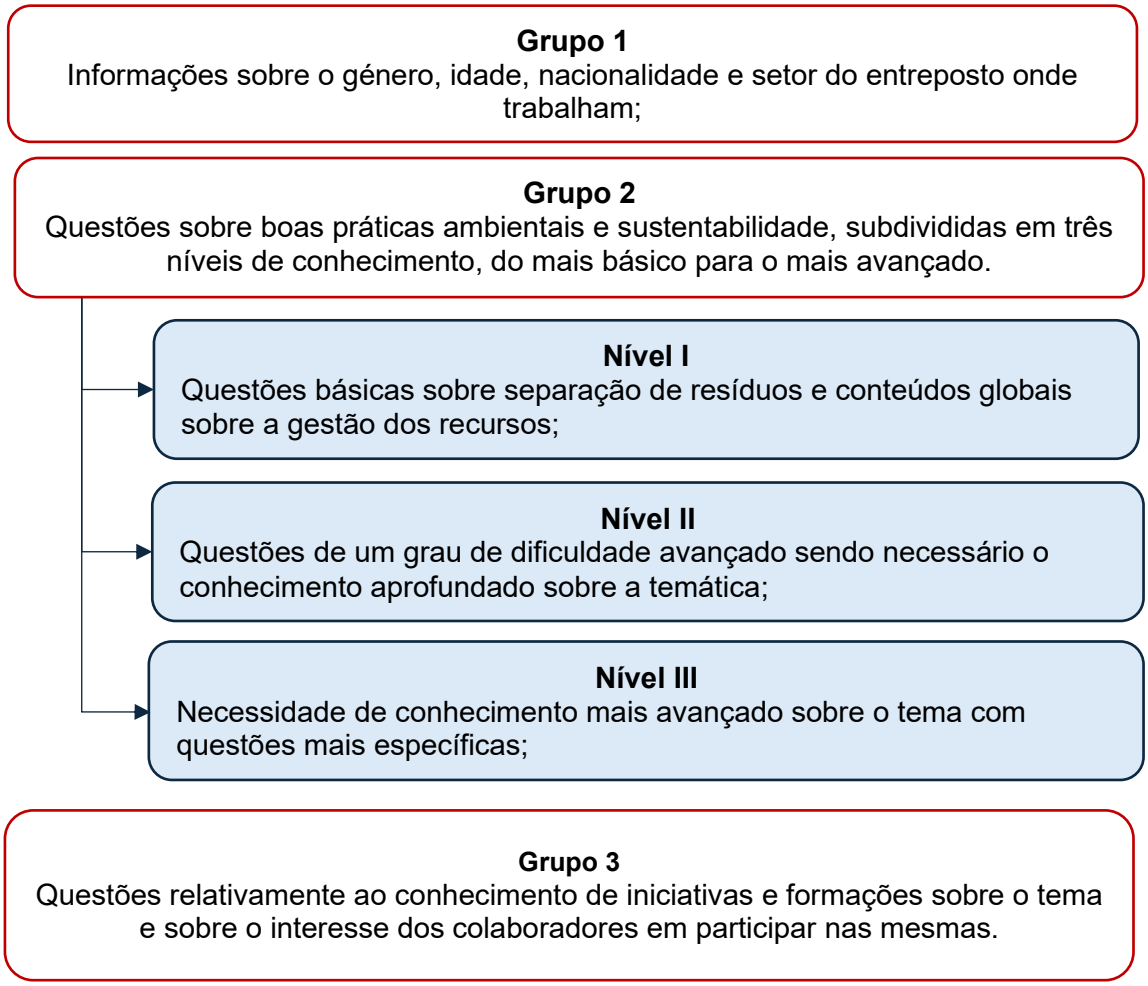


Figura 7- Esquema da divisão de conteúdos do inquérito realizado. Fonte: Autor.

Através das respostas obtidas às questões do Grupo 1, a *persona* que caracteriza os colaboradores do CDM tem nacionalidade portuguesa, é do género masculino e encontra-se entre os 30 e 45 anos.

É importante ressalvar que, apesar dos dados obtidos indicarem que *persona* identificada é de nacionalidade portuguesa existe, dentro das equipas das operações, uma elevada taxa de colaboradores estrangeiros, pelo que este fator foi tido em consideração ao longo de todo o trabalho.

De seguida, fazendo uma análise das respostas do Grupo 2, observou-se que os colaboradores, de um modo geral, estão familiarizados com as boas práticas que devem ser aplicadas em prol de uma gestão ambiental e energética mais eficiente.

No entanto, no momento da realização do inquérito, foi possível constatar que, em perguntas como “Sabe o que são os objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS)?” 46% dos funcionários da Sonae MC responderam “Sim”, mas quando interrogados sobre esses mesmos objetivos não tinham conhecimento da sua definição em concreto. Desta forma, apesar de se ter obtido uma percentagem de 65% de respostas certas no Nível III em comparação aos 60% obtidos para o Nível I, dado o fator apresentado, não se pode assegurar a total fiabilidade destes resultados.

De todo o modo, este aspeto salienta a necessidade de atuação na componente de

formação e capacitação dos colaboradores de modo a garantir um conhecimento verídico e coeso sobre os conceitos relacionados à sustentabilidade.

Por fim, os resultados obtidos nas questões do Grupo 3, tornam evidente a necessidade descrita uma vez que:

- Apenas 12% tem perfeito conhecimento das medidas ambientais aplicadas nos entrepostos;
- 63% afirma não ter conhecimento de atividades ou formações sobre sustentabilidade;
- 100% indica ter interesse em saber mais e participar em dinâmicas sobre sustentabilidade.

O questionário completo, bem como as respetivas respostas obtidas, podem ser encontrados no ANEXO A.

4.1.2. Atividades De Sensibilização

Como mote das ações de sensibilização, foi organizada uma campanha cujo tema assentou na poupança de recursos, em particular a água.
A iniciativa teve como foco principal, aumentar a consciencialização sobre a importância do uso consciente dos recursos entre os colaboradores dos entrepostos.
De modo a garantir uma abrangência eficaz foram utilizados os seguintes meios:

- Mensagens transmitidas nos sistemas de rádio dos centros de distribuição com informações sobre boas práticas que podem ser adotadas;
- Vídeos educativos divulgados nos ecrãs de cada entreposto;
- Cartazes afixados em locais estratégicos com mensagens curtas e objetivas.

A campanha não procurou apenas transmitir informações, mas teve como objetivo adicional, envolver os funcionários de forma a promover uma cultura de participação ativa. Para isso, foi enviada uma comunicação informativa para cada Gestor Operacional e respetivos responsáveis de cada turno onde foi explicada a importância da iniciativa e solicitado o apoio na disseminação da mensagem bem como pedido o incentivo a que os colaboradores partilhassem as suas sugestões de possíveis melhorias.

Esta ação foi realizada com o objetivo de promover uma cultura sustentável nos centros de distribuição, como também incentivar a adoção de práticas mais responsáveis na utilização dos recursos. Sugere-se que, no futuro, atividades semelhantes sejam replicadas periodicamente, de forma a reforçar a sensibilização contínua dos colaboradores e consolidar a integração de boas práticas ambientais nas operações diárias.



Figura 8- Cartaz de sensibilização para poupança de recursos. Fonte: Sonae MC.



Figura 9- Cartaz de recolha de sugestões de boas práticas. Fonte: Sonae MC.

4.1.3. Programa De Formação

A educação ambiental para a sustentabilidade foi destacada como uma ferramenta essencial e que deve ser adotada pelas organizações uma vez que contribui para o aumento da consciencialização, modificar valores e melhorar as habilidades dos seus colaboradores. Além disso, este tipo de capacitação contribui para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a utilização e gestão dos recursos.

Assim, no âmbito do presente trabalho, foi elaborado um plano de formação direcionada para a componente ambiental da sustentabilidade com o propósito de aumentar a cultura sobre o tema entre os funcionários do centro de distribuição do entreposto da Sonae MC na Maia. Este plano incluiu sessões teóricas adaptadas às diferentes áreas operacionais, privilegiando uma abordagem participativa e orientada para a ação.

Neste sentido, as ações de formação arrancaram com uma apresentação inicial, realizada junto de cada equipa e respetivos turnos, com o objetivo de introduzir o tema e criar um primeiro momento de formação.

No ANEXO B, é apresentada uma tabela onde se reuniu o agendamento de cada intervenção, bem como o conteúdo partilhado na apresentação.

Conteúdos

Os temas das formações, previamente preparados encontram-se divididos em quatro grupos:

- Consumo de Água;
- Consumo Energético;
- Gestão de Resíduos;
- Sustentabilidade na Logística.

Os conteúdos formativos foram ainda divididos em duas categorias: Boa Prática e Informação. Desta forma procurou-se garantir uma abordagem completa e diversificada de cada tópico.

Tendo em conta que os centros de distribuição dependem fortemente de serviços de trabalho temporário e *outsourcing*, estas formações foram estruturadas para serem partilhadas de forma cíclica e contínua. O objetivo é assegurar que todos os colaboradores, independentemente do tempo de permanência na organização ou da sua origem contratual, tenham acesso regular à mesma base de conhecimento.
Este modelo permite reforçar a cultura organizacional de sustentabilidade e assegurar uma aplicação prática e coerente dos princípios ambientais em todas as operações. Além disso, a repetição intencional e calendarizada de temas-chave promove a consolidação de boas práticas e facilita a integração de novos colaboradores no compromisso ambiental da empresa.

Nos ANEXOS C e D podem ser encontrados o planeamento das formações referentes ao ano de 2025 bem como alguns exemplos de conteúdos divulgados durante o presente projeto junto das equipas do CD da Maia, respetivamente.

Instrumentos De Comunicação

Os conteúdos anteriormente referidos foram enviados semanalmente aos Gestores Operacionais e Chefes de Turno, com o objetivo de serem partilhados com os colaboradores durante as sessões de *briefing* realizadas no ínicio de cada turno, promovendo assim uma comunicação direta e contínua sobre os temas abordados.



Figura 10- Sessão de formação junto da equipa de PBS. Fonte: Autor.

Paralelamente, procurou-se transpor para a sustentabilidade os instrumentos de comunicação utilizados pela equipa de Saúde e Segurança no Trabalho (SST), justificado pela sua eficácia na transmissão de informação aos colaboradores. A transposição deste modelo permitiu não só manter uma estrutura de comunicação já familiar às equipas, como também alargar o alcance e acessibilidade dos conteúdos de sustentabilidade.
Assim, para além do envio semanal de emails às chefias, foi desenvolvida uma plataforma digital no *SharePoint*, onde, para além dos materiais formativos semanais, são também disponibilizadas informações complementares.

Esta plataforma é acessível a qualquer colaborador com credenciais da Sonae MC, garantindo que todos os centros de distribuição tenham acesso ao mesmo conteúdo, de forma simultânea e padronizada. Desta forma, assegura-se a uniformidade na aplicação das propostas e boas práticas, promovendo a coerência e a equidade na implementação da estratégia de sustentabilidade em toda a operação.

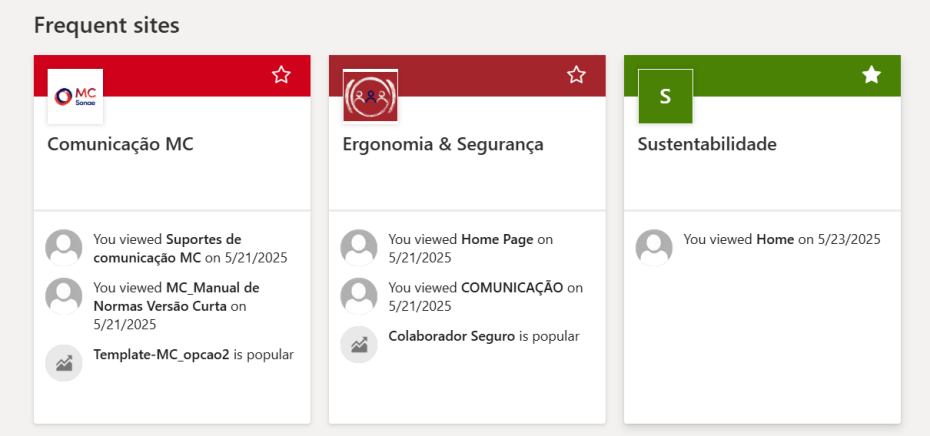


Figura 11- Menu principal do SharePoint da Sonae MC. Fonte: SharePoint Sonae MC.

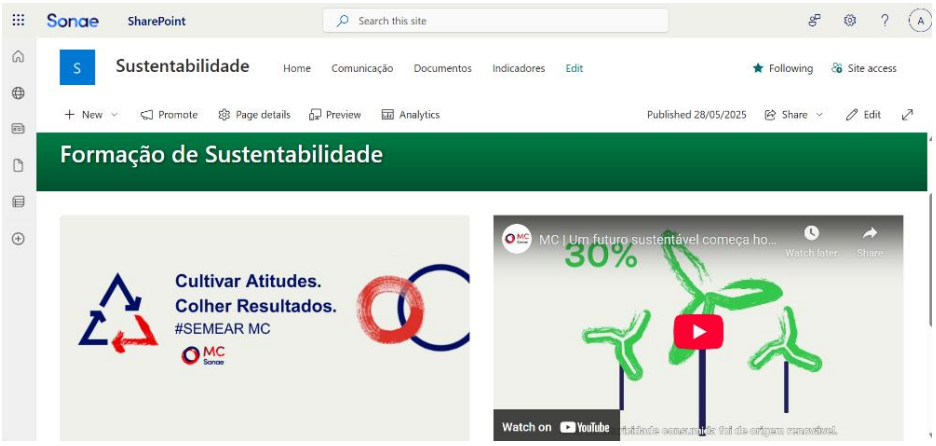


Figura 12- Página de Formação de Sustentabilidade. Fonte: SharePoint Sonae MC.

Pivô Ambiental

Como medida complementar às ações de sensibilização e formação, foi proposta a implementação de um pivô ambiental em cada setor operacional do centro de distribuição. Deste modo, e para que a proposta fosse aceite e compreendida pelas chefias do entreposto e de forma a garantir a seleção do funcionário adequado, foi necessário dar resposta a questões específicas nomeadamente o perfil do pivô, as funções que deverá desempenhar e tempo de trabalho necessário, como se encontra descrito seguidamente.

Perfil do Pivô:

- Colaborador com interesse em questões ambientais;
- Boa comunicação com os colegas de equipa;
- Responsável e com capacidade de monitorizar e agir de forma autónoma;
- Selecionado pelo GO correspondente.

Funções do cargo:

- Promover práticas sustentáveis e o uso racional de recursos naturais, incluindo energia elétrica e água, no seu turno ou equipa;
- Monitorizar o consumo energético, identificando desperdícios e propondo medidas de eficiência energética (ex: desligar equipamentos não utilizados, melhorar uso de iluminação e climatização).
- Reportar às chefias sobre oportunidades de melhoria, não conformidades e sugestões relativas a práticas ambientais e energéticas;
- Garantir a implementação de práticas sustentáveis no seu turno ou equipa, incentivando a adesão e monitorizando o cumprimento de comportamentos e procedimentos ambientais.

Tempo de trabalho requerido:

Tabela 2- Tempo necessário para cada função e total semanal.

Frequência	Atividades	Tempo Estimado
Diária	Observação das práticas e sensibilização pontual junto dos colegas;	5 a 10 minutos
Semanal	Recolha informal de observações e comunicação com as chefias (se necessário).	15 a 20 minutos
Total Semanal	35 minutos a 1 hora	

Após reunidas e validadas as informações descritas, foram nomeados os colaboradores adequados e agendada uma sessão de *kick off* onde se realizou uma exposição do tema e se partilhou com os funcionários as funções que devem realizar no seu dia-a-dia, dando assim arranque a esta componente do projeto.

Um exemplo do documento partilhado na sessão de *kick off* com os colaboradores selecionados pode ser encontrado no ANEXO E.

Confirmação Do Processo

Confirmar o processo definido é um instrumento essencial na medida em que permite garantir que todas as etapas previstas sejam implementadas corretamente, assegurando assim a adesão às boas práticas sugeridas.

Este acompanhamento contínuo não só visa facilitar a verificação do cumprimento das formações como também representa uma estratégia que permite identificar possíveis falhas ou oportunidades de melhoria do processo.

Este princípio alinha-se com a lógica do ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), metodologia de gestão amplamente utilizada para promover a melhoria contínua de processos, produtos ou serviços, promovendo uma abordagem sistemática de planeamento, execução, verificação e atuação corretiva, que assegura a eficácia das ações implementadas.

No esquema da Figura 13 é ilustrado o processo de confirmação da eficácia das ações de sensibilização.

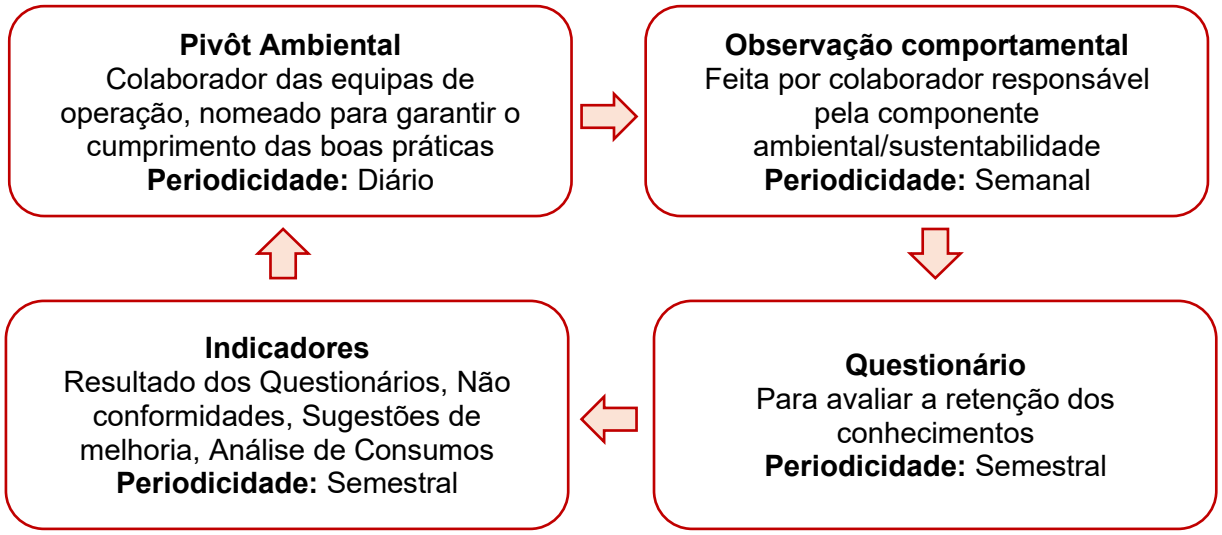


Figura 13- Esquema representativo do processo de confirmação. Fonte: Autor.

4.2. Gestão De Resíduos

A Sonae MC demonstra, de momento, um compromisso sólido com a gestão adequada de resíduos nos seus centros de distribuição, evidenciando práticas alinhadas com os princípios da sustentabilidade e da economia circular.

A empresa realiza a separação correta dos resíduos nos locais de origem, garantindo a sua triagem por tipologia de forma eficiente.

Além disso, efetua uma monitorização sistemática da produção de resíduos, o que permite um acompanhamento contínuo e detalhado dos volumes gerados, o que facilita a definição de estratégias mais eficazes de redução e valorização. Os resíduos produzidos são posteriormente encaminhados para operadores devidamente licenciados e especializados na sua valorização, contribuindo assim para minimizar o impacte ambiental e promover o reaproveitamento de materiais.



Figura 15- Recolha de resíduos orgânicos e indiferenciados. Fonte: Autor.



Figura 14- Recolha de plástico e papel nas operações de PBS. Fonte Autor.

Apesar destas boas práticas já implementadas, continuam a existir oportunidades de melhoria, nomeadamente ao nível da otimização dos processos de recolha interna, da uniformização de procedimentos entre turnos e equipas, bem como da intensificação de ações de sensibilização e formação específicas sobre a correta separação e redução na origem. A identificação e exploração destas oportunidades poderá contribuir para uma gestão de resíduos ainda mais eficiente e alinhada com os objetivos estratégicos de sustentabilidade da organização.

4.2.1. Padronização E Reestruturação Da Recolha De Resíduos

Após uma análise do centro de distribuição da Maia, foram identificadas algumas oportunidades de melhoria relativamente aos pontos de recolha de resíduos, quer ao nível da sua organização física, quer no que diz respeito à uniformização dos contentores e sinalética associada. Embora existam práticas consolidadas de separação e encaminhamento, a ausência de critérios padronizados entre setores e turnos pode comprometer a eficiência do processo, aumentar o risco de erros na separação e dificultar a envolvência ativa de todos os colaboradores.

Como se pode observar nas figuras seguintes, alguns dos pontos de recolha de resíduos não apresentam identificação codificação por cor em conformidade com as boas práticas de separação de resíduos ou identificação visível e intuitiva. Esta ausência de uniformização pode gerar dúvidas entre os colaboradores e dificultar a deposição correta, comprometendo a valorização adequada dos materiais recolhidos.



Figura 16- Contentores de recolha com cor para recolha específica, identificados como indiferenciados. Fonte: Autor.



Figura 17- Ponto de recolha de embalagens e materiais contaminados. Fonte: Autor.



Figura 18-Ponto de recolha de óleos. Fonte: Autor.

A padronização dos pontos de recolha, nomeadamente no tipo e cor dos contentores, na sua disposição e na sinalização visual de apoio, é essencial para facilitar a correta separação dos resíduos, garantir a conformidade com os princípios de sustentabilidade e simplificar o processo para todos os intervenientes.

Por sua vez, a melhoria das zonas de recolha em termos de acessibilidade, limpeza, visibilidade e ergonomia contribui para um ambiente de trabalho mais funcional, seguro e motivador, além de reforçar a cultura de responsabilidade ambiental no dia a dia das operações.

Possíveis alternativas para mitigar as consequências descritas poderiam passar pela aquisição de contentores de cor uniformizada de acordo com a sua tipologia e aplicação ou, em alternativa, a aquisição de contentores uniformes, identificados por placas e sinalética de modo que, caso seja necessária, a sua substituição seja mais rápida, eficaz e económica



Figura 19-Placas de sinalização.Fonte: (Sinalux, 2025)).



Figura 20-Contentores de cor específica. Fonte:(Vertown, 2024).

Tabela 3- Orçamento de equipamentos de recolha de resíduos.

Preço por unidade		Fonte
Contentores de 2 rodas 120L	55,35 €	(ENGELS, 2025)
Placa sinalizadora	2,80 €	(SINALÉTICA.com.pt, 2025)

Estas medidas, simples e de baixo custo, têm um impacte significativo na eficácia da gestão de resíduos e na consolidação de uma abordagem ambiental integrada e duradoura dentro da organização.

4.2.2 Estratégias Complementares

Semáforo Sustentável

Esta proposta passa por criar uma forma de avaliação interativa que comunique não só a quem avalia como também aos operadores, o estado de desempenho e de cumprimento das boas práticas divulgadas.
Este semáforo poderia ser executado de várias formas (poster afixado junto de cartazes de sensibilização, íman colocado em contentores…) e deve ser colocado um em cada um dos diferentes armazéns.
No momento da Observação Comportamental descrita na secção de Confirmação do Processo, o colaborador responsável pela componente ambiental/sustentabilidade coloca um círculo verde, amarelo ou vermelho, de acordo com a sua avaliação (boa, média ou má, respetivamente). Desta forma os operadores são informados de forma indireta de se estão a agir em conformidade com as boas práticas, ou se devem estar mais atentos e melhorar os seus comportamentos.



Figura 21-Exemplos de identificações que podem ser usadas (ímanes observados no CD Azambuja). Fonte: Autor.

A aplicação desta medida traduz-se numa estratégia ligeira para auditar o comportamento, consciência e cumprimento dos requisitos de gestão de resíduos, promovendo uma cultura de melhoria contínua através de uma comunicação visual simples, imediata e acessível a todos os colaboradores.

Proteção De Equipamentos

Um dos principais motivos que justifica a não uniformização dos contentores de recolha de resíduos, passa pela grande propensão a danos uma vez que nas zonas de armazém há uma circulação de máquinas constante e, por vezes, necessidade de alteração de layout para melhorar o espaço. Desta forma, uma opção a considerar, seria a aquisição de um acessório semelhante ao da Figura 22. A proposta consiste em desenvolver uma estrutura que protegesse os contentores de possíveis choques de máquinas e por isso deverá cercar os mesmos em 3 frentes, deixando uma face livre para que possam ser retirados e colocados nos momentos em que é necessário fazer a recolha dos resíduos. Deve ainda ser deixada uma ligeira altura de modo que possa ser facilmente movimentado por um porta-paletes.

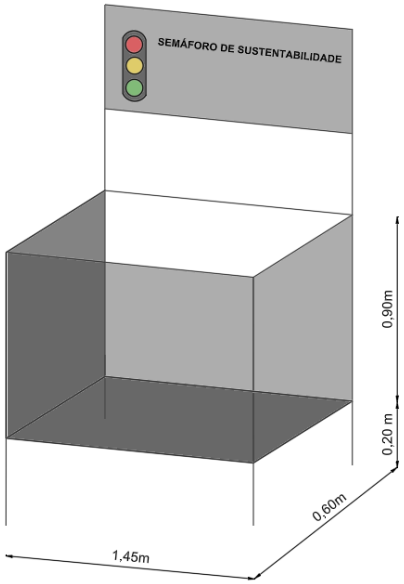


Figura 22-Esboço de estrutura de proteção de contentores realizado em AutoCad. Fonte: Autor.

Quadro De Honra

A sugestão seguinte baseia-se na elaboração de um quadro de honra com um Top 1 dos colaboradores com um comportamento exímio no que toca à prática de ações contributivas para a sustentabilidade em cada operação do entreposto.

Os Pivôs Ambientais (por serem quem avalia de forma ativa e diariamente o comportamento dos colegas) informam o chefe de cada equipa de qual o colaborador mais contributivo para a conformidade dos requisitos de sustentabilidade. Os nomes e/ou fotografias desses mesmos colaboradores são afixados, no final de cada mês, no quadro de honra. De forma a recompensar o seu comportamento exemplar, sugere-se que sejam oferecidas recompensas simbólicas (um pequeno vaso, porta-chaves, etc.).

Com esta ação, espera-se incentivar os colaboradores a ser colaborativos e que se sintam valorizados e também que sejam movidos pelo exemplo dos seus colegas.

Integração Nos Quadros De Melhoria Continua

Sugere-se que, para reforçar a cultura de melhoria contínua e promover uma maior consciencialização ambiental entre as equipas operacionais, sejam afixados em cada armazém do entreposto quadros de indicadores com informação relevante sobre o desempenho ambiental e energético. Entre os indicadores recomendados, destacam-se:

- Quantidade de resíduos valorizados (kg/mês) de modo a acompanhar a evolução da separação e encaminhamento para reciclagem ou valorização orgânica;
- Curvas comparativas de consumo energético (kWh/mês e kWh/caixa expedida), permitindo visualizar tendências sazonais e o impacte das medidas de eficiência implementadas;
- Taxa adesão às boas práticas, medida através de auditorias ou registos dos pivôs ambientais.

A divulgação destes dados junto das equipas tem como objetivo aumentar a visibilidade dos resultados, promover o sentimento de responsabilidade coletiva e estimular a participação ativa nas metas de sustentabilidade.

Adicionalmente, recomenda-se que esta informação seja também comunicada de forma regular aos quadros de gestão, com apresentação sintética e orientada para a tomada de decisão. A partilha destes indicadores permite melhorar o planeamento e a priorização de medidas, acompanhar a evolução dos compromissos ambientais assumidos pela empresa e facilitar a articulação com relatórios de sustentabilidade ou auditorias externas. Esta abordagem promove uma gestão ambiental integrada, garantindo que todos os níveis da organização estão alinhados e informados para atuar de forma consciente e estratégica.



Figura 23- Quadro de Indicadores de Melhoria Contínua no CD da Maia. Fonte: Autor.

4.3. Gestão Sustentável Da Energia E Redução De Consumo No CDM

A relevância da eficiência energética em centros de distribuição tem vindo a crescer de forma acentuada, impulsionada pela necessidade de conciliar competitividade operacional com responsabilidade ambiental (Cristina Silva Brazão et al., 2012). Estas infraestruturas, essenciais para a fluidez das cadeias de abastecimento, são caracterizadas pelos seus elevados níveis de consumo energético, associados a processos contínuos de climatização e refrigeração, iluminação, movimentação de mercadorias e funcionamento de sistemas automatizados e digitais. Assim, a redução do consumo de energia nos entrepostos não só contribui para a sustentabilidade ambiental das operações, como representa uma oportunidade real de diminuição de custos financeiros fixos e variáveis, desta forma, a eficiência energética não é apenas uma escolha técnica ou ambiental, mas uma necessidade estratégica.

Este capítulo teve como objetivo avaliar estratégias de gestão e eficiência energética aplicáveis especificamente a entrepostos logísticos, com foco na identificação de práticas, normas e tecnologias que permitam uma utilização mais racional e sustentável dos recursos energéticos. Foram tidos em consideração modelos de gestão, como os sistemas ISO 14001 e ISO 50001, assim como as melhores técnicas disponíveis (MTD) no setor. Pretendeu-se, assim, compreender de que forma estas abordagens podem ser adaptadas à realidade operacional de um centro de distribuição, promovendo uma gestão energética eficaz, economicamente viável e alinhada com os objetivos ambientais da organização.

4.3.1. Consumo Energético

Na unidade da Sonae MC situada na Maia, os consumos energéticos são monitorizados e analisados através de diferentes abordagens, com o objetivo de garantir uma gestão eficiente da energia e promover a identificação de oportunidades de melhoria contínua. Uma das principais formas de acompanhamento é a análise do consumo energético mensal global, que consiste na avaliação dos consumos totais de energias elétrica e fotovoltaica ao longo de cada mês.
Esta análise é frequentemente complementada com uma comparação histórica, permitindo relacionar os dados atuais com os valores registados em anos anteriores. Este tipo de abordagem revela-se essencial para detetar variações anómalas ou tendências sazonais, contribuindo para uma melhor compreensão da evolução do desempenho energético da unidade.
Contudo, esta metodologia, por si só, pode apresentar limitações na interpretação dos resultados, uma vez que variações no consumo podem estar diretamente relacionadas com os níveis de atividade operacional. Para colmatar essa limitação, foi realizada também uma análise mais granular, baseada no consumo energético por caixa expedida. Este indicador relaciona diretamente o consumo energético com o volume de produção (número de caixas expedidas), permitindo uma avaliação mais crítica e contextualizada do desempenho energético.

Importa esclarecer que o conceito de caixa diz respeito a cada unidade de embalagem rececionada, independentemente da quantidade de produtos no seu interior. Por exemplo, uma única caixa de ração animal pode conter várias unidades do mesmo produto. Por outro lado, uma palete expedida pode agrupar múltiplas caixas, eventualmente com produtos distintos. Assim, a análise por caixa expedida proporciona um indicador mais representativo da eficiência energética face à atividade operacional real do CDM.

Análise Dos Consumos Globais

Na Tabela 4 estão representados os valores correspondentes aos consumos globais mensais registados no entreposto da Sonae MC na Maia, provenientes tanto da produção de energia fotovoltaica nas instalações do entreposto, bem como da rele elétrica naciona, no período de janeiro de 2022 a abril de 2025.

Tabela 4- Consumos energéticos globais Sonae MC Maia.

	2022			2023			2024			2025		
	FV [kWh]	Elétrica [kWh]	Total [kWh]	FV [kWh]	Elétrica [kWh]	Total [kWh]	FV [kWh]	Elétrica [kWh]	Total [kWh]	FV [kWh]	Elétrica [kWh]	Total [kWh]
Janeiro	63 954	79 596	591 364	141 175	677 352	818 527	151 392	719 920	871 312	153 409	777 962	931 371
Fevereiro	68 381	466 922	535 303	177 925	529 030	706 955	204 678	643 326	848 004	181 573	651 964	833 537
Março	78 770	558 444	637 214	245 754	618 475	864 229	277 121	618 501	895 622	313 900	653 375	967 275
Abril	119 948	476 282	596 230	238 054	648 513	886 567	358 055	511 911	869 966	305 678	618 209	923 887
Maio	122 333	577 443	699 776	319 801	628 618	948 419	408 354	515 904	924 258			
Junho	123 111	546 089	669 200	292 586	689 730	982 316	465 545	522 296	987 841			
Julho	142 601	533 030	675 631	415 872	566 466	982 338	507 615	592 114	1 099 729			
Agosto	151 880	480 868	632 748	399 964	626 372	1 026 336	465 965	633 652	1 099 617			
Setembro	183 683	513 454	697 137	343 042	625 532	968 574	339 951	652 586	992 537			
Outubro	184 194	616 921	801 115	227 082	734 116	961 198	183 331	835 007	1 018 338			
Novembro	122 528	678 295	800 823	130 196	768 705	898 901	104 897	782 557	887 454			
Dezembro	79 596	776 689	856 285	146311	714 916	861 227	186 322	695 270	881 592			
Média	120 082	525 336	682 736	256 480	652 319	908 799	304 436	643 587	948 023			914 018

A análise dos dados de 2022 a 2025 permite verificar uma tendência de crescimento no consumo energético total da unidade. Por exemplo, a média anual de consumo total evoluiu de cerca de 683 MWh em 2022 para 948 MWh em 2024, sendo que os primeiros meses de 2025 já confirmam a continuidade dessa tendência ascendente, com valores mensais superiores a 930 MWh.

Este aumento no consumo deve-se também à ampliação da área e do volume do entreposto após a obra de expansão sendo que, partir desse período, verificou-se uma utilização progressiva das novas instalações e equipamentos, atingindo a sua plena operação em 2024.

Os meses de junho, julho e agosto destacam-se como os mais exigentes em termos de consumo, apresentando valores superiores a 1 000 MWh em 2024. Esta elevação está diretamente associada às temperaturas exteriores mais elevadas durante o verão, que exigem um esforço adicional dos sistemas de refrigeração para manter as condições térmicas ideais, tanto para a conservação dos produtos como para o conforto térmico dos colaboradores.

De destacar que, embora exista um contributo crescente da energia fotovoltaica ao longo dos anos, esta continua a representar uma fração do consumo total. A média mensal de consumo de FV passou de 120 082 kWh em 2022 para 304 436 kWh em 2024, o que representa uma melhoria significativa, mas ainda insuficiente para cobrir os picos de consumo, especialmente nos meses mais quentes.

Análise Com Base No Consumo Por Caixa

Na Tabela 5, por outro lado, são apresentados os valores correspondentes aos consumos mensais por cada caixa expedida, registados no entreposto da Maia, igualmente no período de janeiro de 2022 a abril de 2025.

Tabela 5- Consumos mensais por caixa expedida.

	2022	2023	2024	2025	Unidade
Janeiro	0,0335	0,0480	0,0501	0,0486	[kWh/caixa]
Fevereiro	0,0350	0,0468	0,0535	0,0490	
Março	0,0332	0,0474	0,0478	0,0491	
Abril	0,0342	0,0528	0,0499	0,0486	
Maio	0,0412	0,0550	0,0491		
Junho	0,0382	0,0553	0,0518		
Julho	0,0355	0,0523	0,0556		
Agosto	0,0335	0,0536	0,0525		
Setembro	0,0374	0,0518	0,0515		
Outubro	0,0450	0,0536	0,0540		
Novembro	0,0463	0,0496	0,0472		
Dezembro	0,0450	0,0440	0,0439		
Média	0,0382	0,0509	0,0506	0,0488	

Os resultados anteriores foram obtidos através do seguinte cálculo:

$$\text{Consumo por caixa} = \frac{\text{Energia Total Mensal}}{\text{Nº de caixas expedidas}} \quad \text{(eq.1)}$$

Através de uma breve análise da tabela anterior, verifica-se que o consumo por caixa atingiu um valor máximo em 2023, refletindo o impacto direto da expansão do entreposto. Durante esse ano, a área e o volume das instalações aumentaram significativamente, mas a produção cresceu de forma gradual, o que resultou numa menor eficiência energética relativa. Apenas em 2024, com a estabilização dos níveis de produção, se começou a verificar uma recuperação dessa eficiência.

Nos meses de verão, como julho e agosto, os consumos totais sobem de forma acentuada, mas o consumo por caixa mantém-se relativamente estável, o que reforça a importância do uso de indicadores normalizados para evitar conclusões enviesadas.

Os dados referentes à quantidade de caixas expedidas pela Sonae MC, no seu entreposto na Maia, podem ser encontrados no ANEXO F.

4.3.2. Produção De Frio

Considerando que o entreposto em questão é um centro de distribuição com produtos alimentares, com áreas dedicadas à refrigeração e congelação, torna-se evidente que

a central de frio represente o maior consumidor energético da instalação.

No entanto, dado o contexto da sustentabilidade ambiental e económica, e de forma a respeitar a complexidade operacional de sistemas como o das centrais de frio, este projeto não procurou intervir diretamente na sua estrutura técnica, focando-se antes na adoção de boas práticas de utilização e na avaliação de medidas complementares de redução de custos, como a elevação controlada da temperatura em zonas e horários sem utilização, cuja viabilidade será analisada em detalhe em capítulo posterior.

O Centro de Distribuição da Maia (CDM) encontra-se organizado em distintas zonas refrigeradas, cada uma adaptada a tipos específicos de produtos como se observa na Figura 24:

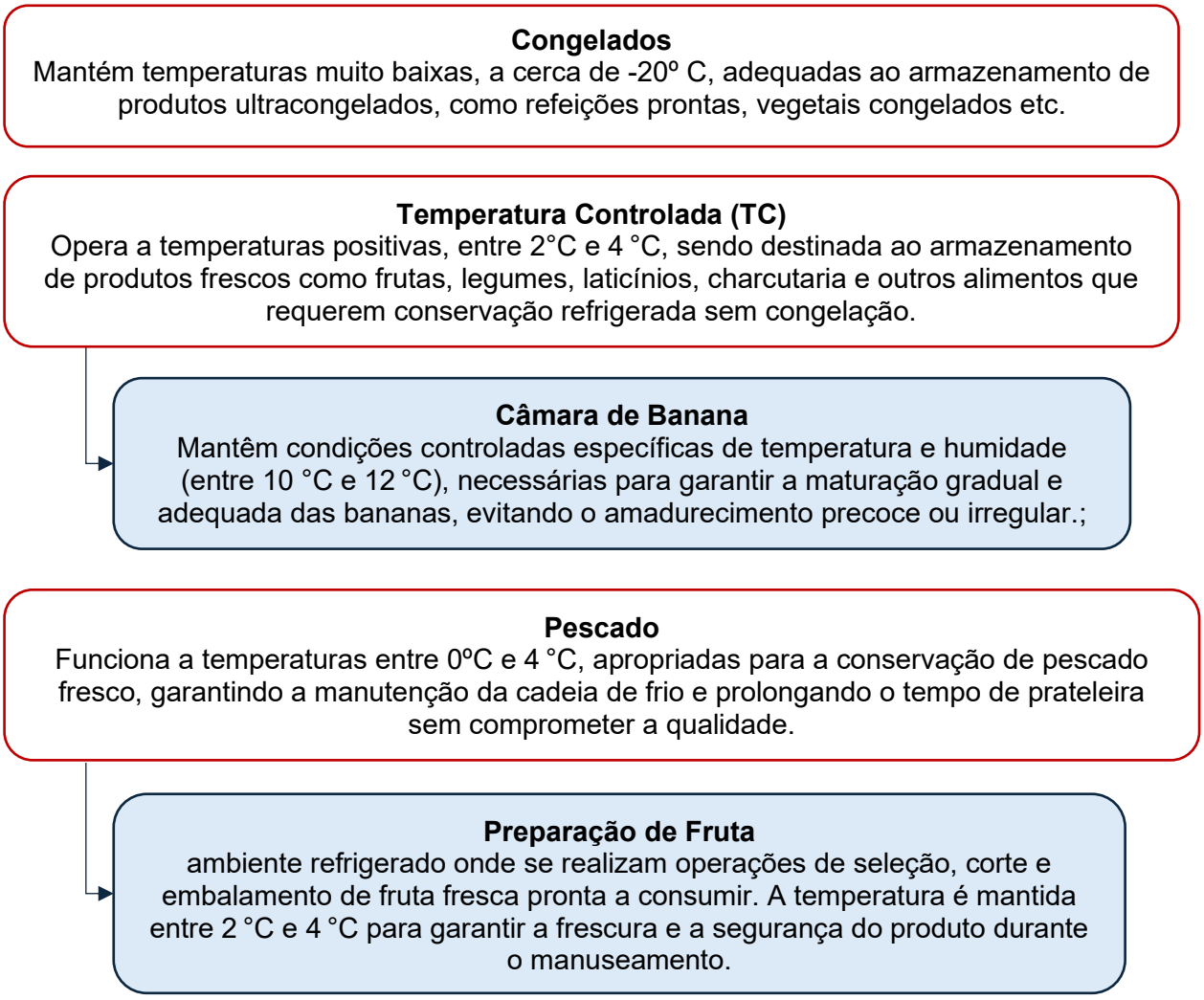


Figura 24- Esquema da divisão das zonas refrigeradas do CDM- Fonte: Autor.

Tendo em conta a organização do CDM em várias zonas refrigeradas com requisitos térmicos específicos, e após a caracterização das mesmas, tornou-se evidente que existiam oportunidades de melhoria no funcionamento de algumas destas áreas. Verificou-se que, em determinados períodos do dia, certas zonas refrigeradas permanecem sem atividade operacional e sem produtos armazenados.
Face a esta situação, identificou-se uma possibilidade concreta de atuação ao nível da gestão térmica destas áreas, com o objetivo de reduzir o consumo energético, sem comprometer os requisitos de segurança alimentar ou o normal funcionamento das

operações.

Ajuste De Temperaturas Em Zonas Inativas

A eficiência energética em sistemas de refrigeração industrial é uma preocupação crescente, especialmente em instalações de grande escala, como entrepostos frigoríficos. Uma estratégia eficaz para reduzir o consumo energético consiste na adoção de medidas adaptadas aos períodos de inatividade em determinadas zonas das instalações.
No contexto do entreposto frigorífico em estudo, identificaram-se zonas que permanecem sem operação durante horários específicos:

- Preparação de Pescado;
- Corredor de Acesso;
- Sala de Preparação de Fruta.

Estas áreas são termicamente isoladas, o que minimiza as perdas de calor e permite manter a temperatura relativamente constante mesmo sem a atuação contínua dos sistemas de refrigeração. Além disso, o facto de estarem envolvidas por divisões climatizadas contribui para a redução da transferência térmica, criando condições favoráveis para a aplicação de uma nova abordagem.
Assim, optou-se pela desativação total dos evaporadores nessas zonas durante os períodos de inatividade, com o objetivo de evitar o funcionamento desnecessário do sistema e reduzir o consumo energético. Esta medida procurou eliminar o esforço mecânico do compressor associado ao funcionamento contínuo em zonas que temporariamente não requerem controlo térmico rigoroso, promovendo uma operação mais eficiente.

Na Tabela 6 são apresentados os horários de cada zona onde foi realizado este estudo em que não há atividade operacional.

Tabela 6- Horários de inatividade por zona.

Zona	Horário de alteração
Preparação do Pescado	A partir das 20h até as 6h da manhã
Corredor de Acesso	Permanente
Sala de Preparação de Fruta	Entre as 17h as 6h da manhã, semanalmente; Entre as 22h de sábado e as 6h da manhã de segunda-feira ao fim-de-semana; Excluindo julho e agosto que se aplica entre as 17h e as 22h semanalmente.

Análise Do Consumo Específico

De modo a proceder à análise do consumo das zonas selecionadas foi importante ter em consideração o funcionamento atual da central de frio da Sonae MC da Maia.

Após a expansão da área de refrigerados nas instalações, o sistema de refrigeração foi significativamente alterado, com a adição de uma nova central de CO_2. Este circuito, associado a um sistema de refrigeração, opera com o bombeamento de fluido refrigerante secundário em que esse fluido é arrefecido centralmente e distribuído às câmaras por meio de bombas, absorvendo o calor ambiente e retornando ao ponto de arrefecimento para repetir o ciclo.
Este mecanismo oferece vantagens operacionais relevantes, como maior controlo da temperatura, maior eficiência e menor risco de falhas localizadas, sendo especialmente eficaz em ambientes com múltiplas zonas frias.
A expansão do sistema permitiu o abastecimento térmico da Câmara de Pescado, parte TC, da Antecâmara do Bacalhau, da Câmara da Banana e da Sala de Preparação de Frutas.

Como o objetivo desta análise foi quantificar o impacto da elevação da temperatura apenas nas zonas selecionadas e não existindo dados de consumo energético individualizado por sala, foi aplicada uma estimativa baseada na potência dos evaporadores instalados.

Num primeiro momento, tornou-se determinante definir os consumos energéticos médios do sistema, correspondentes à nova instalação que alimenta as áreas em estudo como é apresentado na Tabela 7. Os consumos totais mensais de onde foram obtidas as médias apresentadas encontram-se no ANEXO G.

Tabela 7- Média de consumo mensal do sistema entre 2023 e 2025.

Media mensal para cada ano			
Ano	**Central CO_2 mezanino (início 24-11-2022) [kWh]**	**Novo Compressor 450 kW (NH3) (início 24-11-2022) [kWh]**	**Consumo Médio Total [kWh]**
2023	40 228	119 141	159 369
2024	43 983	105 800	149 783
2025	43 449	85 010	128 459

O valor do Consumo Médio Total foi obtido através do cálculo:

$$\text{Consumo Médio Total} = \text{Central } CO_2 \text{ mezanino} + \text{Novo Compressor 450 kW (NH3)} \quad \text{(eq. 2)}$$

De seguida foram reunidas potências nominais conhecidas dos evaporadores em cada área, de modo a calcular a percentagem relativa de potência de cada unidade face ao total instalado.

As potências de cada evaporador alimentado pela nova instalação como as plantas de instalação encontram-se discriminadas nos ANEXOS H e I.

Tabela 8- Potências individuais e fração do total para cada câmara em análise.

Câmara	Potência [kW]	Fração da Potência Total
6. Preparação do Pescado	12,4	12,7%
6.5. Corredor de Acesso	0,7	0,7%
Sala de Preparação de Fruta	1,2	1,2%
Potência Total da Nova Instalação	97,76	100%

Para o cálculo de cada fração da potência foi utilizada a expressão:

$$\text{Fração da Potência Total} = \frac{\text{Potência} \times 100}{\text{Potência Total da Nova Instalação}} \quad \text{(eq. 3)}$$

Esta proporção foi então aplicada ao consumo global de energia, o que permitiu obter uma estimativa razoável do consumo energético específico de cada zona intervencionada. Esta abordagem possibilita uma avaliação fundamentada dos ganhos energéticos e ambientais esperados com a medida proposta.

Cálculo Dos Possíveis Ganhos

Com base nos dados apresentados anteriormente, procedeu-se à conversão das frações de potência atribuídas a cada câmara para o respetivo consumo médio mensal, tomando como referência o ano de 2024. A partir desses valores mensais, determinou-se o consumo médio por hora, o que permitiu simular diferentes cenários de funcionamento.
Esta abordagem possibilitou o cálculo do consumo médio mensal considerando a inativação do sistema em determinados períodos, permitindo, por sua vez, estimar o ganho económico associado à redução do consumo energético, tendo conhecimento que a Sonae MC pagou em média 0,115 €/kWh no ano de 2024.

Por outro lado, de forma a estimar as emissões carbónicas evitadas ao desligar evaporadores, é adequado calcular exclusivamente o consumo elétrico evitado multiplicado pelo fator de emissão da eletricidade. Os evaporadores não utilizam combustíveis fósseis diretamente, pelo que todas as emissões associadas derivam do consumo de energia elétrica. Em Portugal, os valores oficiais divulgados pela APA apontam para um fator de emissão médio de cerca de 0.169 toneladas de CO_2 por MWh gerado (APA, 2024a).
Esta metodologia é coerente com as práticas recomendadas pelo GHG Protocol e normas ISO, garantindo um cálculo simples, robusto e reconhecido para quantificar as emissões evitadas (APCER S.A, 2023).

Tabela 9- Valores referentes ao cálculo do retorno monetário e de emissões de GEE.

Câmara	Potência [kW]	Fração da Potência Total (%)	Fração do Consumo Médio Mensal 2024 [kWh]	Consumo Médio Por Hora [kWh]	Total de Horas Inativo [h/mês]	Consumo Médio Mensal Com Poupança [kWh]	Poupança Monetária [€/ano)]	Poupança de GEE emitidos [ton/ano]
6. Preparação do Pescado	12,4	12,7	18998,7	26,0	533,5	5114,0	15967,3	23,5
6.5. Corredor de Acesso	0,7	0,7	1057,2	1,4	730,0	0,0	1458,9	2,1
Sala de Preparação de Fruta	1,2	1,2	1838,6	2,5	152,0	1455,8	528,3	0,8
Total							17 954,6	26,4

O valor da Fração do Consumo Médio Mensal 2024 foi calculado através da expressão:

$$\text{Fração do Consumo Médio Mensal 2024} = \text{Consumo Médio Total de 2024} \times \frac{\text{Fração da Potência Total (\%)}}{100} \quad \text{(eq.4)}$$

Relativamente ao Consumo Médio Por Hora foi determinado do seguinte modo:

$$\text{Consumo Médio Por Hora} = \frac{\text{Fração do Consumo Médio Mensal 2024}}{\text{Nº de horas total de um mês}} \quad \text{(eq.5)}$$

Para o Total de Horas Inativo, foram tidos em consideração os horários sem operação de cada câmara apresentados anteriormente na Tabela 6, o que permitiu o cálculo Consumo Médio Mensal Com Poupança utilizando a equação 6:

$$\text{Consumo Médio Mensal Com Poupança} = \text{Fração do Cons. Méd. Mensal 2024} - (\text{Cons. Méd. Por Hora} \times \text{Total de Horas Inativo}) \quad \text{(eq.6)}$$

Reunidas todas as informações necessárias foi então possível calcular as Poupanças Monetária e de Emissões Carbónicas através das equações 7 e 8, respetivamente:

$$\text{Poupança Monetária} = (\text{Fração do Cons. Méd. Mensal 2024} - \text{Cons. Méd. Mensal Com Poupança}) \times 0{,}115 \times 12 \quad \text{(eq.7)}$$

$$\text{Poupança de GEE emitidos} = (\text{Fração do Cons. Méd. Mensal 2024} - \text{Cons. Méd. Mensal Com Poupança}) \times 10^{-3} \times 0{,}169 \times 12 \quad \text{(eq.8)}$$

A análise da tabela revela que, ao implementar a inativação programada dos sistemas de refrigeração nos períodos de menor utilização, é possível obter ganhos financeiros e ambientais bastante expressivos.

Tomando como exemplo a câmara de “Preparação do Pescado”, cujo consumo médio é de 26 kWh e que fica inativa em média 304 horas por mês, estima-se uma redução de consumo que se traduz em uma poupança anual de cerca de 10 925 €. Ao mesmo tempo, essa redução de energia evita a emissão de aproximadamente 18,4 toneladas de CO_2 equivalente por ano.

De modo geral, somando os três equipamentos analisados chega-se a uma economia total estimada em 12 912 € ao ano e a uma diminuição de cerca de 19 tCO_2 eq. anuais. Estes resultados demonstram claramente que uma simples gestão eficiente dos períodos de inatividade das câmaras frigoríficas não apenas reduz os custos operacionais, mas também contribui de forma significativa para a sustentabilidade ambiental do CD.

Com o objetivo de avaliar a viabilidade económica desta medida, foi solicitado um orçamento à empresa SAMIFI Portuguesa, responsável pela produção de frio na Sonae MC, para a parametrização de horários na automação de controlo de temperatura de alguns espaços frigoríficos, de forma a perceber o custo da implementação e a respetiva taxa de retorno do investimento.

Com base no orçamento solicitado à SAMIFI Portuguesa, empresa responsável pela produção de frio na Sonae MC, o custo estimado para a implementação da medida de parametrização de horários na automação de controlo de temperatura é de 1 937 €.

Esta intervenção consiste na alteração da programação dos sistemas de refrigeração para permitir a definição de horários personalizados em cada um dos espaços, durante os quais a temperatura será regulada com base num segundo *set-point*, também configurável de forma individual.

Considerando uma poupança anual estimada de 17 954 € resultante da redução do consumo energético nos períodos de inatividade, a taxa de retorno (*payback*) da medida é extremamente atrativa, com o investimento a ser recuperado em menos de dois meses após a implementação.

Esta rápida recuperação reforça a viabilidade económica da iniciativa, aliando benefícios financeiros a uma significativa redução das emissões de gases com efeito de estufa.

A proposta orçamental fornecida pela empresa SAMIFI, pode ser analisada em detalhe, no ANEXO J.

Teste De Variação De Temperatura

Para avaliar o impacto da desativação dos evaporadores e garantir que esta medida não compromete os parâmetros de controlo de qualidade, foi realizado um teste experimental. Desse modo, foram desativados os evaporadores da Sala de Preparação de Fruta e do Corredor de Acesso ao pescado, entre as 23h00 de sábado, dia 14 de junho de 2025, e as 6h50 de segunda-feira, dia 16 de junho de 2025.

De forma a garantir a total segurança durante o teste e evitar qualquer risco para a qualidade dos alimentos, garantiu-se que não seria deixado qualquer tipo de produto alimentar nas zonas intervencionadas permitindo que o ensaio decorresse em ambiente controlado e sem comprometer a operação da unidade. O objetivo principal do teste foi analisar o comportamento térmico das salas mencionadas durante o período de inatividade dos evaporadores, tendo em conta que estas áreas são termicamente isoladas e, por isso, potencialmente aptas à aplicação de estratégias de melhoria da utilização energética.

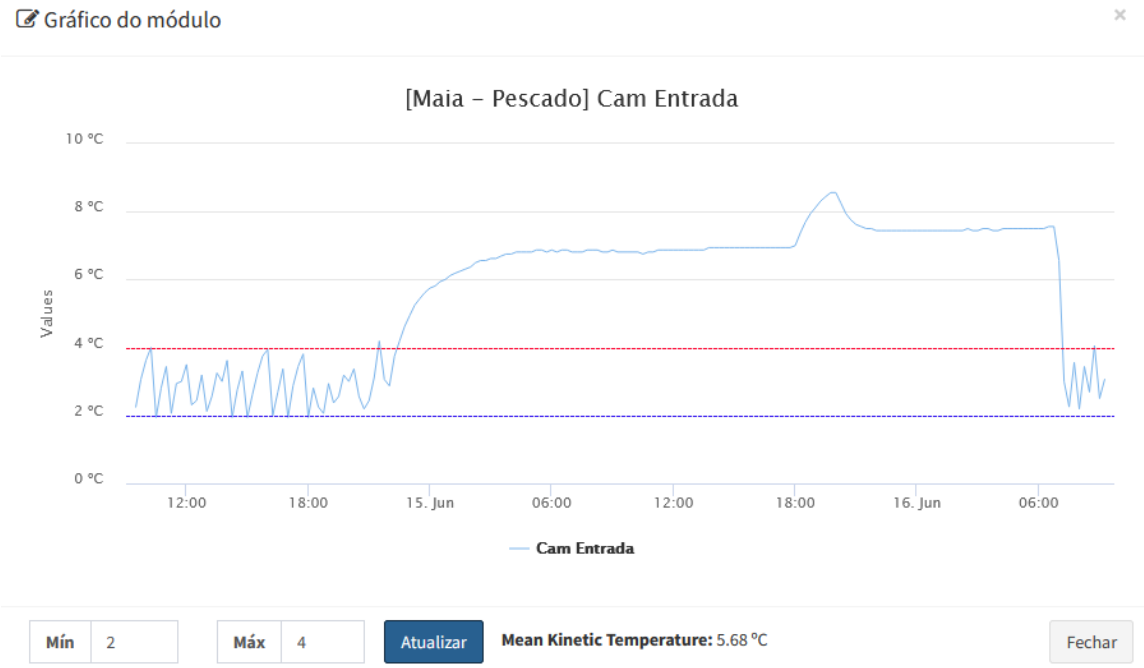


Figura 25- Curva de variação de temperatura no Corredor de Acesso ao Pescado. Fonte: CapTemp.

O gráfico apresentado na Figura 25 relativo ao Corredor de Acesso ao Pescado evidencia uma subida gradual da temperatura a partir do momento da desativação dos evaporadores, na noite de sábado, 14 de junho. A temperatura estabiliza por volta dos 7º C durante o dia 15, mantendo-se constante até à manhã de segunda-feira, 16 de junho.

Contudo, verifica-se um pico de temperatura acentuado por volta das 20h do dia 15, momento em que os valores ultrapassam momentaneamente os 8 ºC. Este fenómeno poderá estar associado à abertura prolongada das portas da câmara, seja por motivos operacionais ou movimentações pontuais na área, o que indica que, mesmo em situações de desativação programada, as interações humanas e operacionais continuam a desempenhar um papel importante no controlo da temperatura.

Apesar do pico registado, é relevante salientar que a temperatura voltou a estabilizar pouco depois e que o sistema de refrigeração, uma vez reativado, necessitou de apenas cerca de 15 minutos para recuperar totalmente a temperatura ideal de operação, sem colocar em risco a conservação dos alimentos no reinício da atividade.

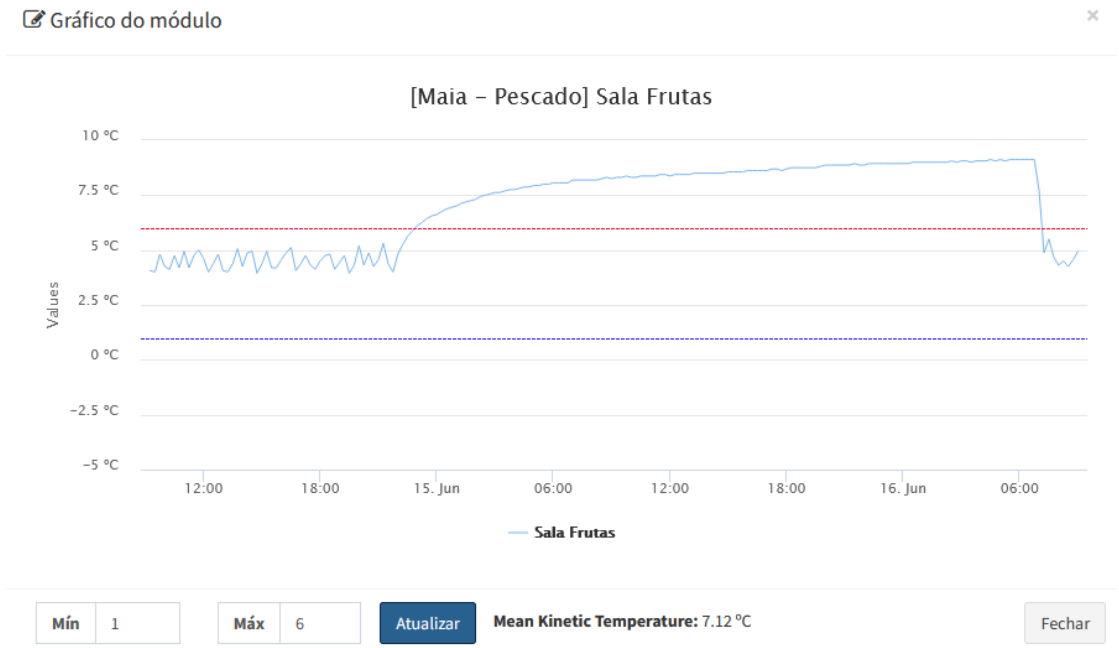


Figura 26-Curva de variação de temperatura na Sala de Preparação de Fruta. Fonte: CapTemp.

De forma semelhante, a Sala de Preparação de Fruta apresentou uma evolução térmica previsível e controlada. Após a desativação, a temperatura subiu gradualmente até atingir cerca de 8 ºC, onde se manteve de forma estável até ao final do teste. Esta estabilidade térmica é indicativa de um bom desempenho do isolamento da sala, sendo este um resultado muito positivo, pois confirma que o espaço é capaz de manter temperaturas moderadas mesmo sem atuação ativa do sistema de refrigeração.

Tal como no caso anterior, após a reativação dos evaporadores, a sala recuperou rapidamente os valores de temperatura dentro do intervalo definido como seguro.

Apesar das temperaturas registadas terem, em ambos os espaços, ultrapassado temporariamente os limites estipulados para a conservação de produtos alimentares, não houve qualquer impacto na operação, dado que o teste decorreu sem alimentos armazenados e em condições previamente preparadas para esse efeito. Além disso, a rápida recuperação da temperatura operacional após a reativação dos evaporadores (cerca de 15 minutos) confirma que, em contexto real, a conservação dos alimentos pode ser assegurada desde que o reinício do funcionamento seja feito com a devida antecedência.

A estabilidade térmica observada, mesmo com os equipamentos desligados, valida a robustez do isolamento das áreas testadas e reforça a viabilidade técnica e operacional desta medida como parte de uma estratégia de eficiência energética.

O teste foi, por isso, considerado um sucesso, abrindo caminho para a implementação da desativação programada dos evaporadores em períodos de inatividade, nomeadamente durante fins de semana ou feriados, desde que salvaguardadas as condições operacionais adequadas.

No entanto, a aplicação desta medida carece de uma segunda confirmação. Seria necessário verificar se a poupança energética obtida durante o período em que o evaporador permanece desligado compensa o consumo adicional associado à recuperação da temperatura aquando do reinício do sistema. Neste momento, essa análise não é viável, uma vez que não estão instalados os dispositivos de medição necessários.

De todo o modo, os resultados obtidos justificam a continuidade deste tipo de análise noutras zonas da instalação, como por exemplo na câmara de congelados, onde se poderá avaliar o comportamento térmico sob as mesmas premissas. Esta abordagem poderá contribuir para a redução do consumo energético sem comprometer a segurança alimentar, desde que acompanhada de monitorização constante, boas práticas operacionais e formação contínua das equipas envolvidas.

4.3.3. Iluminação

Não obstante as limitações identificadas, e não sendo possível considerar intervenções adicionais ao nível do consumo de frio, este trabalho contemplou, em adição, a avaliação do sistema de iluminação.

A iluminação, apesar de representar uma fração de consumo energético menor do que a produção de frio, corresponde a uma componente de fácil atuação no que toca à redução do consumo energético de um centro de distribuição, especialmente tendo em conta a sua grande dimensão, os diferentes horários de funcionamento e as exigências específicas de visibilidade em cada zona.

O entreposto da Maia foi, recentemente, alvo de uma intervenção significativa neste domínio, com a substituição integral do sistema anterior por iluminação LED, mais eficiente e com menor impacte ambiental. Dando seguimento a essa modernização, esta dissertação procurou avaliar de que forma a gestão da iluminação poderia ser ainda mais otimizada, não apenas através da substituição da tecnologia, mas também pela regulação da intensidade luminosa e pelo aproveitamento de luz natural em zonas com acesso à mesma. Para além disso, foram analisadas possibilidades de desligar parcialmente o sistema de iluminação em períodos sem atividade operacional, contribuindo para uma redução adicional do consumo energético e dos custos associados.
A análise baseou-se em dados operacionais, observação direta e levantamento dos horários de funcionamento por zona, permitindo propor medidas de eficiência realistas, alinhadas com a dinâmica do entreposto.

Diagnóstico Da Luminosidade Natural

Por observação direta, tanto no edifício Maia Centro, pertencente ao Centro de Distribuição da Maia, como no entreposto da Azambuja, verificou-se a existência de uma oportunidade de aproveitamento da iluminação natural. Em ambos os locais, foi possível constatar que as claraboias existentes permitem uma entrada significativa de luz natural, proporcionando iluminação interior suficiente em dias com elevada luminosidade exterior. Esta constatação abre caminho para a implementação de medidas de gestão da iluminação artificial, como a sua regulação ou desligamento parcial durante o dia, com o objetivo de reduzir o consumo energético sem comprometer as condições de visibilidade e segurança no interior dos entrepostos.

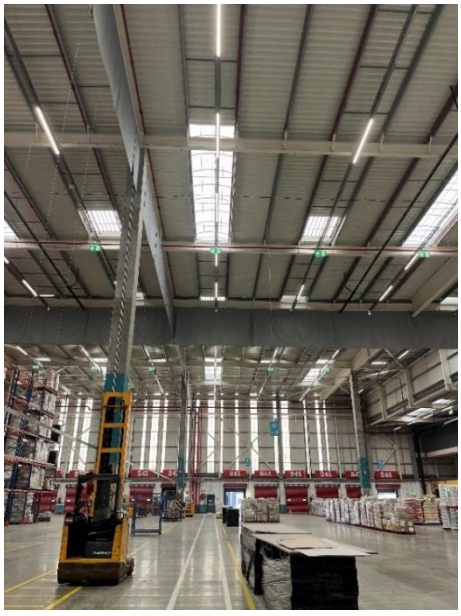


Figura 28- Iluminação elétrica em zonas de claraboia no CD da Maia. Fonte: Autor.

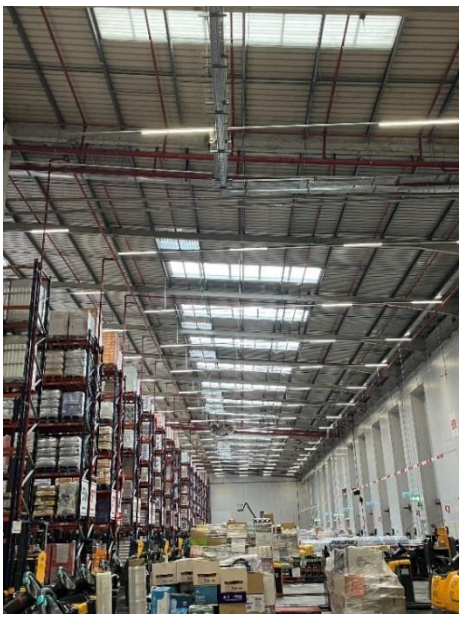


Figura 27- Iluminação elétrica em zonas de claraboia no CD da Azambuja. Fonte: Autor.

Com o objetivo de avaliar o potencial de aproveitamento da iluminação natural no entreposto, foram realizadas duas medições da luminosidade em diferentes zonas críticas do edifício. A primeira medição ocorreu no dia 28 de abril de 2025, durante o apagão nacional, o que permitiu observar exclusivamente o contributo da luz natural proveniente das claraboias.

O referido apagão consistiu numa falha generalizada no fornecimento de eletricidade que afetou diversas regiões do país, resultando na interrupção temporária do serviço elétrico para milhares de consumidores devido a uma avaria técnica na rede de transporte.

A segunda medição foi efetuada no dia 30 de abril de 2025, à mesma hora (12h00), em condições normais de funcionamento, ou seja, com a iluminação artificial ativa. Esta comparação entre os dois cenários teve como finalidade avaliar até que ponto a luz natural, em dias com elevada luminosidade exterior, pode substituir ou complementar a iluminação elétrica, contribuindo para uma gestão energética mais eficiente.

Para melhor contextualizar as medições de luminosidade realizadas no entreposto, foram identificadas diferentes zonas funcionais onde os valores de iluminância foram registados, de forma a compreender a necessidade real de iluminação artificial em cada uma delas:

- Zona 1 – Automação: corresponde a uma área onde são armazenados equipamentos e máquinas. Este espaço é utilizado apenas casualmente e como zona de passagem para acesso às áreas de Pescado e Maia Norte, não exigindo, por norma, níveis elevados de iluminação contínua.

- Zona 2 – Entrada do Pescado: trata-se da área de acesso à secção de Pescado, onde a circulação é mais frequente, justificando maior atenção à adequação dos níveis de iluminação.

- Zona 3 – Centro do Armazém: representa uma área ampla e central do entreposto, com elevada circulação de operadores e equipamentos.

- Zona 4 – Entrada: esta zona está localizada na entrada do edifício Maia Centro, especificamente na área dedicada à logística inversa, onde se realiza a receção e triagem de materiais devolvidos ou não conformes.
- Zona 5 – Cais de Carga e Descarga: local onde são realizadas as operações de entrada e saída de mercadorias, ou seja, as atividades de carga e descarga de camiões, exigindo visibilidade constante e eficaz por razões operacionais e de segurança.
- Zona 6 – *Racks* de Armazenamento: trata-se da zona de estanteria elevada, utilizada para armazenamento verticalizado de produtos. Por norma, estas áreas apresentam luminosidade mais reduzida, devido à obstrução parcial da luz natural e à própria disposição das estruturas de armazenamento.



Figura 29- Mapa do piso 0 do edifício Maia Centro com zonas de medição identificadas. Fonte: Sonae MC.

Abaixo apresenta-se a tabela com os valores de luminosidade medidos nas diferentes zonas do entreposto, tanto no dia 28 de abril (apenas com luz natural) como no dia 30 de abril (com iluminação artificial ativa), permitindo uma comparação direta do contributo da iluminação natural em cada área.

Tabela 10- Valores de luminosidade medidos por zona identificada.

Dia e Hora	Medição por Zona [lux]					
	1	2	3	4	5	6
28/05/2025 12h	22	23	1162	543	829	489
30/05/2025 12h	209	167	310	121	131	334

A comparação entre os valores de iluminância medidos nos dois dias revela um padrão claro de maior eficácia da iluminação natural em dias com elevada luminosidade exterior. No geral, verificaram-se aumentos significativos dos níveis de luz em várias zonas no dia 28 de abril (durante o apagão), exclusivamente com luz natural, quando comparados com os valores registados no dia 30 de abril, com iluminação artificial ativa. Em algumas zonas, como o centro do armazém e a zona de cais, os valores de iluminância natural foram 3 a 6 vezes superiores aos obtidos com a iluminação elétrica, o que demonstra que, em dias com boa radiação solar, as claraboias conseguem assegurar uma iluminação adequada e, em certos casos, superior, sem necessidade de recurso à luz artificial.

Por outro lado, também se observaram situações em que os níveis de iluminância com luz artificial foram superiores, sobretudo em zonas com menor exposição direta à luz natural ou em áreas onde o design do espaço limita a entrada da luz do exterior. Nestes casos, o contributo da iluminação elétrica continua a ser essencial para garantir condições de visibilidade adequadas.

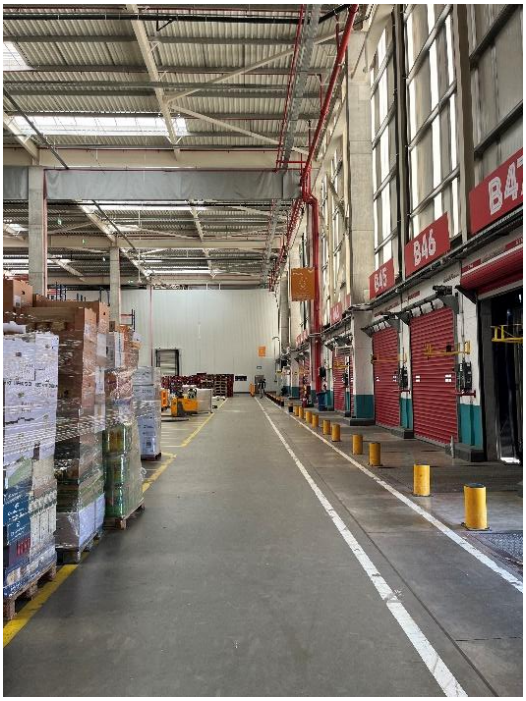


Figura 31- Zona 5 no dia do apagão apenas com iluminação natura. Fonte: Autor.

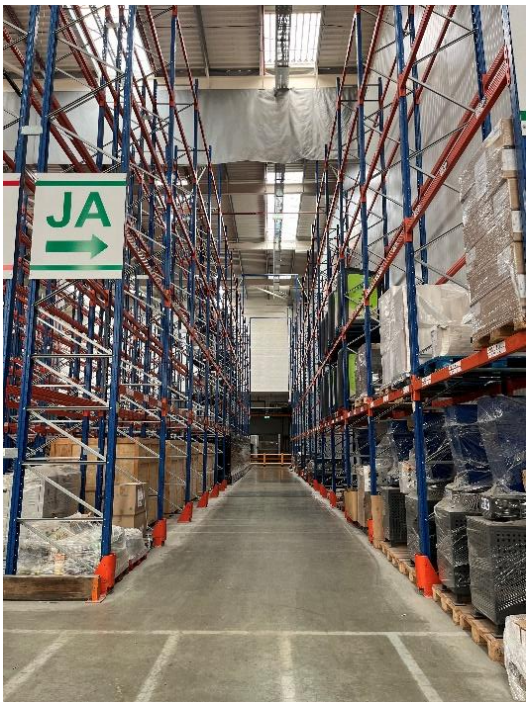


Figura 30- Zona 6 no dia do apagão apenas com iluminação natural. Fonte: Autor.

Assim, o diagnóstico global aponta para uma grande oportunidade de redução do consumo energético através da gestão inteligente da iluminação artificial, nomeadamente por meio de sistemas automáticos que ajustem a intensidade ou desliguem os circuitos de iluminação quando a luz natural for suficiente, otimizando o equilíbrio entre conforto visual, segurança e eficiência energética.

Regulação Automática Da Luminosidade

Com base nos resultados obtidos nas medições de luminosidade e na clara identificação de zonas com elevado aproveitamento de luz natural no entreposto, verifica-se uma oportunidade estratégica para a implementação de um sistema de iluminação inteligente baseado em tecnologia DALI.
O sistema permite o controlo digital e individualizado de cada ponto de luz, possibilitando ajustes automáticos de intensidade luminosa com base em sensores de presença e, principalmente, sensores de luminosidade natural. Assim, em dias com boa radiação solar, como evidenciado no dia 28 de abril, o sistema poderá reduzir ou até desligar a iluminação artificial em zonas onde a luz natural é suficiente, como observado nas zonas do cais (Zona 5) e no centro do armazém (Zona 3), onde os valores de luz natural foram significativamente superiores aos obtidos com iluminação artificial.

Além disso, o DALI permite a criação de cenários de iluminação flexíveis, ajustados à ocupação e à função de cada espaço. Por exemplo, em zonas de passagem esporádica como a Zona 1 (Automação), o sistema pode manter os níveis mínimos de iluminação e aumentar apenas quando deteta movimento, promovendo poupança sem comprometer a segurança.

Outra vantagem importante é a capacidade de monitorização e gestão centralizada que o sistema DALI oferece. Através de uma interface digital, é possível acompanhar o desempenho do sistema, identificar falhas e implementar ajustes remotamente, o que contribui para uma manutenção mais eficiente e custos operacionais reduzidos a médio e longo prazo.

Tendo em conta o diagnóstico energético e a comprovada eficácia da iluminação natural no edifício, a adoção de um sistema DALI representa uma solução tecnologicamente madura, com elevado potencial de poupança energética, aumento do conforto visual e redução da pegada de carbono. A sua implementação alinharia o entreposto com as melhores práticas de eficiência energética e sustentabilidade, enquanto prepararia a infraestrutura para futuras exigências em termos de digitalização e automação.

Controlo Horário

Após a análise dos níveis de luminosidade e da identificação do elevado potencial de aproveitamento da luz natural, considerou-se também outra abordagem complementar ou alternativa ao controlo por sensores, nomeadamente a regulação horária da iluminação.

Não obstante, dada a constante necessidade de alteração de rotinas e horários de trabalho de modo a dar resposta às exigências do setor do retalho, esta regulação horária deve permitir alterações sempre que necessário, por ajustes à programação quando a alteração é comunicada previamente, por sensores de presença ou, em último recurso por controlo manual.

Esta medida revelou-se particularmente relevante no Centro de Distribuição da Maia, onde existem diversas zonas com horários de utilização muito específicos ou com períodos prolongados de inatividade ao longo do dia.

Nessas áreas, como zonas de passagem, corredores técnicos, áreas de apoio ou espaços com menor intensidade operacional, é possível estabelecer períodos programados de redução ou desativação da iluminação artificial, mantendo apenas os níveis de iluminação de segurança.

Esta estratégia permite evitar o funcionamento desnecessário dos sistemas de iluminação em momentos sem atividade, sem comprometer a segurança nem a operacionalidade do entreposto.
A regulação horária pode ser implementada através de programadores simples ou integrada num sistema de controlo centralizado, e constitui uma medida de baixo custo, fácil aplicação e com retorno rápido, sendo especialmente eficaz quando aliada ao conhecimento real dos padrões de utilização do espaço.

De modo a proceder ao estudo da viabilidade da estratégia de regulação horária da iluminação, foi realizada a identificação das zonas com maior potencial para aplicação da medida. O edifício Maia Centro revelou-se como o local com maior margem de implementação, uma vez que apresenta áreas com períodos prolongados de inatividade, o que permite desligar ou reduzir a iluminação em determinados horários sem impactar as operações.

Por outro lado, no Maia Norte (dedicado às operações de PBL), no Maia Sul (PBS), bem como no armazém de temperatura controlada (TC), as operações decorrem de forma contínua e com exigências específicas de visibilidade, o que impossibilita ou reduz significativamente a aplicabilidade desta medida nessas áreas.

Após a definição dos locais elegíveis e a identificação dos respetivos horários de menor ou nula atividade, procedeu-se à recolha de informação técnica, nomeadamente a quantidade de luminárias instaladas em cada espaço e as potências associadas a cada circuito de iluminação. Com base nesses dados, foram calculados os consumos energéticos atuais e estimadas as poupanças possíveis decorrentes da implementação da regulação horária, permitindo assim uma análise quantitativa do potencial de redução de consumo e de custos operacionais.

Tabela 11- Resultados referentes à desativação da iluminação em horário controlado.

	Setor	Zona	Quantidade de Luzes	Potência [kW]	Possível horário de desativação	Horas Desativadas [h/ano]	Energia Poupada [kWh]	Poupança Estimada [€/ano]	Emissões Carbónicas Evitadas [ton/ano]
MAIA CENTRO Piso 0	Logística Inversa	-	95	0,081	Das 24h de sexta às 7h30 de segunda-feira	2860,0	7335,9	843,6	0,6
	Automação	-	76	0,081	Das 24h às 6h	2190,0	4493,9	516,8	0,3
	Zona Entrada Pescado/ Quadros Eletric.	-	7	0,081	Das 24h às 6h	2190,0	413,9	47,6	0,0
	Sala Baterias	-	12	0,081	Das 24h às 6h	2190,0	709,6	81,6	0,1
	Corredor acesso oficina	-	13	0,081	Das 24h às 6h	2190,0	768,7	88,4	0,1
	Pescado Piso 0	Gabinete	2	0,043	Das 2h às 6h	1460,0	41,9	4,8	0,0
		Escritório	9	0,043	Das 2h às 6h	1460,0	188,3	21,7	0,0
	Pescado Piso 1	Receção	9	0,043	Das 2h às 6h	1460,0	188,3	21,7	0,0
		Controlo de Qualidade	2	0,043	Das 2h às 6h	1460,0	41,9	4,8	0,0
	Bacalhau	Antecâmara	23	0,064	Das 2h às 6h	1460,0	716,4	82,4	0,1
		Salas Técnicas	2	0,064	Das 24h às 6h	2190,0	93,4	10,7	0,0
		Câmara	34	0,064	Das 17h às 6h	4745,0	3441,7	395,8	0,3
	Congelados	Ante-Câmara	47	0,064	Das 2h de domingo às 6h de segunda-feira	1456	1459,9	167,9	0,1
		Câmara Pisos 2 e 3	288	0,064	Das 4h às 6h	730,0	4485,1	515,8	0,3
TOTAL								2 803,57	1,88

De forma a determinar a energia poupada por ano considerou-se a potência da iluminação de cada local e horário em que é possível desativar, bem como um terço da quantidade de luzes instaladas, isto porque deve ser garantida a luminosidade mínima de segurança no centro de distribuição. Desta forma o cálculo realizou-se do seguinte modo:

$$\text{Energia Poupada} = \text{Potência} \times (\frac{1}{3}) \times \text{Quantidade de Luzes} \times \text{Horas Desativadas} \quad \text{(eq.9)}$$

Tal como no estudo do ajuste de temperaturas, com base nos valores de energia obtidos, procedeu-se então ao cálculo das Poupanças Monetária e de Emissões Carbónicas através das equações 10 e 11, respetivamente:

$$\text{Poupança Monetária} = \text{Energia Poupada} \times 0{,}115 \quad \text{(eq.10)}$$

$$\text{Poupança de GEE emitidos} = \text{Energia Poupada} \times 10^{-3} \times 0{,}169 \quad \text{(eq.11)}$$

Os resultados apresentados na Tabela 11 evidenciam, de forma clara, os benefícios tanto económicos como ambientais decorrentes desta medida de eficiência energética.

Ao observar os resultados, destaca-se a zona de Logística Inversa, que, apesar de contar com 95 pontos de luz, beneficia de um extenso período de desativação, permitindo alcançar a maior poupança económica individual. Este setor é também responsável pela maior redução de emissões carbónicas, com 0,6 toneladas de CO_2 evitadas por ano, evidenciando o impacto positivo da medida em ambientes com grande densidade luminosa e baixa atividade fora do horário laboral.

De forma agregada, os resultados obtidos através desta estratégia de desativação da iluminação apontam para uma poupança energética total de 2.803,57 euros por ano que, apesar de significativamente inferiores aos resultados obtidos quando se trata do sistema de produção de frio, representam uma redução interessante nos custos operacionais relacionados ao consumo elétrico.

Paralelamente, estima-se a evitação de 1,88 toneladas de emissões de CO_2 por ano, reforçando o contributo da medida para os objetivos de sustentabilidade e redução da pegada ambiental da organização.

Estes resultados demonstram que a melhoria da utilização da iluminação através de um planeamento criterioso dos horários de funcionamento é uma medida simples, de baixo custo e elevada eficácia, com potencial de replicação noutros edifícios com características semelhantes. Além do impacto económico direto, a redução das emissões reforça o compromisso da empresa com práticas ambientalmente responsáveis, alinhadas com os princípios da transição energética e da gestão sustentável da energia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1. Tabela Resumo Do Das Principais Medidas Propostas

Na Tabela 12 é apresentado um resumo das principais medidas propostas no âmbito do trabalho realizado, organizadas por área de atuação, com a respetiva descrição dos objetivos, impactos esperados e estado de implementação.

Tabela 12- Resumo das principais medidas propostas no trabalho.

Área de Atuação	Objetivo da Medida	Impacto Esperado	Estado de Implementação
Gestão de Resíduos	Padronização dos pontos de recolha e sinalização	Melhor separação, menor contaminação de resíduos recicláveis	Proposto
	Estrutura de proteção para contentores	Redução de danos nos equipamentos e maior organização	Proposto
	Quadro de Honra e Semáforo Sustentável	Envolvimento e motivação das equipas; reforço de boas práticas	Proposto
Formação e Capacitação	Campanha de sensibilização sobre poupança de recursos	Aumento da consciencialização e mudança de comportamento	Implementado
	Sessões de formação adaptadas a cada setor/turno	Uniformização do conhecimento, reforço da cultura organizacional	Implementado
	Criação de Pivô Ambiental em cada equipa	Facilitar a monitorização e disseminação de boas práticas	Implementado
Eficiência Energética – Refrigeração	Desativação de evaporadores em zonas inativas	Poupança anual de 12.912 € e redução de 26,4 t CO_2eq	Testado com sucesso
	Programação automática do sistema de frio	Garantir estabilidade operacional e continuidade da medida	Proposto (orçamentado)
Eficiência Energética – Iluminação	Desativação programada em horários sem atividade	Poupança de 2.803,57 €/ano e redução de 1,88 t CO_2eq	Proposto
	Avaliação do potencial da luz natural e regulação de intensidade	Redução de consumo energético sem comprometer a segurança e visibilidade	Proposto

5.2. Principais Conclusões Do Estudo

A realização deste estudo permitiu evidenciar o impacto significativo que uma estratégia integrada de sustentabilidade pode ter no funcionamento de um centro de distribuição de grande escala. No caso específico do Centro de Distribuição da Maia da Sonae MC, a abordagem adotada revelou-se eficaz na identificação de oportunidades de melhoria e na aplicação de soluções práticas com resultados mensuráveis.

No domínio da gestão de resíduos, verificou-se que a situação inicial carecia de padronização, sinalização e métodos eficazes de separação. A aplicação de soluções simples, como a identificação visual dos contentores por cor, a reorganização dos pontos de recolha e a introdução de estruturas de proteção, permitiu melhorar os fluxos internos e evitar contaminações. A introdução de instrumentos como o "semáforo sustentável" e o "quadro de honra" revelou-se particularmente eficaz na promoção da motivação dos colaboradores e no reforço do compromisso com boas práticas ambientais.

No que toca à formação e capacitação, o diagnóstico inicial revelou que, embora os colaboradores apresentem grande recetividade à temática da sustentabilidade, existem lacunas significativas na compreensão dos conceitos e objetivos ambientais. A implementação de campanhas de sensibilização, sessões de formação específicas para os setores operacionais e a introdução do papel de pivô ambiental por setor foram cruciais para fomentar o envolvimento coletivo. Este trabalho destaca que a formação contínua não é um complemento, mas sim uma componente essencial para o sucesso de qualquer estratégia ambiental no contexto logístico, o que contribui não só para os pilares ambiental e económico, como também a vertente social da sustentabilidade.

Relativamente à eficiência energética, os resultados obtidos foram particularmente expressivos. No âmbito da refrigeração, a proposta de desativar os evaporadores em períodos sem operação demonstrou ser tecnicamente viável e financeiramente vantajosa. A análise ao setor da "Preparação do Pescado", por exemplo, indicou uma poupança anual de 10 925 €, resultante da desativação dos evaporadores durante 304 horas mensais, sem comprometer a segurança alimentar. No total, a intervenção em três câmaras refrigeradas permitiu atingir uma economia de 17 954 €/ano e uma redução de cerca de 19 toneladas de CO_2 eq..
Para implementar estas alterações, foi orçamentada a parametrização do sistema de refrigeração em 1 937 €, resultando numa taxa de retorno inferior a dois meses, o que confirma a elevada viabilidade económica da medida.

No que respeita à iluminação, mesmo após a substituição por sistemas LED, foi possível melhorar ainda mais o consumo com a introdução de desligamentos programados e aproveitamento de luz natural. A aplicação da medida em zonas como a Logística Inversa, Automação e Salas Técnicas permitiu uma poupança anual de 2 803 € e evitou a emissão de 1,88 toneladas de CO_2 eq., sem comprometer os níveis mínimos de segurança e visibilidade.

Assim, este projeto demonstrou que a sustentabilidade logística não deve ser vista como uma exigência normativa, mas como uma oportunidade concreta de melhorar o desempenho global da operação. As intervenções realizadas não só permitiram reduzir custos e emissões, como também reforçaram a cultura organizacional e a literacia ambiental das equipas envolvidas.

5.3. Síntese Metodológica- Estratégia Integrada

A partir da experiência realizada no estudo de caso decorrido no centro de distribuição da Sonae MC, na Maia, foi desenvolvida uma proposta metodológica replicável para a implementação de projetos de sustentabilidade em ambiente logístico.

Esta metodologia assenta numa abordagem sistemática, composta por seis grandes etapas, e visa apoiar não só outros entrepostos da Sonae MC, como também as demais empresas que pretendam adotar práticas sustentáveis, com especial foco na redução de consumos energéticos e na melhoria do desempenho ambiental.

- **Enquadramento e Planeamento Estratégico**

Nesta etapa definem-se os objetivos do projeto, assegurando o seu alinhamento com a estratégia ambiental e energética da organização. Nesta fase inicial, é fundamental mapear os principais impactes ambientais associados à operação logística, com especial atenção para áreas como o consumo de energia, a produção de resíduos e as emissões atmosféricas. Simultaneamente, deve ser reunida a documentação relevante, nomeadamente políticas ambientais em vigor, resultados de auditorias anteriores, dados históricos de consumo e relatórios de sustentabilidade.

- **Diagnóstico Inicial e Avaliação de Oportunidades**

Este momento envolve um conjunto de ações destinadas a compreender o estado atual das operações e a identificar potenciais áreas de intervenção. Neste âmbito, a aplicação de inquéritos aos colaboradores permite aferir o nível de literacia ambiental e a predisposição para adoção de novos comportamentos. Complementarmente, são realizadas visitas técnicas e observações diretas nas instalações, bem como uma avaliação dos equipamentos críticos, como os sistemas de iluminação, refrigeração e climatização. O benchmarking interno, através do estudo de boas práticas implementadas noutras unidades da própria empresa, contribui para enriquecer o processo de diagnóstico.

- **Recolha e Análise de Dados Operacionais**

Nesta terceira fase, a utilização de dados históricos sobre consumos de recursos e produção de resíduos, aliada a ferramentas de gestão centralizada e de análise, permite identificar padrões de desperdício e oportunidades de otimização operacional.

- **Definição e Implementação de Ações Técnicas e Comportamentais**

As ações podem incidir, por exemplo, sobre a melhoria da eficiência da iluminação, através da instalação de sensores de presença e de regulação automática de intensidade luminosa com base na luz natural. Ao nível da refrigeração, medidas como o ajuste de temperaturas em zonas com baixa atividade e o controlo rigoroso da abertura de portas são recomendadas. Na gestão de resíduos, destaca-se a reorganização dos pontos de recolha, a sinalética adequada e a promoção da separação na origem. Paralelamente, desenvolve-se um plano formativo contínuo, adaptado aos diferentes perfis operacionais, e reforça-se a comunicação interna por meio de plataformas digitais, reuniões de turno e materiais visuais.

- **Envolvimento das Equipas e Delegação de Responsabilidades**

A metodologia propõe também uma abordagem participativa. A designação de pivôs ambientais em cada setor dinamiza a monitorização e promoção de boas práticas no terreno. A realização de atividades semanais mantém o projeto visível e dinâmico, enquanto campanhas internas e sistemas de reconhecimento estimulam a adesão dos colaboradores.

- **Monitorização de Resultados**

Por fim, avaliam-se métricas relevantes para as empresas, como por exemplo, o consumo de energia e água, as toneladas de CO_2 evitadas e a taxa de participação nas formações. A comparação entre os dados anteriores e posteriores à implementação das medidas permite aferir o impacto real do projeto e sustenta a tomada de decisões futuras.

Em síntese, esta proposta metodológica representa uma abordagem prática, estruturada e colaborativa, que não só promove ganhos ambientais e operacionais, como também reforça o compromisso organizacional com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Ao mesmo tempo, favorece uma cultura de inovação, eficiência e responsabilidade, fundamentais para a sustentabilidade da logística empresarial.

5.4. Recomendações De Melhorias Futuras

O presente trabalho permitiu identificar diversas oportunidades de melhoria que podem ser exploradas para aprofundar os resultados positivos já alcançados no centro de distribuição da Sonae MC. A continuidade da trajetória de sustentabilidade da empresa exige agora alargamento do impacto das medidas implementadas e o desenvolvimento de instrumentos de monitorização mais robustos. As propostas de melhoria a seguir apresentadas visam reforçar os pilares de atuação da empresa, com foco na eficiência, envolvimento interno e inovação contínua.

5.4.1. Reforço Da Eficiência Na Gestão De Resíduos

Apesar das medidas já implementadas no que diz respeito à separação e recolha de resíduos, verifica-se que a componente de valorização pode ainda apresentar margem significativa de melhoria, tanto do ponto de vista ambiental como económico. Neste sentido, propõe-se uma abordagem estratégica mais abrangente que permita potenciar o aproveitamento dos resíduos gerados nas operações logísticas.

Uma das primeiras ações recomendadas consiste na revisão dos contratos estabelecidos com os operadores de resíduos, no sentido de potenciar não só a valorização ambiental como o retorno económico que os mesmos podem gerar. A quantificação do valor económico resultante da venda de materiais recicláveis, como o cartão e o plástico, surge como uma ferramenta relevante para apoiar esta estratégia, uma vez que permite evidenciar os benefícios financeiros diretos e criar oportunidades para o reinvestimento desses recursos em iniciativas de sustentabilidade.

A adoção destas medidas contribui diretamente para a consolidação de uma lógica de economia circular, em linha com o Plano de Ação para a Economia Circular da União Europeia, e reforça o compromisso com os princípios da norma ISO 14001, que incentiva a melhoria contínua do desempenho ambiental das organizações.

5.4.2. Inovação Na Gestão De Energia

Embora a Sonae MC já disponha de soluções robustas de monitorização energética, incluindo sensores setoriais e sistemas de gestão centralizada, a transição para uma gestão energética inteligente e preditiva pode representar uma oportunidade estratégica para aprofundar a eficiência e a resiliência das operações logísticas. Neste enquadramento, a integração de tecnologias digitais avançadas e de soluções baseadas em inteligência artificial (IA) revela-se particularmente promissora.

Uma das abordagens centrais consiste na implementação de algoritmos de IA capazes de prever os consumos energéticos, tendo por base a análise de padrões históricos, as condições meteorológicas e as cargas logísticas previstas. Esta metodologia já demonstrou resultados positivos em contextos industriais semelhantes (Cesar Costa, 2024; Whitney & Mendonça, 2022). A par disso, é recomendada a adoção de sistemas de gestão preditiva de energia, que permitam reajustar automaticamente o funcionamento de equipamentos críticos, como os sistemas de frio ou climatização, de acordo com previsões de pico ou em função de tarifas energéticas dinâmicas (Meng et al., 2025)

Outro recurso com elevado potencial consiste na utilização de gémeos digitais (digital twins), que permitem simular virtualmente a infraestrutura energética dos centros logísticos e testar diferentes cenários de eficiência energética antes da sua aplicação no terreno. Esta tecnologia facilita uma tomada de decisão mais informada e com menor risco (Li & Hong, 2025).

Adicionalmente, a integração de soluções de armazenamento energético, como baterias industriais (por exemplo, os sistemas Powerpack da Tesla ou as soluções da Eaton), deve ser considerada como forma de mitigar picos de consumo, promover o equilíbrio da rede interna e maximizar o autoconsumo proveniente de fontes renováveis. Esta abordagem está alinhada com recomendações recentes da IRENA (Renewable Energy Agency, 2023).

Finalmente, a exploração de tarifas dinâmicas, como o *real time pricing*, junto dos operadores do mercado energético pode contribuir para uma otimização dos horários de operação com base no preço da energia em tempo real, reduzindo custos operacionais sem comprometer a eficiência (Beraldi et al., 2025)

A adoção destas medidas representa um avanço significativo no sentido de uma gestão energética mais inteligente, proativa e flexível, em conformidade com os princípios estabelecidos pela norma ISO 50001 e com os objetivos definidos na Estratégia Nacional para a Energia e Clima 2030 (ENE 2030). Este tipo de abordagem contribui para a transformação digital sustentável das operações logísticas, potenciando simultaneamente a competitividade e a responsabilidade ambiental das organizações.

5.4.3. Replicabilidade De Boas Práticas

O projeto desenvolvido no Centro de Distribuição da Maia demonstrou resultados positivos e impacto mensurável, evidenciando o seu potencial de replicação nos restantes centros de distribuição da empresa. Esta expansão poderá multiplicar os benefícios alcançados e contribuir para uma uniformização estratégica das práticas sustentáveis em toda a operação.

A proposta metodológica contempla a criação de um manual interno de boas práticas, onde serão descritas as intervenções implementadas, os indicadores de sucesso observados e as recomendações para adaptação às especificidades de cada entreposto.

Poderá, também, ser desenvolvido um cronograma de replicação, com metas faseadas e a designação de responsáveis por unidade operacional, assegurando uma gestão estruturada do processo.

Esta abordagem permitirá promover a coerência entre unidades operacionais e maximizar os impactos ambientais e económicos em escala, em linha com os princípios de melhoria contínua preconizados pelo modelo PDCA (Plan-Do-Check-Act).

5.3.4. Desenvolvimento De Um KPI De Sustentabilidade Integrado

A criação de um indicador de desempenho ambiental composto, ou KPI de Sustentabilidade, representa uma das propostas com maior potencial estratégico.
Este KPI deve resultar da colaboração entre os departamentos de Ambiente, Sustentabilidade e Operações, e integrar de forma holística os três pilares da sustentabilidade: ambiental, económico e social.

Para a dimensão ambiental, recomenda-se a incorporação das seguintes métricas:

- Toneladas de CO_2 equivalente emitidas por ano;
- Consumo de energia elétrica (kWh/ano);
- Consumo de água (m^3/ano);
- Volume de resíduos gerados (kg/ano);
- Percentagens de materiais recicláveis utilizados.

O indicador deverá abranger toda a cadeia de valor, desde a origem (fornecedores), passando pelo centro de distribuição, até ao destino final (lojas), incluindo também os fluxos da logística inversa.

Para garantir a comparabilidade entre dimensões heterogéneas, propõe-se a utilização de:

- Escala normalizada (0 a 10) para cada métrica, permitindo uma leitura agregada e inteligível;
- Ponderações diferenciadas para cada variável, com base na sua relevância estratégica, por exemplo, atribuindo maior peso às emissões de gases com efeito de estufa.

O valor final do KPI resultará de uma média ponderada das pontuações obtidas em cada dimensão, refletindo de forma sintética o desempenho global da unidade.
Este indicador deverá ser periodicamente atualizado e reportado, servindo de apoio à tomada de decisão estratégica e ao cumprimento das metas estabelecidas em *standards* normativos.

5.3.5. Benchmarking

Uma proposta relevante a considerar no âmbito das melhorias futuras consiste na realização de *benchmarking* de forma a comparar os dados e resultados obtidos no Centro de Distribuição da Maia com os restantes entrepostos da Sonae MC, como os da Azambuja e de Vila Nova da Rainha, ou até mesmo com centros logísticos de outras cadeias de abastecimento com características semelhantes. Esta análise comparativa revela-se essencial para avaliar a eficácia das medidas implementadas, identificar oportunidades adicionais de melhoria e reforçar a coerência das estratégias de sustentabilidade ao nível corporativo.

Através deste processo de comparação, torna-se possível perceber se os resultados obtidos representam uma boa prática dentro do universo da empresa ou se existem outras unidades com desempenhos mais eficazes em determinadas áreas. Por exemplo, métricas como o consumo energético por unidade expedida, a percentagem de resíduos valorizados ou o grau de participação dos colaboradores em ações de formação ambiental, quando analisadas entre diferentes unidades operacionais,

permitem aferir o real impacto das iniciativas aplicadas e identificar abordagens com maior sucesso que possam ser replicadas ou adaptadas.

A institucionalização desta prática recorrente seria, por isso, uma mais-valia para a Sonae MC, dado o seu compromisso com a melhoria contínua e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ao promover a integração do benchmarking no processo de avaliação e planeamento ambiental dos seus centros de distribuição, a organização estaria não só a consolidar uma visão estratégica mais robusta e comparável, como também a fomentar uma maior transparência e responsabilidade na gestão dos seus recursos e impactes.

5.4. Contributo Do Projeto Para Os Ods

A Agenda 2030 da ONU define 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como pilares fundamentais para um futuro mais justo, inclusivo e ambientalmente equilibrado (BCSD PORTUGAL, 2022). A engenharia, ao estar no centro da inovação técnica e operacional, desempenha um papel estratégico na concretização dessas metas.

O presente trabalho, focado na melhoria da sustentabilidade logística num centro de distribuição da Sonae MC, foi analisado à luz dos ODS com o intuito de identificar e maximizar o seu contributo. Esta análise é resultado de uma investigação cuidada sobre os ODS aplicáveis, com especial atenção às metas específicas e aos indicadores de desempenho que orientam a ação concreta.

Ao compreender em profundidade os ODS relevantes, foi possível integrar objetivos globais no contexto prático da logística nacional, propondo soluções que não apenas respondem a desafios operacionais, mas também se alinham com as metas globais de desenvolvimento sustentável.

Tabela 13- Resumo dos contributos do trabalho para os ODS.

ODS	Meta Específica	Contributo do Projeto	Indicadores e Métricas
7 – Energia Acessível e Limpa	7.3: Dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética até 2030	Otimização do consumo energético em sistemas de refrigeração e iluminação.	- Redução do consumo kWh/caixa - Economia anual (€) - Redução de toneladas de CO_2 eq
11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis	11.6: Reduzir o impacte ambiental das cidades, com foco na gestão de resíduos	Reestruturação e padronização dos pontos de recolha de resíduos; introdução de sinalética padronizada e proteção dos contentores.	- Taxa de separação por tipologia de resíduos - Nº de não conformidades identificadas
12 – Produção e Consumo Sustentáveis	12.5: Reduzir a geração de resíduos através da prevenção, redução, reciclagem e reutilização	Campanhas de sensibilização, “Semáforo Sustentável” e “Quadro de Honra” para motivar boas práticas.	- Redução de resíduos por operação - N.º de campanhas e sessões realizadas
	12.8: Assegurar que as pessoas têm informação relevante para o desenvolvimento sustentável	Criação da figura do Pivô Ambiental; sessões de formação periódicas adaptadas a diferentes turnos; conteúdos digitais via SharePoint.	- Nº de sessões realizadas - Participação nas formações e nível de satisfação
13 – Ação Climática	13.3: Melhorar a educação, sensibilização e capacidades humanas sobre alterações climáticas	Formação ambiental contínua, campanhas internas de sensibilização, e implementação de painéis com indicadores de sustentabilidade para monitorização comportamental.	- N.º de campanhas realizadas - Sugestões recolhidas e implementadas - Evolução das práticas através de auditorias internas

A incorporação dos ODS nesta dissertação reforça o potencial transformador da engenharia quando orientada para soluções sustentáveis. Mais do que responder a desafios operacionais locais, o trabalho realizado assume uma perspetiva global, ao alinhar-se com metas internacionais que visam garantir um futuro mais resiliente e inclusivo.

A análise aqui apresentada é fruto de uma investigação aprofundada dos ODS relevantes e das suas metas específicas, o que permitiu não apenas enriquecer o conteúdo técnico da dissertação, mas também fortalecer a sua utilidade social e ambiental. Este exercício de reflexão estratégica demonstra como o conhecimento profundo dos ODS pode guiar decisões mais responsáveis e amplificar o impacte positivo de projetos de engenharia.

Desta forma, este trabalho contribui não só para o avanço da sustentabilidade no setor logístico, como também para a formação de uma cultura de engenharia comprometida com os desafios do nosso tempo.

5.5. Principais Desafios E Lições Aprendidas

Ao longo do desenvolvimento deste projeto, enfrentaram-se diversos desafios que foram fundamentais para a consolidação das aprendizagens e do percurso académico.

Num momento inicial, a maior dificuldade prendeu-se com a definição do rumo que o trabalho deveria tomar. A amplitude da temática da sustentabilidade logística, associada à complexidade operacional de um centro de distribuição de grande escala, como o da Sonae MC, levantou dúvidas sobre quais deveriam ser os focos prioritários e quais as abordagens mais eficazes a adotar.

Com o passar do tempo e através do contacto direto com a realidade da organização, foi possível estruturar uma resposta mais clara e alinhada com os objetivos da empresa, ultrapassando os obstáculos iniciais e transformando incertezas em oportunidades de atuação.

A observação das operações diárias, a participação em reuniões de equipa, o envolvimento com diferentes departamentos e a constante troca de ideias permitiram uma compreensão aprofundada dos desafios reais que se colocam à sustentabilidade em ambiente empresarial. Com isso, o projeto foi ganhando direção, aplicabilidade e coerência prática.

Este trabalho representou também um primeiro contacto efetivo com a realidade do mundo laboral. Para além do conhecimento técnico adquirido, proporcionou o desenvolvimento de um conjunto de competências que serão fundamentais no futuro profissional. A necessidade de gerir o próprio tempo, de planear atividades, propor soluções viáveis e lidar com obstáculos inesperados, foram ferramentas essenciais para desenvolver um forte sentido de autonomia, responsabilidade e resiliência. O trabalho em equipa revelou-se essencial, não apenas na execução de tarefas, mas também na partilha de ideias, na escuta ativa e na construção de consensos.

Adicionalmente, este percurso fomentou outras competências igualmente importantes, como a capacidade de adaptação a diferentes contextos**, o** pensamento crítico**,** a comunicação clara e assertiva**,** a organização pessoal, e a ética profissional. Estas ferramentas ultrapassam o domínio técnico e tornam-se indispensáveis para um desempenho eficaz e consciente no exercício da profissão de engenheiro.

Durante este projeto, tive a oportunidade de vivenciar, na prática, o papel de um engenheiro ambiental no sentido mais completo do termo. A exigência de procurar soluções integradas, de quantificar impactes, de propor estratégias sustentáveis e de dialogar com múltiplas áreas da organização, permitiu-me perceber com maior clareza o tipo de profissional que desejo ser e o percurso que pretendo seguir. Esta experiência contribuiu decisivamente para alinhar os meus interesses técnicos com as necessidades reais do mercado de trabalho.

Estar inserida numa estrutura organizacional como a Sonae MC foi, por si só, uma experiência profundamente enriquecedora. Trata-se de uma empresa de grande dimensão, com uma complexa rede logística e elevados padrões de exigência, o que me expôs a um ecossistema organizacional altamente profissionalizado.

Mais do que um estágio académico, esta experiência representou um ensaio da vida profissional futura, onde pude aplicar o conhecimento adquirido ao longo da formação e, simultaneamente, desenvolver-me enquanto pessoa e futura engenheira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F. (2002). O bom negócio da sustentabilidade.

APA. (2021). Pacto Português Para o Plástico.

APA. (2023). Emissões GEE. https://apambiente.pt/clima/emissoes-gee?utm_source=chatgpt.com

APA. (2024a). Fator da Emissão da Eletricidade.

APA. (2024b). PLANO NACIONAL ENERGIA E CLIMA 2021-2030 .

APCER S.A. (2023). Pesquisa de normas - APCER. https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/174/pegada-de-carbono?utm_source=chatgpt.com

BCSD PORTUGAL. (2022). Objetivos Desenvolvimento Sustentável. https://ods.pt/

Belinky, A. (2023). PARTES INTERESSADAS OU PARTES INTERESSANTES? GVExecutivo.

Beraldi, P., Gallo, L., & Rende, A. (2025). ML-Enhanced Bilevel Optimization for Real-Time Electricity Pricing. 146–166. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95646-1_8

Brundtland Commission. (1987). Our Common Future.

Cesar Costa, L. (2024). O impacto transformador da IA no consumo de energia, na sustentabilidade e no crescimento econômico. https://www.canalenergia.com.br/artigos/53291543/o-impacto-transformador-da-ia-no-consumo-de-

Cristina Silva Brazão, A., Rui Jorge Fernandes Ferreira dos Santos Arguente, D., & Artur Álvaro Laureano Homem da Trindade, D. (2012). Políticas para a Promoção da Eficiência Energética na Indústria Portuguesa.

Cruz Rodrigues, F. M. (2019). ANÁLISE ENERGÉTICA DE UMA INSTALAÇÃO DE FRIO INDUSTRIAL POR COMPRESSÃO DE AMONÍACO.

Digital Illumination Interface Alliance. (2021). standards - Digital Illumination Interface Alliance. https://www.dali-alliance.org/standards/IEC62386.html

ENGELS. (2025). Contentores 120L. https://www.engels.pt/recolha-de-residuo/de-2-rodas-standard

European Commission. (2025). BAT reference documents | EU-BRITE. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference

Fernandes, B. C., Galamba, F. H., Tosta, L. I., Da, R., & Lima, S. (2010). Impactos da utilização de centros de distribuição na logística de distribuição de produtos acabado. 3. https://www.researchgate.net/publication/50223190_Impactos_da_utilizacao_de_centros_de_distribuicao_na_logistica_de_distribuicao_de_produtos_acabados

Ferreira Montalvão, J. M. (2021). Otimização da Preparação de Encomendas no Centro de Distribuição da Worten Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.

Froehlich, C., & Bitencourt, C. C. (2016). Sustentabilidade Empresarial: Um Estudo de Caso na Empresa Artecola. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. https://doi.org/10.5585/geas.v5i3.332

Genier, F. S., Oliveira, A., Da Costa, S., & Ferreira Da Costa Junior, E. (2013). CICLOS DE REFRIGERAÇÃO: CONCEITOS E ESTUDOS DE EFICIÊNCIA. https://www.researchgate.net/publication/319163050

Gomes, I. S., Leite De Oliveira, A., Hudson, ;, Viana, J., Raniel, A., Lima, S., & Patrícia De Alencar, M. (2018). Indicadores Chave de Desempenho Logístico Aplicado à Cadeia de Suprimentos Verde: Um Estudo de Caso. Em Id on Line Rev. Mult. Psic. V (Vol. 12). http://idonline.emnuvens.com.br/id

ISO. (2015). ISO 14001:2015, Environmental management systems. https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en
ISO. (2018). ISO 50001:2018, Energy management systems. https://www.iso.org/standard/69426.html
Jornal Oficial da União Europeia. (2010). Jornal Oficial da União Europeia, L 334. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=OJ:L:2010:334:TOC
Kaizen Institute. (2025a). A Importância da Logística no Retalho. KAIZEN, GEMBAKAIZEN. https://kaizen.com/pt/insights-pt/importancia-logistica-retalho/#:~:text=A%20melhoria%20da%20log%C3%ADstica%20no,retalho%20%C3%A1gil%20e%20bem%20coordenada.
Kaizen Institute. (2025b). Redução estratégica de custos . https://kaizen.com/pt/insights-pt/reducao-estrategica-custos-2025/?utm_source=chatgpt.com
KNX HUB. (2025). How DALI Works: Digital Addressable Lighting Interface. https://www.knxhub.com/how-dali-works-digital-addressable-lighting-interface/
Koh, S. C. L., Jia, F., Gong, Y., Zheng, X., & Dolgui, A. (2023). Achieving carbon neutrality via supply chain management: position paper and editorial for IJPR special issue. Em International Journal of Production Research (Vol. 61, Número 18, pp. 6081–6092). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2232652
Lenort, R., Wicher, P., Samolejova, A., Zsifkovits, H., Raith, C., Miklautsch, P., & Pelikanova, J. (2022). SELECTING SUSTAINABILITY KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR SMART LOGISTICS ASSESSMENT. Acta Logistica, 9(4), 467–478. https://doi.org/10.22306/al.v9i4.350
Li, H., & Hong, T. (2025). A digital twin platform for building performance monitoring and optimization: Performance simulation and case studies. Building Simulation 2025, 1–19. https://doi.org/10.1007/S12273-025-1290-2
McLay, A., Morant, G., Breish, K., Rodwell, J., & Rayburg, S. (2024). Practices to Improve the Sustainability of Australian Cold Storage Facilitie.
MCretail, S. S. A. (2023). Relatório Anual.
MCretail, S. S. A. (2025). Sonae MC. Negócios. https://mc.sonae.pt/negocios/
Meng, H., Bin, H., Qian, F., Xu, T., Wang, C., Liu, W., Yao, Y., & Ruan, Y. (2025). Enhanced reinforcement learning-model predictive control for distributed energy systems: Overcoming local and global optimization limitations. Building Simulation, 18(3), 547–567. https://doi.org/10.1007/S12273-024-1227-9/METRICS
Renewable Energy Agency, I. (2023). World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway. www.irena.org
Ribeiro, F., Nunes, M., De, E., & Sousa, C. (2013). The influence of distribution center in logistics performance in retail companies of supermarket in the city of Fortaleza: multi case study. Em Rev. Ciênc. Admin. https://ojs.unifor.br/rca/article/view/3373/pdf
Saeed, M. A., & Kersten, W. (2020). Supply chain sustainability performance indicators-A systematic literature review. www.bvl.de/lore
SINALÉTICA.com.pt. (2025). Lixo e reciclagem. https://www.sinaletica.com.pt/web/index.php?route=product/category&path=124_111
SONAE. (2020). SONAE SUBSCREVE MANIFESTO DE APOIO AO PACTO ECOLÓGICO EUROPEU.
SONAE SGPS. (2025a). O Grupo e os Negócios. https://www.sonae.pt/pt/sonae/o-grupo-e-os-negocios/
SONAE SGPS. (2025b). Sobre Nós - Sonae. https://www.sonae.pt/pt/sonae/historia/
Taveira Barria, F. J. (2015). Tecnologias de Produção de Frio: Estudo e Análise

de Soluções Técnico-económicas.
TRILUX Lighting Ltd. (2025). Interfaces - Light management - Lighting equipment - TRILUX Simplify Your Light. https://www.trilux.com/en/lighting-practice/lighting-equipment/light-management/interfaces/dali/?utm_source=chatgpt.com
União Europeia. (2022). DIRETIVA (UE) 2022/2464. Jornal Oficial da União Europeia.
UNRIC. (2018). Guia sobre Desenvolvimento Sustentável. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
Whitney, J., & Mendonça, M. (2022). UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA.

ANEXOS

ANEXO A- Inquérito De Diagnóstico Da Cultura De Sustentabilidade

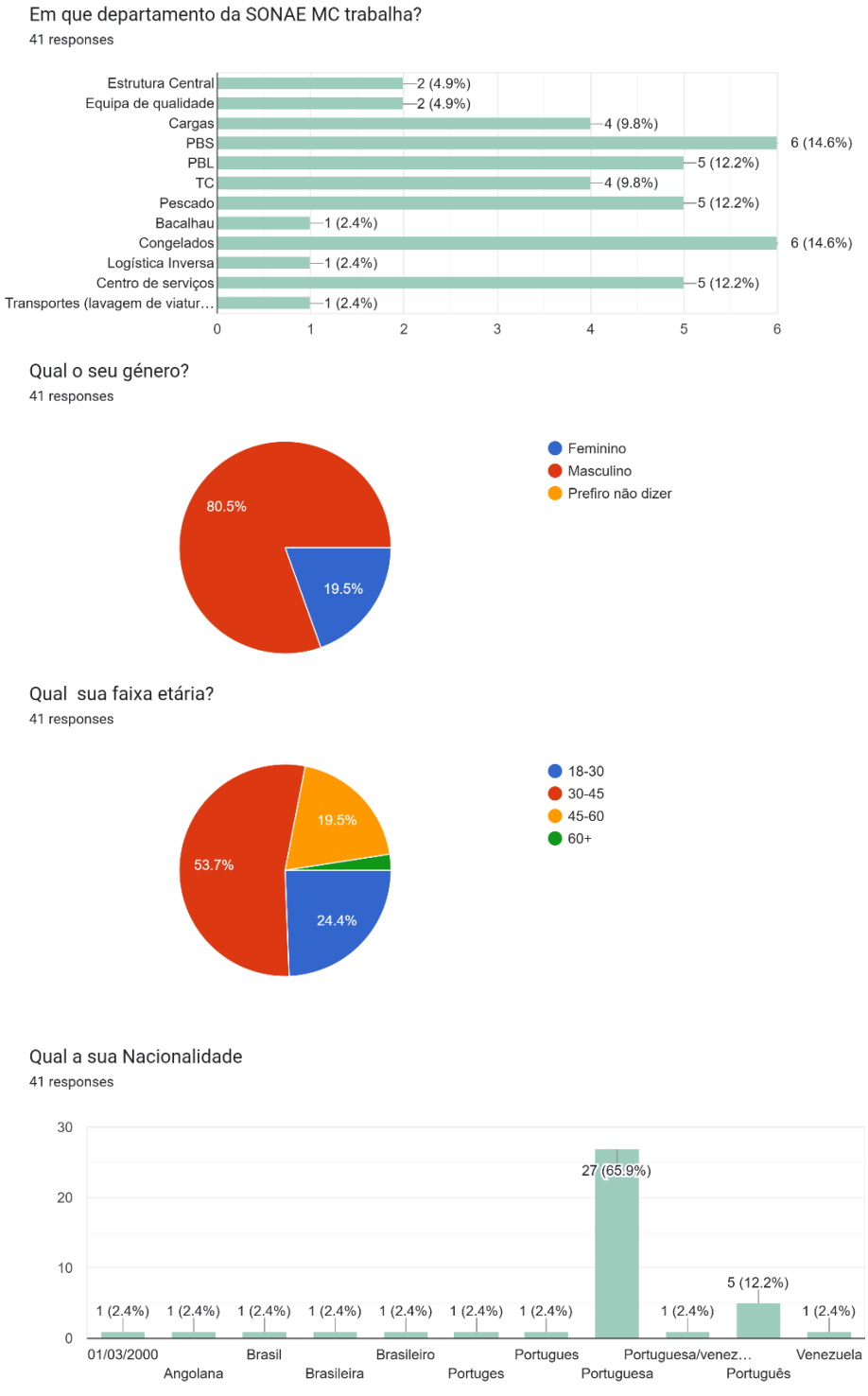


Figura A 1- Grupo 1 de questões presente no inquérito realizado. Fonte: Autor.



Figura A 2- Perguntas de Nível I presentes no Grupo 2 de questões. Fonte: Autor.



Figura A 3- Perguntas de Nível II presentes no Grupo 2 de questões. Fonte: Autor.



Figura A 4- Perguntas de Nível III presentes no Grupo 2 de questões. Fonte: Autor.

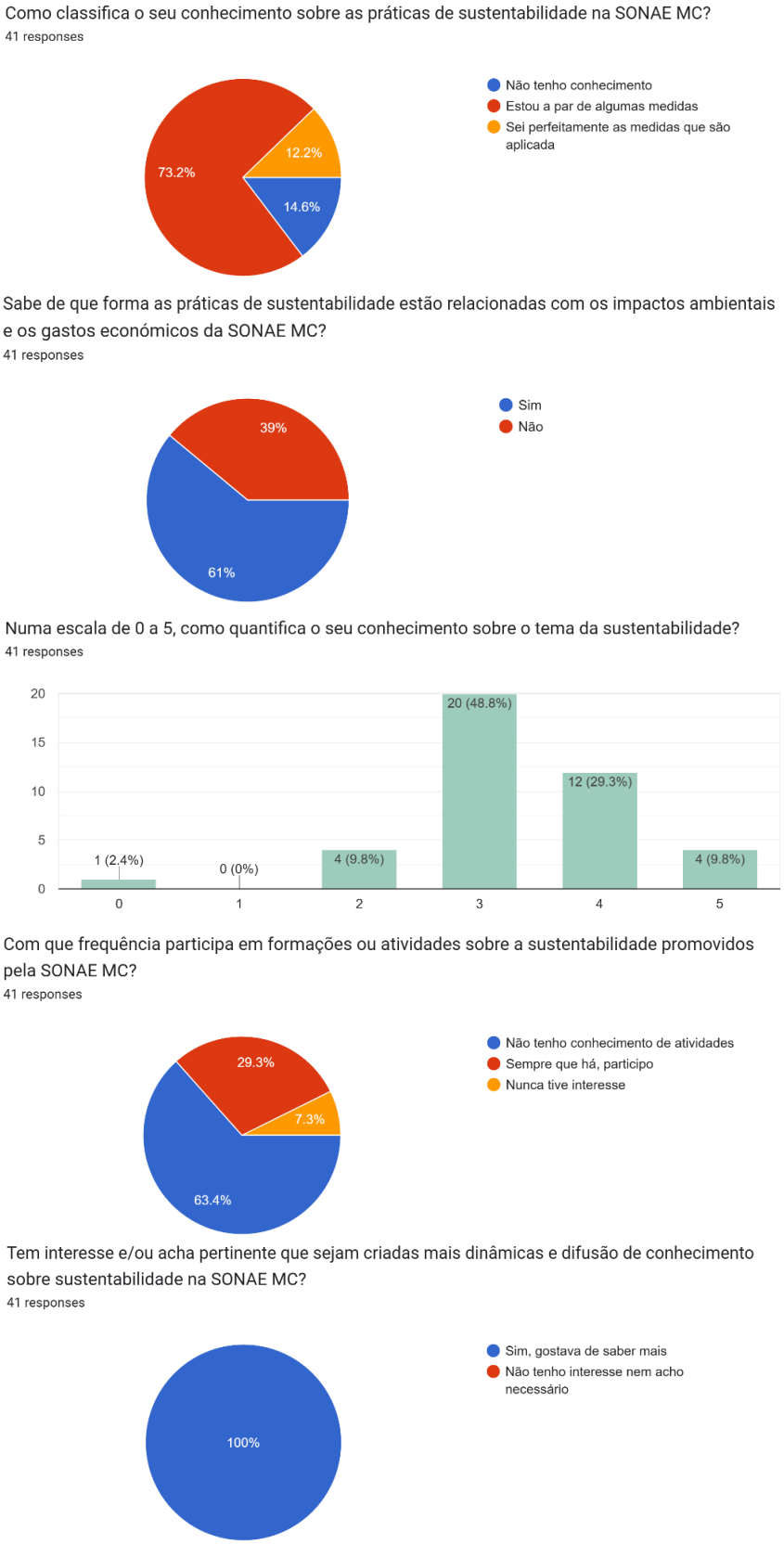


Figura A 5- Grupo 3 de questões presente no inquérito realizado. Fonte: Autor.

ANEXO B- Planeamento Da Primeira Ação De Formação

Tabela A 1-Agenda e Conteúdo da Primeira Ação de Formação.

Zona	PBS	PBL	TC	Congelados + Bacalhau	Pescado + Fruta	Cargas
Horário (provisório)	7h15: fim T3 7h30: início T1 17h: início T2	7h50: fim T3 8h: início T1 17h30/18h T2	7h50: fim T3 7h30 início T1 16h00: início T2	8h: início T1 17h: início T2	11h: início T1 17h: início T2	*inseridos nas reuniões de turno de cada um dos outros setores
Data (provisório)	22/abr	22/abr	23/abr	24/abr		
Conteúdo	"Bom dia, equipa! Antes de começarmos o turno, queria falar-vos brevemente sobre um tema que está a ganhar cada vez mais importância: a sustentabilidade. Todos nós fazemos parte de um setor que impacta o ambiente, e pequenas atitudes no nosso dia a dia fazem uma grande diferença. A primeira medida que queremos reforçar é simples, mas tem grande impacte: manter as zonas de trabalho organizadas para evitar perdas ou danificar produtos. Isto reduz o desperdício, melhora a eficiência e contribui para um armazém mais sustentável. Pequenas ações no dia a dia fazem a diferença. Contamos com a vossa colaboração!"					

ANEXO C- Planeamento Dos Conteúdos Anuais De Formação

Tabela A 2- Planeamento Anual de Conteúdos de Formação e Campanhas de Sensibilização.

Mês	Dias	Tema	Tipo de Informação	Conteúdo
Maio	25 a 31	Consumo de água	Boa Prática	Uso consciente de água
Junho	1 a 7	Consumo Energético	Informação	Principais fontes de consumo energético no CD
	8 a 14	Gestão de Resíduos	Boa Prática	Separação adequada de resíduos nos Postos de Trabalho
	15 a 21	Sustentabilidade na Logística	Informação	Emissões de GEE e sua mitigação
	23 a 28	Consumo de água	Informação	Ciclo da água na operação logística
Julho	29 a 5	Consumo Energético	Boa Prática	Desligar luzes/equipamentos fora de uso
	6 a 12	Gestão de Resíduos	Informação	O que são resíduos perigosos e como devem ser tratados
	13 a 19	Sustentabilidade na Logística	Boa Prática	Otimização de processos
	20 a 26	Consumo de água	Boa Prática	Manutenção preventiva para evitar fugas
	27 a 2	Consumo Energético	Boa Prática	Fechar portas de zonas refrigeradas
Agosto	3 a 9	Folga		
	10 a 16			
	13 a 23	14 de agosto- Dia de Combate à Poluição		
	24 a 30	Folga		
Setembro	31 a 6	Sustentabilidade na Logística	Informação	Utilização de embalagens plasticas
	7 a 13	Folga		
	14 a 20			
	22 a 27	25 de setembro- Dia Nacional da Sustentabilidade- Tema: ODS		
	28 a 4	Folga		
Outubro	5 a 11	Consumo de água	Informação	Consumo de água no CD
	12 a 18	Consumo Energético	Informação	Impacto ambiental e económico de desligar luzes/equipamentos
	19 a 25	Gestão de Resíduos	Boa Prática	Como acondicionar corretamente os resíduos
	26 a 1	Sustentabilidade na Logística	Informação	Iniciativas de Sustentabilidade da Sonae MC
Novembro	2 a 8	Consumo de água	Boa Prática	Como economizar água nas áreas comuns
	9 a 15	Consumo Energético	Informação	O que são energias renováveis e como são aplicadas no CD
	16 a 22	Gestão de Resíduos	Informação	Destino dos resíduos no CD (% valorizada e % aterro)
	23 a 29	Sustentabilidade na Logística	Boa Prática	Partilhar com chefias problemas ou ideias de aplicação
Dezembro	30 a 6	Consumo de água	Informação	Consumo por setor
	7 a 13	Consumo Energético	Boa Prática	Manutenção preventiva de equipamentos
	14 a 20	Gestão de Resíduos	Informação	Aproveitamento interno de materiais
	21 a 27	Sustentabilidade na Logística	Boa Prática	Diminuição da utilização de papel nas operações e escritórios
	28 a 3	Avaliação dos indicadores anuais e metas para ano seguinte		

ANEXO D- Exemplos De Conteúdos De Formação

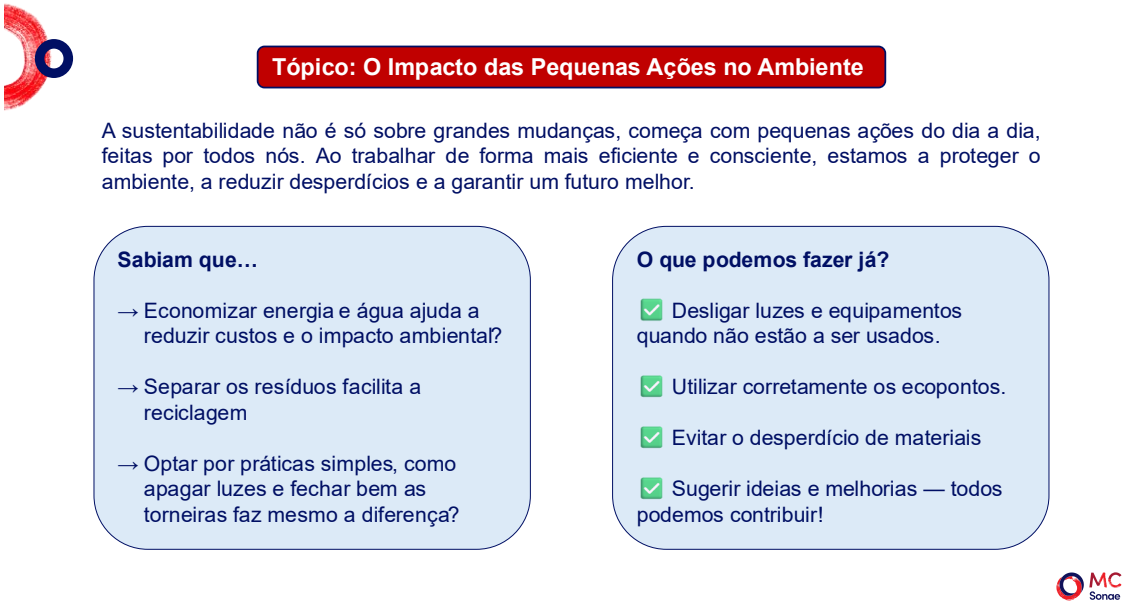


Figura A 6-Informação Semanal de Sustentabilidade divulgada de 18 a 24 de maio. Fonte: Autor.

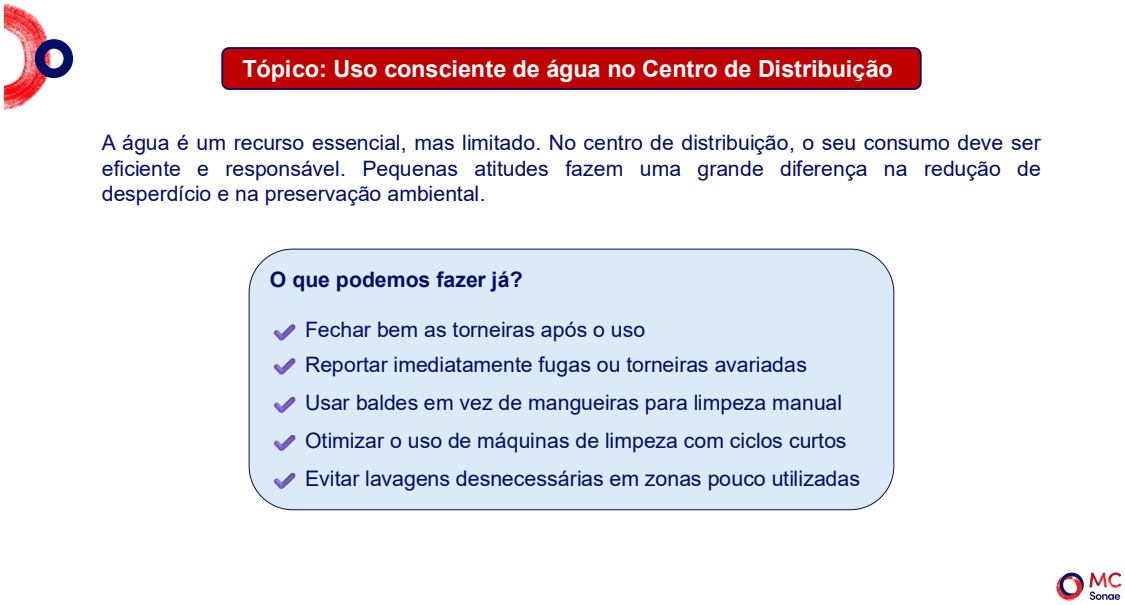


Figura A 7-Informação Semanal de Sustentabilidade divulgada de 25 a 31 de maio. Fonte: Autor.

ANEXO E- Documento Partilhado Com Pivô Na Sessão De *Kick-Off*

João Monteiro,

É com grande satisfação que te damos as boas-vindas à equipa de **Pivôs Ambientais da Sonae MC da Maia**.

Queremos agradecer-te, desde já, pela tua disponibilidade e compromisso em abraçar este desafio. A tua nomeação não foi por acaso – acreditamos no teu sentido de responsabilidade, na tua proatividade e na tua capacidade de inspirar a tua equipa para práticas mais sustentáveis.

A tua colaboração será essencial para reforçarmos o nosso compromisso com a sustentabilidade ambiental, promovendo ações concretas e ajudando a construir uma cultura de maior consciência ecológica em toda a organização.

Contamos contigo para sermos mais eficientes, mais conscientes e mais verdes, todos os dias.

1. A tua Missão

Ser um agente de mudança no local de trabalho, promovendo comportamentos e práticas sustentáveis, sensibilizando a equipa e apoiando a implementação das iniciativas ambientais da organização.

2. Responsabilidades

→ Identificar e comunicar oportunidades de melhoria ambiental.
→ Sensibilizar colegas para comportamentos sustentáveis.
→ Apoiar na implementação de ações e campanhas internas.
→ Colaborar com a equipa de Ambiente/Sustentabilidade.

3. Ações Diárias

→ Garantir a separação correta de resíduos.
→ Incentivar colegas a apagar luzes e desligar equipamentos.
→ Sugerir melhorias ambientais no local de trabalho.

O papel de Pivô Ambiental é uma oportunidade de fazer a diferença – não só para a nossa organização, mas também para o planeta. Ao assumires este compromisso, estás a contribuir ativamente para uma cultura mais sustentável, mais responsável e mais consciente dentro da Sonae MC da Maia.

Cada pequena ação, cada sugestão, cada exemplo positivo que deres pode influenciar o comportamento de toda uma equipa. Contamos contigo para seres um catalisador de mudança – com entusiasmo, espírito de equipa e sentido de missão.

#SEMEARMC- Cultivar Atitudes. Colher Resultados

ANEXO F- Quantidade De Caixas Expedidas

Tabela A 3- Unidades de Caixas Expedidas no CD da Maia desde 2022.

	2022	2023	2024	2025
Janeiro	17 631 879	17 044 798,01	17 374 480,73	19 164 417,00
Fevereiro	15 285 154	15 089 872,21	15 847 623,46	17 000 257,00
Março	19 170 075	18 230 842,38	18 744 222,89	19 702 356,00
Abril	17 452 979	16 798 178,05	17 421 763,30	19 024 189,00
Maio	16 997 764	17 254 482,34	18 817 958,57	
Junho	17 534 143	17 761 419,59	19 076 049,67	
Julho	19 029 647	18 780 703,89	19 775 565,18	
Agosto	18 907 908	19 154 138,15	20 964 185,32	
Setembro	18 654 582	18 714 620,79	19 267 980,11	
Outubro	17 802 370	17 923 340,49	18 844 148,81	
Novembro	17 297 332	18 112 705,38	18 814 966,68	
Dezembro	19 014 627	19 573 846,89	20 063 929,03	

ANEXO G- Consumo Total Mensal Da Nova Instalação De Produção De Frio

Tabela A 4- Consumos Totais Mensais Desde 2023 Referentes à Nova Instalação de Frio Positivo.

Data	Central CO2 mezanino *(inicio 24-11-2022) (kW)*	Novo Compressor 450 kW (NH3) *(inicio 24-11-2022) (kW)*	Consumo Total (kW)
jan/23	31 316	131 824	163 141
fev/23	27 137	115 935	143 072
mar/23	34 671	134 905	169 576
abr/23	36 566	128 126	164 691
mai/23	42 539	115 216	157 755
jun/23	46 890	127 346	174 236
jul/23	43657	128666	172 323
ago/23	44 692	126 538	171 230
set/23	42872	109433	152 305
out/23	44602	107807	152 409
nov/23	44 916	103 533	148 449
dez/23	42 874	100 362	143 236
jan/24	41 180	99 261	140 441
fev/24	38 834	91 947	130 781
mar/24	39 092	95 357	134 449
abr/24	39 384	90 267	129 652
mai/24	38 263	108 412	146 675
jun/24	45 466	113 653	159 119
jul/24	51 822	123 998	175 819
ago/24	49 966	127 052	177 019
set/24	48 187	108 105	156 292
out/24	53 911	112 419	166 330
nov/24	45 499	104 131	149 630
dez/24	36 191	95 000	131 191
jan/25	50 346	97 254	147 599
fev/25	49 778	93 676	143 454
mar/25	51 783	103 842	155 625
abr/25	21 888	45 268	67 156

ANEXO H- Potências Dos Evaporadores Alimentados Pela Nova Instalação

Tabela A 5- Potências Associadas a Cada Câmara e Potência Total.

Câmara	Potência (kW)	Quantidade de evaporadores	Potência Total (kW)
1	3,1	9	27,9
2	3,1	1	3,1
3	3,1	2	6,2
4	6,2	3	18,6
5	3,1	2	6,2
6	6,2	2	12,4
6.1	0,4	1	0,4
6.5	0,69	1	0,69
7	6,2	1	6,2
8.5	0,4	1	0,4
11	0,69	3	2,07
12	3,1	4	12,4
Sala de Preparação de Fruta	1,2	1	1,2
Total			97,76

ANEXO I- Plantas De Instalação Dos Evaporadores Considerados

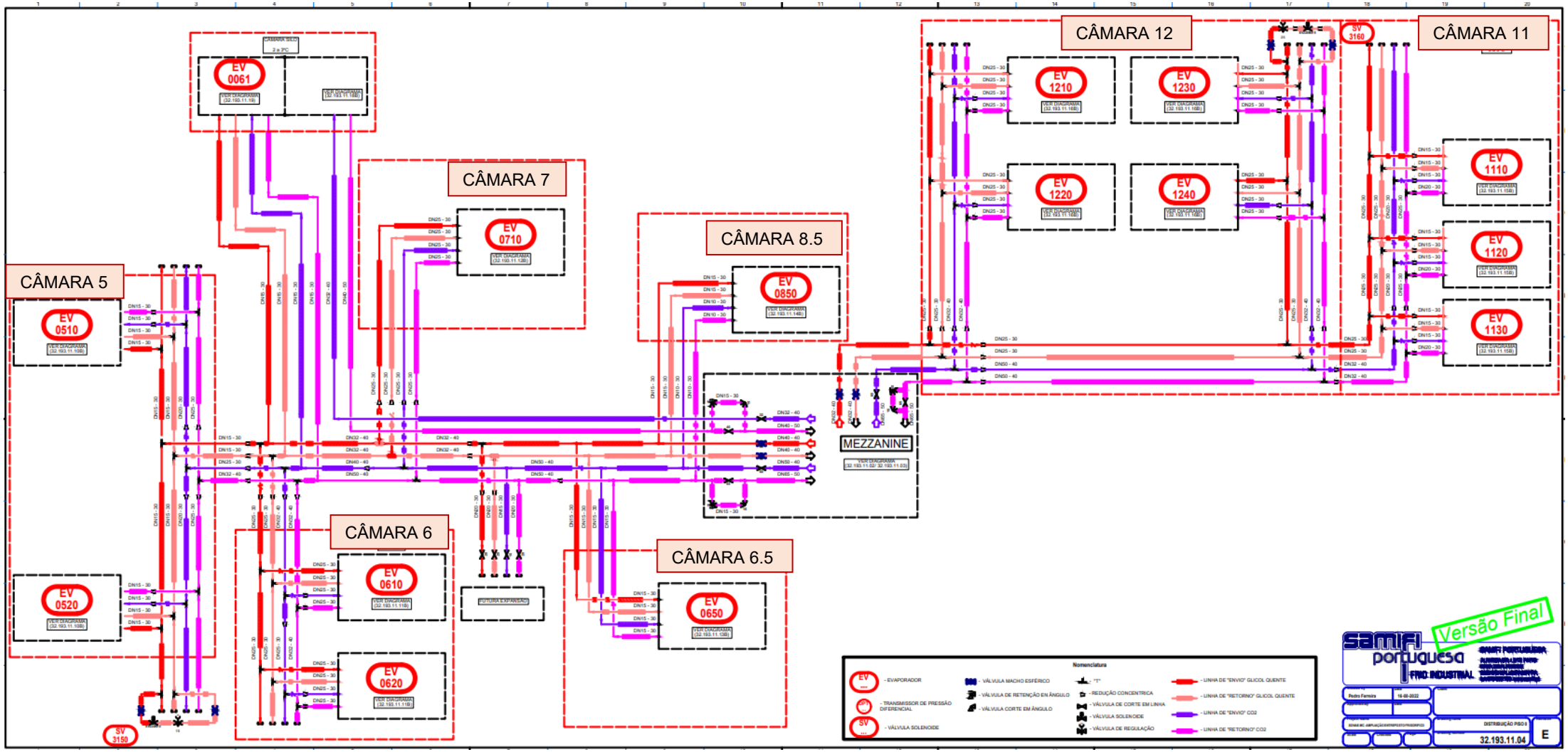


Figura A 8- Planta dos Evaporadores Maia Centro Piso 0. Fonte: Sonae MC.

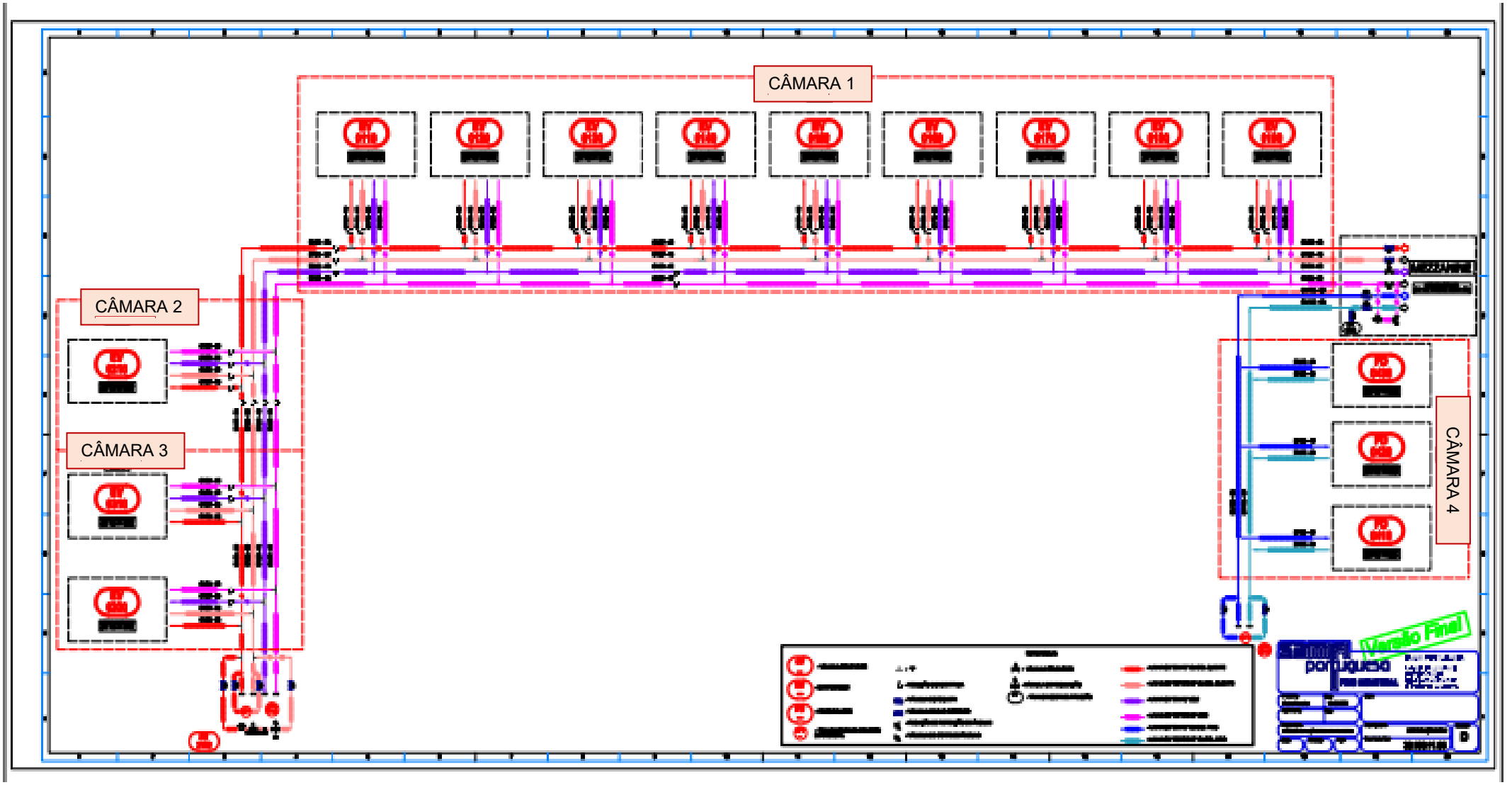


Figura A 9- Planta dos Evaporadores Maia Centro Piso 1. Fonte: Sonae MC.

ANEXO J- Proposta Orçamental Para Alteração Da Programação Da Produção De Frio

samifi portuguesa

INSTALAÇÕES DE FRIO INDUSTRIAL, S.A.
Sociedade anónima. Capital Social 75.000 € N.º único de matrícula e de Pessoa Colectiva 501 198 482
Alameda Dr. Leite Pinto - Casa do Alpendre - 2665-245 MALVEIRA - PORTUGAL
Tel. +351 21 966 01 65 - Fax +351 21 986 16 72 - E-mail: geral@samifi.pt

N / REF. / OUR. REF.:	40.674	V / REF. / YOUR REF.:	N.º REG. FAX: Email
PARA / TO :	SONAE – Maia	FAX N.º :	
ATT DE / ATT OF :	Exmo. Sr. Engª Ana Rita Nunes	DATA/DATE :	23/05/2025
DE / FROM :	Tomás Cândido	N.º PAG. :	1 / 1
ASS. / SUBJECT :	Parametrização de Horários na Automação para Controlo de Temperatura		

PROPOSTA Nº 10946/25

Exmos. Senhores,

Na sequência da solicitação, vimos por este meio apresentar a nossa Proposta **10946/25** relativa à **Parametrização de Horários na Automação de Controlo de Temperatura de Algumas Espaços Frigoríficos para Controlo**, da V/Instalação Frigorífica de Maia.

Descrição

Intervenção Alteração da Programação 1.937,00 € + IVA

Espaços Frigoríficos previsto implementar o sistema:

- Preparação de Pescado (Câmara Nº6), Piso 0
- Corredor de Acesso (Câmara Nº6.5), Piso 0;
- Sala de preparação de salada de fruta no Piso 0.

Parametrização Prevista:

Definição de um horário, parametrizável individualmente em cada um dos espaços, onde durante esse horário a temperatura do espaço será controlada consoante um 2ºSet-Point, também parametrizável individualmente em cada um dos espaço.

Condições de Pagamento: As habituais;
Prazo de Entrega: A confirmar após encomenda
Validade da Proposta: 15 (quinze) dias;
Local de Entrega / Execução: Vossas instalações.

Na expectativa das Vossas prezadas notícias, e ao Vosso inteiro dispor para todos os esclarecimentos que entendam necessários, apresentamos os n/s melhores Cumprimentos.

Tomás Cândido
SAMIFI PORTUGUESA, S.A.

Pág. 1 de 1 Proposta nº 10946/25

Figura A 10- Proposta Orçamental. Fonte: SAMIFI Portuguesa.