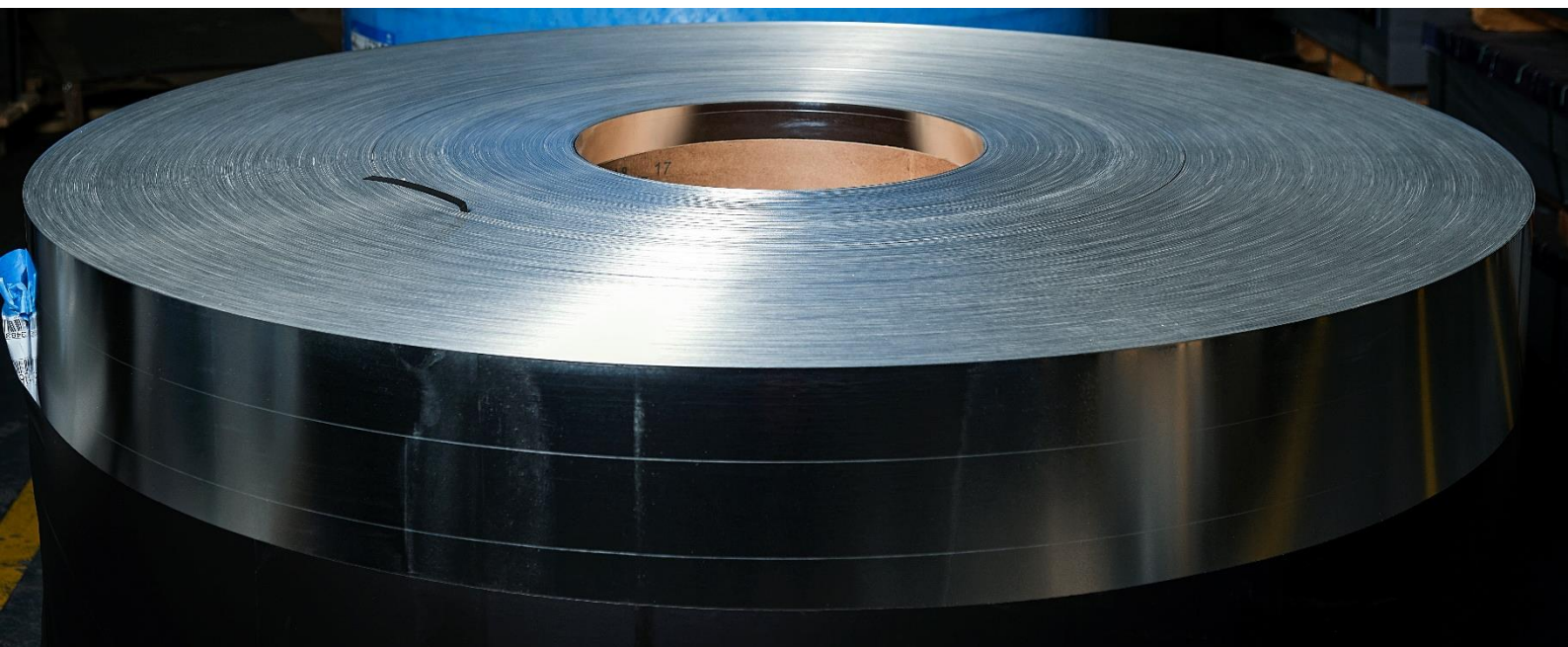




Pegada de Carbono, Aspetos Económicos e Sociais para avaliar a Sustentabilidade de Embalagens de Metal

ISABEL DOS SANTOS FONTES

julho de 2022



**PEGADA DE CARBONO, ASPETOS ECONÓMICOS E SOCIAIS PARA
AVALIAR A SUSTENTABILIDADE DE EMBALAGENS DE METAL**

Isabel dos Santos Fontes

*Dissertação Submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Biorrecursos*

ORIENTAÇÃO

Professora Doutora Florinda Martins – ISEP

Engenheira Cristina Costa – Colep Packaging

Porto

Junho de 2022

EMPRESA ACOLHEDORA

Agradecimentos

De início, gostaria de exprimir os meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente, em todos os aspetos, na realização deste projeto de estágio.

Agradeço de igual forma à orientadora do ISEP, Doutora Florinda Martins, pelo apoio técnico e científico dado ao longo das atividades, toda a disponibilidade e todas as críticas e sugestões que foram sem dúvida um contributo para o desenvolvimento e realização deste trabalho.

Em especial, agradeço à orientadora da empresa, Engenheira Cristina Costa, pela oportunidade e pelo acompanhamento em todas as fases do estágio, por todos os conselhos dados, apoio e atenção prestada para que este projeto tivesse êxito, como também pela agradável convivência no dia-a-dia. Um agradecimento também ao resto da equipa, por me receberem tão bem e por estarem sempre disponíveis.

À Engenheira Paula, um muito obrigado por toda a transmissão de conhecimento e pelo apoio e disponibilidade sempre demonstrados.

A todos os colaboradores da Colep Packaging que foram acompanhando o meu trabalho, fornecendo muitas das informações necessárias para a sua realização, assim como muitas dúvidas esclarecidas que foram surgindo.

Finalmente, agradeço aos meus pais, por todo o apoio nesta longa jornada e por me acompanharem e acreditarem sempre em mim. Agradeço-lhes do fundo do coração, por me concederem todo o apoio emocional e financeiro ao longo destes 5 anos. À minha irmã por todo o seu apoio, amor e carinho.

Por último, agradeço aos meus amigos, pelos momentos de felicidade e descontração proporcionados durante este período, por me mostraram sempre o seu companheirismo e me fortaleceram nas alturas em que mais precisava. E ao ISEP por todos os momentos inesquecíveis que lá passei e que certamente levarei comigo para a vida.

A todos, o meu mais sincero, obrigado!

Sumário

A indústria siderúrgica é parte integrante do modelo de economia circular e o aço tem vantagens como material para atingir esse objetivo. A promoção do desperdício zero, tanto pela redução da quantidade de recursos e energia utilizados, como pela reutilização e reciclagem, tornam o aço num material essencial para o futuro.

Este estágio decorreu na empresa Colep Packaging, situada em Vale de Cambra e teve a duração de aproximadamente 6 meses. Assim, este trabalho teve como desafios avaliar o impacto ambiental do ciclo de vida de embalagens metálicas, procedendo ao cálculo da pegada de carbono, comparar o estudo realizado através de duas metodologias, com uma ferramenta especializada nesta avaliação e sem recurso a ela, e ainda, analisar aspetos económicos e sociais associados à produção de embalagens.

O trabalho envolveu todas as etapas na qual a Colep Packaging tem responsabilidade, desde a produção de matérias-primas, transporte, produção, expedição e ainda o fim de vida da embalagem final.

A pegada de carbono, para a embalagem A1, obtida com a ferramenta foi de 261.7 gCO₂eq/embalagem e sem o auxílio desta foi de 198.1 gCO₂eq/embalagem. Analisaram-se ambos os resultados, confrontando um e outro para explicar as diferenças encontradas, no entanto, os resultados dão a entender que, de uma forma geral a maior diferença cerne na etapa de produção da matéria-prima. Porém, foram apresentadas sugestões de melhoria para potenciais reduções no impacto ambiental e também económico.

No decorrer do estágio foram avaliadas as embalagens mais vendidas quanto ao seu impacto ambiental utilizando apenas a ferramenta de avaliação, com o propósito de serem comparadas e da análise ficar registada, em base de dados, para uma possível comparação futura. Concluiu-se que existe uma relação direta entre a massa da embalagem e a pegada de carbono, desta forma deverá tentar-se reduzir a espessura da folha de flandres bem como todos os materiais de embalamento secundário.

Para os aspetos sociais identificou-se que não existiu discriminação de género no ano de 2021, sendo necessário acompanhar o número de formações a realizar assim como acidentes que venham a ocorrer nos próximos anos, com o intuito de acompanhar a respetiva evolução. Nos indicadores económicos observou-se que houve um crescimento do salário médio dos colaboradores da produção, tendo este aumento sido de 2.6 % e 4.4 % para 2021 e 2022 comparando com os anos de 2020 e 2021. Os custos com certificação foram maiores em 2021 quando comparados com 2020, uma vez que se investiu em novas plataformas na área da sustentabilidade. Quanto aos dados de formação, segurança e energia os valores são indicativos para o ano 2021, servindo este levantamento como referência e confronto para estudos posteriores.

Com este trabalho, foi possível ter um conhecimento maior acerca das embalagens em estudo no que diz respeito ao seu impacto ambiental, social e económico. Foi também possível aumentar a competência da Colep Packaging no manuseio e utilização da ferramenta de análise de ciclo de vida, tendo, neste momento, capacidade de saber quais os impactos das suas embalagens e podendo no futuro implementar medidas de melhoria.

Palavras-Chave: Avaliação do Ciclo de Vida, Embalagens de Metal, Pegada de Carbono, Sustentabilidade.

Abstract

The steel industry is an integral part of the circular economy model, and steel has several advantages as a material to achieve this goal. The promotion of zero waste, through reducing the resources and energy used, as well as reusing and recycling, make steel an essential material for the future.

This internship took place at Colep Packaging, located in Vale de Cambra and lasted for approximately 6 months. The main goals were the assessment of the environmental impact of metal packaging considering its life cycle, proceeding to the calculation of the carbon footprint; compare two methodologies, using a tool specialized in this evaluation and without resorting to it and also, analyse economic and social aspects associated with the production of packaging. The study involved all the stages in which Colep Packaging has responsibility, from the production of raw-materials, transport, production, shipping and the end of life of the packaging.

The carbon footprint, for the A1 packaging, obtained using the tool was 261.7 gCO₂eq/packaging unit and without its aid it was 198.1 gCO₂eq/packaging unit. Both results were analysed to explain the differences found, however, the results suggest that, in general, the biggest difference lies in the raw material production stage. However, improvement suggestions were made for potential reductions in environmental and economic impact.

The top-selling products environmental impact was evaluated using the assessment tool, in order to be compared and record the analysis in a database for future comparison. It was concluded that there is a direct co-relation between the mass of the packaging and the carbon footprint, so attempts should be made to reduce the thickness of the tinplate as well as all secondary packaging materials.

For the social aspects, no gender discrimination was identified in 2021, remaining the necessity to monitor the number of trainings to be carried out as well as accidents that may occur in the coming years, in order to follow the its evolution. For the economic indicators, it was observed that there was an increase in the average salary of employees from production, with an increase of 2.6 % and 4.4 % for 2021 and 2022 respectively. Certification costs were higher in 2021 when compared to 2020, as there were costs with new platforms in the area of sustainability. As for training, safety and energy data, the values are indicative for the year 2021, and this survey serves as a reference and comparison for further studies.

With this work, it was possible to have a greater knowledge about the packaging studied regarding their environmental, social and economic impacts. It was also possible to increase Colep Packaging competence in the handling and use of the life cycle analysis tool, having, at this moment, the ability to know the impacts of its packaging and being able to implement improvement measures in the future.

Keywords: Carbon Footprint, Life Cycle Assessment, Metal Packaging, Sustainability.

Índice geral

1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Apresentação da empresa Colep Packaging	1
1.3 Tema e objetivos do projeto de estágio	2
1.4 Estrutura do relatório.....	3
2. Sustentabilidade	4
2.1 Indicadores económicos	6
2.2 Indicadores sociais	6
2.3 Indicadores ambientais	7
2.3.1 Pegada de carbono.....	7
2.4 Avaliação da circularidade do aço	9
2.5 Avaliação do ciclo de vida de produto	10
2.6 Ferramenta ACV	12
3. Processo produtivo da Colep Packaging	15
3.1 Processo de produção de embalagens para aerossóis	15
3.1.1 Corte primário	15
3.1.2 Litografia.....	16
3.1.3 Corte secundário.....	18
3.1.4 Estampagem e montagem.....	18
3.2 Processo de produção de embalagens de linha geral.....	20
3.2.1 Estampagem	20
3.2.2 Montagem.....	21
4. Aplicação da metodologia ACV aos produtos da empresa	23
4.1 Objetivo e fronteiras do sistema.....	23
4.2 Embalagens estudadas.....	25
4.3 Unidade funcional	26
4.4 Inventário do ciclo de vida	26
4.5 Gestão de resíduos.....	30
4.6 Avaliação de impactos	31
5. Resultados e discussão	33
5.1 Indicador ambiental - Pegada de carbono	33
5.2 Indicadores sociais	40
5.3 Indicadores económicos	44
6. Sugestões de melhoria.....	47

7. Conclusões	51
Referências bibliográficas	54
Anexo A – Dados de produção	56
Anexo B – Cálculos de energia, água e sucata.....	56
Anexo C – Cálculos para obtenção de resultados	58
Anexo D – Informação anexa relativa ao estudo de embalagens através da ferramenta ACV ...	59
Anexo E – Manual da ferramenta ACV	61

Índice de figuras

Figura 1 – Embalagens produzidas na Colep Packaging	2
Figura 2 – Consequências relacionadas com o aumento da população e o consumo dos recursos	2
Figura 3 – Os três pilares da sustentabilidade: Representação esquemática do conceito de desenvolvimento sustentável.....	4
Figura 4 – Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável.....	5
Figura 5 – Taxa de reciclagem dos principais materiais de embalagem em 2019.	9
Figura 6 – Aço como material permanente que pode ser infinitamente reciclado sem perda de qualidade	9
Figura 7 – Ciclo de vida de um determinado produto.....	10
Figura 8 – Processo de conversão de entradas em saídas.....	11
Figura 9 – Correspondência entre inventário, categorias de impacto e áreas de proteção.	12
Figura 10 – Fluxograma do ciclo de vida do sistema analisado.....	13
Figura 11 – Material constituinte para a produção de uma embalagem metálica para aerossol .	15
Figura 12 – Folha de flandres em bobinas	15
Figura 13 – Máquina de corte primário.....	16
Figura 14 – Balote de folha após corte primário.....	16
Figura 15 – Adição de verniz à folha	17
Figura 16 – Forno de secagem convencional do verniz	17
Figura 17 – Secagem por radiação UV	17
Figura 18 – Corte transversal da folha para se obterem corpos de embalagem para aerossol	18
Figura 19 – Corte <i>scroll</i> da folha	18
Figura 20 – Etapas de embutidura de uma cúpula.....	18
Figura 21 – Fundo de uma embalagem para aerossol depois de embutido e arredondado	19
Figura 22 – Adição de verniz na soldadura da embalagem.....	19
Figura 23 – Palete com embalagens para aerossóis	19
Figura 24 – Constituintes de um balde tulipa (sem tampo).....	20
Figura 25 – Estampagem da argola (lado esquerdo) e estampagem do fundo (lado direito)	21
Figura 26 – Estampagem do tampo.....	21
Figura 27 – Cravação do fundo ao corpo da embalagem.....	21
Figura 28- Processo produtivo da Colep Packaging Portugal.	22
Figura 29 – Fronteira do sistema em estudo.....	24
Figura 30 – Diferentes formatos de embalagens para aerossóis produzidas na Colep Packaging	25
Figura 31 – Diferentes formatos de embalagens de linha geral produzidas na Colep Packaging	25
Figura 32 – Fluxograma das entradas e saídas do sistema	27
Figura 33 – Comparação da pegada de carbono para a embalagem A1 com e sem ferramenta ACV	33
Figura 34 – Emissões de CO ₂ (gCO ₂ eq/ embalagem) segundo os âmbitos para a embalagem A1 sem ferramenta	34
Figura 35 – Comparação entre as emissões dentro do âmbito 3	35
Figura 36 – Pegada de carbono para diferentes embalagens de metal (gCO ₂ eq/embalagem).....	36
Figura 37 – Pegada de carbono (gCO ₂ eq/embalagem) comparando embalagens com os mesmos volumes	38
Figura 38 – Pegada de carbono (gCO ₂ eq/embalagem) comparando embalagens com os mesmos volumes	38

Figura 39 – Relação entre os pesos das embalagens (g) e a pegada de carbono (gCO ₂ eq/embalagem).....	39
Figura 40 – Estrutura organizacional da Colep Packaging	40
Figura 41 – Distribuição percentual de colaboradores do género feminino e masculino representativos na empresa e por diferentes cargos.	41
Figura 42 – Distribuição das percentagens de colaboradores por género, por tipo de contrato..	42
Figura 43 – Distribuição de colaboradores por género e nacionalidade	42
Figura 44 – Número de acidentes ocorridos em 2021 e dias perdidos devido a acidentes	43
Figura 45 – Solução técnica da implementação de painéis fotovoltaicos na cobertura e no estacionamento da Colep Packaging.	47
Figura 46 – Balanço anual da energia total na situação atual e após implementação de uma unidade de produção para autoconsumo.	48
Figura 47 – Transformação de paletes em madeira triturada para ser utilizada como biomassa.	48

Índice de tabelas

Tabela 1 – Indicadores de desempenho económico	6
Tabela 2- Indicadores de desempenho social	7
Tabela 3 – Principais etapas do sistema definido.....	23
Tabela 4 – Embalagens estudadas com respetivos formatos, dimensão, volumes, pesos e pressão suportada.	26
Tabela 5 – Inventário da embalagem A1 com as respetivas entradas e saídas em cada etapa. ...	29
Tabela 6 – Materiais rececionados e embalagens expedidas com respetivas distâncias.	30
Tabela 7 – Taxas de disposição do fim de vida de embalagens metálicas para a Europa.	31
Tabela 8 – Número total de formações realizadas em 2021 e número de formações com a temática da sustentabilidade.....	43
Tabela 9 – Crescimento dos salários dos colaboradores da produção nos anos de 2021 e 2022	44
Tabela 10 – Orçamento de 2021 para formações externas em euros por colaborador	45
Tabela 11 – Variação investimento realizado em 2022 comparativamente a 2020.	46

Lista de abreviaturas

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
FE	Fator de Emissão
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG Protocol	<i>Greenhouse Gas Protocol</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PC	Pegada de Carbono
UF	Unidade funcional

1. Introdução

1.1 Enquadramento

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular do 2º ano do mestrado de Biorrecursos do ISEP. Foi realizado na empresa Colep Packaging Portugal S.A, sediada em Vale de Cambra, no departamento de Sustentabilidade e Melhoria Contínua, resultado da parceria com o ISEP.

O trabalho de estágio teve duração de 6 meses, tendo-se iniciado a 10 de janeiro e terminado no dia 30 de junho de 2022, regendo-se pela carga horária de 8 horas diárias de segunda-feira a sexta-feira.

O interesse pela sustentabilidade e pela economia circular, por parte das empresas, apresenta a possibilidade de promover benefícios ambientais, crescimento económico sustentado e valor agregado.

As constantes mudanças, quer seja pelos limites de emissões gasosas, quer pelas alterações de preços de matérias-primas e combustíveis, têm grande impacto na gestão das indústrias. Desta forma, as questões ambientais são cada vez mais importantes nas empresas com atividades de consumo intensivo de energia e recursos naturais. Trata-se de encarar as questões ambientais como uma realidade, da qual depende a sustentabilidade dos recursos naturais e energéticos, e consequentemente o futuro das atividades económicas.

Desta forma, é preciso repensar o modo de vida atual e promover a redução, reutilização, recuperação, e reciclagem dos recursos. O metal é um excelente caso onde pode ser aplicado este conceito, uma vez que este material pode ser reciclado e incorporado novamente na matéria-prima (APEAL, 2022). Portanto, esta questão deve ser vista e estudada sob uma perspetiva global em todas as etapas envolvidas no ciclo de vida do produto.

1.2 Apresentação da empresa Colep Packaging

A Colep é um grupo empresarial fundado por Ilídio Pinho em 1965. Iniciou a sua atividade na área da produção de embalagens metálicas para biscoitos, bolachas e chocolates, crescendo rapidamente em volume de produção e diversificação de oferta de produtos, sendo um dos fornecedores mais relevantes de aerossóis e embalagens industriais de folha de flandres.

Desde o ano 2000, a Colep pertence ao grupo RAR (Refinarias de Açúcar Reunidas) tornando-se a principal geradora de volume de negócio do grupo.

Em julho de 2021 anunciou a divisão dos seus negócios em duas entidades: a Colep Packaging, que envolve a indústria das embalagens e a Colep Consumer Products, responsável na fabricação de bens de consumo (Colep Packaging, 2021).

A Colep Packaging tem como missão ser líder na criação de valor e de bem-estar dos consumidores. Pretende estabelecer fortes e duradouras parcerias, trabalhando conjuntamente com os parceiros para responder aos mercados de cuidado pessoal e do lar, desinfetantes, alimentar e industrial. Conta com 666 colaboradores e com um volume de negócios de 100 milhões de euros, a empresa atualmente possui três unidades industriais em diferentes países nomeadamente Portugal, Espanha e Polónia.

A Colep Packaging apresenta soluções de embalagem que vão desde os aerossóis, às embalagens metálicas industriais, alimentares e às embalagens de plástico, como demonstrado na figura 1 (Colep Packaging, 2021).



Figura 1 – Embalagens produzidas na Colep Packaging (Colep Packaging, 2021).

1.3 Tema e objetivos do projeto de estágio

Desde o início da revolução industrial, o mundo teve um desenvolvimento económico e tecnológico brutal, alterando a estrutura dos negócios, da política e da sociedade. A partir de 1950 observamos um crescimento exponencial da população o que causou um aumento no consumo de recursos. Este aumento da população e consumo de recursos teve consequências diretamente relacionadas com o aumento do dióxido de carbono presente na atmosfera, o aumento da temperatura média da superfície da terra, o aumento da desflorestação e o aumento da captura de peixe (figura 2). Este perfil de sociedade tem níveis de exploração superiores à capacidade de reposição dos recursos naturais, sendo que para suprimir todas as necessidades de recursos, precisaríamos de 1,7 planetas terra (*Future Earth and Global Footprint Network, 2022*). Mantendo este ritmo atual, não haverá como garantir as necessidades e não comprometer a vida das gerações futuras. Face a este descontrolo, enfrentam-se graves problemas de sustentabilidade.

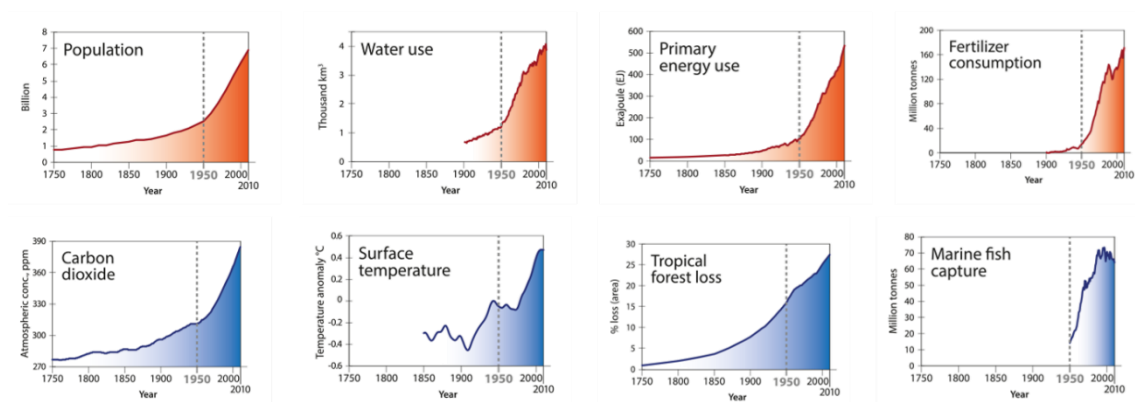


Figura 2 – Consequências relacionadas com o aumento da população e o consumo dos recursos (*Future Earth and Global Footprint Network, 2022*).

Do ponto de vista da sustentabilidade, a embalagem é mais um fator que deve ser considerado na vida dos produtos desde a sua produção, utilização e descarte. É exatamente este o ponto que é explorado no decorrer da dissertação: a capacidade que a embalagem pode ter em tornar-se mais sustentável, ou seja, reduzir os impactos associados da mesma durante todo o ciclo, desde a sua produção até ao fim de vida.

A necessidade de implementar estes conceitos nas empresas além de ser mais sustentável, é uma forma de gerar lucro, quer seja por meio de poupança e reutilização de material, quer por transformação dos resíduos em novas matérias-primas ou até como fonte de energia.

Desta forma, um dos objetivos deste trabalho consistiu em estudar e avaliar os impactos ambientais provocados de diferentes tipos de embalagens de metal, aplicando a metodologia da avaliação do ciclo de vida, recorrendo a base de dados e utilizando uma ferramenta de análise concebida para o setor e usada pela Colep Packaging. Outros objetivos passaram por determinar indicadores económicos, sociais e ainda elaborar um manual interno com normas e diretrizes a seguir aquando da avaliação dos impactos ambientais através da ferramenta. Por fim, pretendeu-se identificar embalagens com menores impactos ambientais, por meio de comparação entre produtos. Assim como fornecer aos decisores, informações quanto ao impacto ambiental desses produtos e identificar oportunidades de melhorias.

Este trabalho pretendeu contribuir para vários objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), mais proeminente para o ODS 12, produção e consumos sustentáveis, mas também para ODS 6, ODS 8, ODS 13 e ODS 15 sobre água, crescimento económico, mudanças climáticas e proteção terrestre respetivamente (ONU, 2015).

1.4 Estrutura do relatório

O presente relatório divide-se em cinco partes fundamentais. Após o presente capítulo introdutório, em que são indicados o tema, os objetivos do trabalho e a estrutura do relatório, segue-se o segundo capítulo que aborda alguns fundamentos teóricos que suportam o trabalho desenvolvido e as conclusões do relatório.

No terceiro capítulo é apresentado e descrito o processo produtivo de embalagens metálicas tanto para aerossóis como das linhas gerais da Colep Packaging Portugal S.A.

No quarto capítulo é aplicada a metodologia de avaliação do ciclo de vida referente aos produtos produzidos, onde é determinada a pegada de carbono.

No quinto e sexto capítulo é efetuada a discussão dos resultados obtidos e apontadas sugestões de melhoria, na devida ordem.

Por fim, o sétimo capítulo é composto pelas conclusões tiradas a partir do trabalho desenvolvido, e apontadas algumas limitações e propostas de trabalho futuro.

2. Sustentabilidade

A sustentabilidade nas suas 3 dimensões, isto é, a nível ambiental, económico e social, tem vindo a desempenhar, ao longo da última década, um importante papel na pesquisa e desenvolvimento, quer nas empresas quer a nível académico.

A tridimensionalidade da sustentabilidade – economia, bem-estar humano e meio ambiente – é um conceito relacionado com o desenvolvimento sustentável, ou seja, formado por um conjunto de ideias, estratégias e atitudes ecologicamente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas (Vaz Ribeiro et al., 2018).

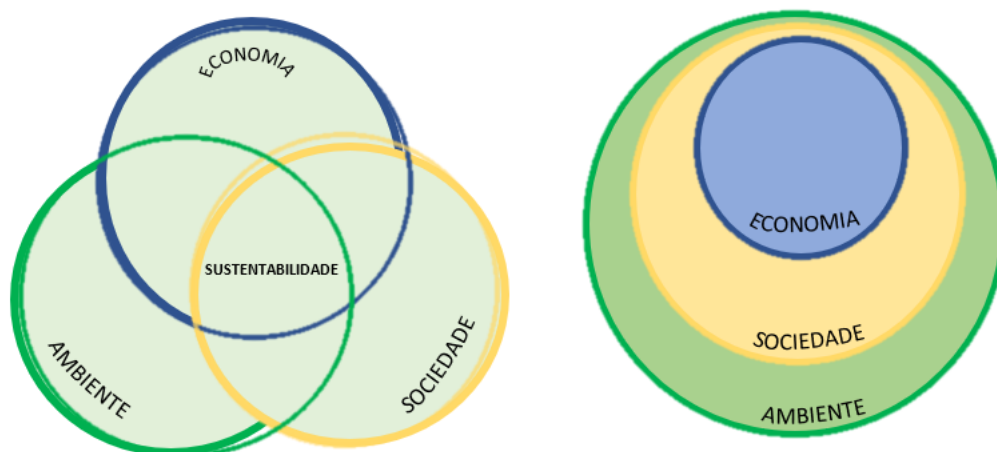


Figura 3 – Os três pilares da sustentabilidade: Representação esquemática do conceito de desenvolvimento sustentável.

Através da figura 3 é possível encarar o desenvolvimento sustentável de duas formas, porém ambas vão convergir para o mesmo fim.

No diagrama à esquerda, conhecido como *triple bottom line*, é notório que os três pilares mantêm uma relação entre si equitativa. A dimensão social prende-se com a qualidade de vida, educação, emprego, igualdade de oportunidades, etc. A dimensão económica, por sua vez refere-se ao crescimento económico, lucro, redução de custos, etc. Por último, a dimensão ambiental corresponde ao uso dos recursos, poluição, biodiversidade, entre outros. Quando duas dimensões se cruzam, como é o exemplo da social com económica, existem aspetos socioeconómicos como a ética do negócio, o comércio justo, benefícios dos trabalhadores, etc. A sobreposição da dimensão económica com a ambiental, toca em pontos económico-ambientais que podem ser medidos, como é o exemplo da eficiência energética, combustíveis renováveis, taxas ambientais, etc. Por fim, na dimensão socioambiental existem questões de justiça ambiental, políticas de conservação, entre outras. Na junção das três dimensões encontra-se a sustentabilidade (Rodriguez et al., 2002).

No diagrama à direita, a base do desenvolvimento sustentável é o meio ambiente, onde a própria existência humana depende dele para subsistir. A economia depende da sociedade para perdurar e consequentemente precisa de recursos. O contrário não se verifica. O ambiente não precisa da sociedade para sobreviver. As ações da sociedade baseiam-se maioritariamente na progressão económica, à vista disso esta depende quer da sociedade quer do ambiente (Marques, 2015).

Um desafio da economia é melhorar a eficiência no consumo dos recursos. Esta abordagem é uma solução parcial para melhorar o bem-estar humano, em termos de equidade social e divisão justa de encargos e para manter a resiliência dos ecossistemas (Otto et al., 2021). Além da capacidade de sustentação ou conservação de um processo ou sistema, a sustentabilidade está também em harmonia com os conceitos de economia circular e economia verde, que a nível industrial se tem tornado uma vantagem e uma forma eficaz de garantir uma melhor gestão de resíduos e a sua reutilização.

A Agenda 2030 das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável e os seus 17 objetivos de desenvolvimento sustentável expressam uma visão de futuro e um plano de ação a favor das pessoas, do planeta e da prosperidade, da proteção do ambiente e do combate às alterações climáticas (ONU, 2015). Foi aprovada em setembro de 2015 por 193 membros, resultado do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo. Este acordo propõe além dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (figura 4), 169 metas para que este caminho seja percorrido e os objetivos sejam atingidos até 2030 (ONU, 2015).



Figura 4 – Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ONU Portugal, 2022).

A erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é considerado o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 demonstra a necessidade urgente de medidas ousadas e transformadoras para levar o mundo de volta a um caminho de desenvolvimento sustentável e resiliência (ONU, 2015).

Embora representem objetivos universais, integrados e indivisíveis, o acordo reconhece que cada país, segundo as suas circunstâncias específicas, levará em conta diferentes níveis de desenvolvimento e capacidades, bem como diferentes circunstâncias e prioridades nacionais. Respeitará a liberdade de exercer plena e completa soberania Nacional, em perpetuidade sobre todas as suas riquezas, recursos naturais e atividade económica (ONU, 2015).

Para a produção de embalagens, são utilizados diferentes materiais na sua produção, no entanto o objetivo é comum, garantir um fornecimento de produtos com alta qualidade. Estas devem seguir alguns critérios de segurança, eficácia, eficiência e circularidade (Pauer, 2021).

Uma embalagem segura, além de não apresentar riscos de lesões, não deverá conter substâncias nocivas para a saúde e para o ambiente. Já a sua eficácia garante que o produto embalado é protegido da melhor forma possível, contra danos mecânicos assim como deterioração química e microbiana. É também importante que o seu tamanho seja adequado, assim como a

facilidade do seu uso, para que o seu esvaziamento não ponha em causa perda de produto (Pauer, 2021).

É possível alcançar a produção de uma embalagem eficiente com o menor consumo possível de recursos e impactos. Estes podem ser minimizados quer com a redução do peso da embalagem, quer com a otimização de processos de fabrico. A embalagem circular é feita a partir de material reciclado ou de recursos renováveis, é reutilizável, reciclável ou compostável e normalmente é caracterizada por ciclos de material fechados e fluxos de energia renováveis (Pauer, 2021).

A sustentabilidade na sua vertente ambiental é um problema emergente e não deve ser entendido como um conceito complexo e inacessível. Antes pelo contrário, é um caminho a ser explorado onde se procura inserir princípios sustentáveis nos projetos de uma empresa (Pauer, 2021).

2.1 Indicadores económicos

A dimensão económica reflete essencialmente as condições económicas da organização. Os indicadores económicos identificados podem dividir-se em duas categorias. Uma avalia o custo com a formação e bem-estar dos colaboradores e, a outra avalia o custo associado ao processo de produção incluindo o custo associado à aquisição das matérias-primas e serviços e o custo associado à distribuição do produto final ao cliente (Leoneti et al., 2016). Na tabela 1 encontra-se de forma resumida alguns indicadores económicos.

Tabela 1 – Indicadores de desempenho económico (Adaptado de: Lima, 2019 e Leoneti et al., 2016)

Indicadores Económicos	Aspeto	Indicador	Unidades
	Produção	Custo de energia	% custos totais
		Custo de certificações	% investimento
	Colaboradores	Custo médio com colaboradores	€/ colaborador
		Gastos em formação	€/ colaborador

Além de criarem valor regionalmente, é necessário as empresas terem em conta se direcionam gastos para aspetos relacionados com a saúde dos colaboradores, assim como identificar qual o custo médio por colaborador.

As organizações devem ter conhecimento da existência de melhorias no lucro comparativamente ao faturamento total, assim como pelo comportamento do volume de vendas nos últimos anos.

É igualmente muito importante compreenderem qual a sua obrigação para com o ambiente, no caso de uma agressão é necessário efetuar o pagamento das respetivas multas/indeminizações (Lima, 2019).

2.2 Indicadores sociais

A dimensão social da sustentabilidade pretende avaliar, em linhas gerais, a influência dos funcionários e da organização na sociedade. Os indicadores sociais são quase exclusivamente dedicados aos colaboradores, no entanto, incluem também informação que caracteriza os

fornecedores, clientes e a comunidade onde a empresa está inserida (European Commission-Eurostat, 2022). Na tabela 2 encontram-se representados alguns indicadores sociais assim como a sua quantificação.

Tabela 2- Indicadores de desempenho social (Adaptado de: Lima, 2019).

	Aspeto	Indicador	Unidades
Indicadores Sociais	Funcionários	Número médio de colaboradores	Nº de colaboradores
		Caracterização dos trabalhadores (género)	Nº de colaboradores
		Caracterização dos trabalhadores (nacionalidade)	Nº de colaboradores
		Número de acidentes no trabalho	Nº de acidentes/ ano
		Dias perdidos por lesões ou doenças	Dias/ano
		Número médio de horas de formação	h/colaborador

Para a comunidade possui grande importância a criação de empregos, principalmente perto dos seus locais de residência. O intuito é melhorar a qualidade de vida das pessoas envolvidas na empresa, bem como ir ao encontro da igualdade social.

O auxílio na educação e formação passa pela atitude da empresa em realizar atividades para capacitar os seus colaboradores, não restringindo conhecimento e a capacidade de desenvolverem novas formas e métodos de trabalho (Lima, 2019).

A saúde e os acidentes de trabalho são aspetos importantes numa empresa. Um exemplo disso é o uso obrigatório de equipamentos de proteção individual (EPI), por questões de segurança do trabalho no âmbito organizacional (Lima, 2019).

2.3 Indicadores ambientais

Por todos os motivos já mencionados, a componente ambiental de uma avaliação da sustentabilidade de um produto é fundamental e de extrema importância. Os indicadores ambientais avaliam o desempenho incluindo o consumo de matérias-primas, assim como as quantidades de emissões gasosas, efluentes líquidos e de resíduos produzidos e os seus impactos.

Existem vários indicadores ambientais, como a ecotoxicidade, acidificação, potencial destruição da camada de ozono, radiação ionizante, entre outros (Vasconcelos et al., 2017).

2.3.1 Pegada de carbono

Devido às problemáticas das alterações climáticas, causadas essencialmente pela elevada emissão de gases prejudiciais para o ambiente, atualmente muitas empresas já contabilizam as suas emissões de gases com efeito de estufa, avaliando assim o impacto ambiental causado pela sua atividade. Para realizar esta avaliação é cada vez mais comum o uso do conceito pegada de carbono, que permite analisar as emissões diretas e indiretas dos gases de efeito de estufa produzidas durante o ciclo de vida de um produto ou atividade, permitindo às organizações tomar medidas de redução (Amorim, 2013).

Relativamente à pegada de carbono, é definida como o total de emissões causadas por um indivíduo, evento, organização ou produto, expresso em toneladas de CO₂ ou CO₂ equivalente por ano. É um indicador que quantifica as emissões de gases com efeitos estufa (GEE). Inclui

emissões diretas, como as que resultam da combustão de combustíveis fósseis no fabrico, aquecimento e transporte, bem como as emissões necessárias para produzir a eletricidade associada a bens e serviços consumidos (APCER - Pegada de Carbono, 2022).

Existem dois tipos de pegada de carbono, a organizacional e a do produto. A organizacional refere-se às empresas ou organizações, avaliando as emissões de todas as atividades da respetiva empresa, como os edifícios, uso de energia, processos industriais e transportes da empresa. A do produto, a partir da avaliação do ciclo de vida, determina-se todas as emissões durante a vida útil de um determinado produto, abrangendo todas as fases desde a extração de recursos até à sua eliminação ou reutilização (FIRA, 2011). Este conceito promove uma série de vantagens às empresas, tais como:

- Identificação de fontes importantes de emissão de GEE;
- Seleção e procura de medidas de redução;
- Seleção e procura de medidas de aumento de eficiência (energética, matérias-primas, produtividade, etc.);
- Cumprimento da legislação;
- Poupança de recursos;
- Redução de custos;
- Aumento da competitividade.

Existem diferentes metodologias para o cálculo da pegada de carbono. De acordo com o *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol), as emissões podem ser calculadas com base em balanços de massa ou através de cálculos estequiométricos. No entanto, a aplicação desta metodologia sugere uma abordagem mais comum para determinar as emissões de GEE, utilizando os fatores de emissão documentados pelo painel intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC) (Amorim, 2013).

A metodologia GHG Protocol classifica as emissões como sendo diretas ou indiretas. As emissões diretas de GEE são provenientes de fontes controladas pela empresa. As indiretas são uma consequência das atividades da empresa, ou seja, fontes não controladas pela mesma (WRI/WBCSD, n.d.). Para melhor caracterizar as emissões estas são divididas em três âmbitos distintos:

- **Âmbito 1:** Emissões diretas de GEE – São emissões provenientes de fontes controladas pela empresa, como por exemplo emissões de combustão, veículos ou emissões na produção de químicos;
- **Âmbito 2:** Emissões indiretas de GEE de eletricidade – Nesta secção são contabilizadas as emissões de gases de efeito de estufa provenientes da geração de eletricidade adquirida e consumida pela empresa;
- **Âmbito 3:** Outras emissões indiretas de GEE – Neste âmbito são contabilizadas todas as outras emissões indiretas. Estas emissões são uma consequência das atividades da empresa, mas acontecem em fontes que não lhe pertencem ou não são controladas pela empresa. Podem ser considerados exemplos destas atividades a produção de materiais comprados, transporte de combustíveis comprados e o uso de produtos e serviços vendidos (WRI/WBCSD, n.d.).

2.4 Avaliação da circularidade do aço

O aço, uma liga metálica que resulta da combinação de ferro e carbono, é um material infinitamente reciclável usado quer na indústria das embalagens como também na construção e nos transportes.

Tem uma série de características que conferem vantagens para as empresas como resistência à luz, água e ar. No que diz respeito à versatilidade, podem ser embalados diferentes produtos desde alimentares a voláteis, perigosos ou inflamáveis. É um material compacto, inquebrável, inviolável, empilhável, não requer embalagem secundária e pode ser armazenado à temperatura ambiente (APEAL, 2022).

É um material ideal para a circularidade, uma vez que depois de reciclado não existem perdas na qualidade. É um elemento permanente, que mantém as suas propriedades físicas para sempre, sendo atualmente a sua taxa de reciclagem na Europa de 84 % (Sustentabilidade - APEAL, 2022). Tornando-se assim o material mais reciclado na Europa comparativamente a qualquer outro material de embalagem concorrente (figura 5).

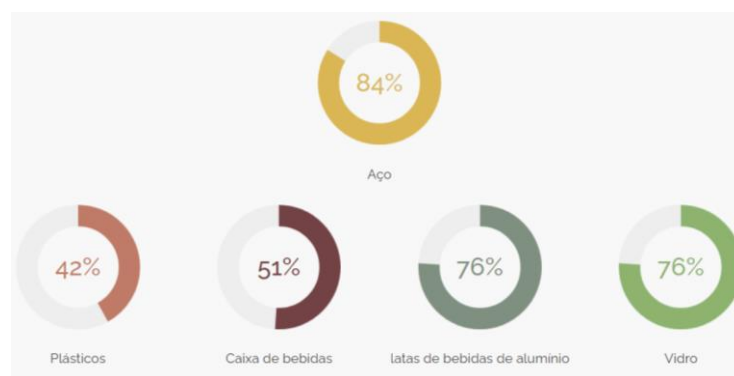


Figura 5 – Taxa de reciclagem dos principais materiais de embalagem em 2019 (EU 27+3) (Sustentabilidade – APEAL, 2022).

Uma vez derretido, o aço é reciclado e transformado em novas aplicações (figura 6). Através da reciclagem de uma tonelada de sucata, são economizadas mais de 2 toneladas de matérias-primas e evitadas cerca de 1,5 toneladas de emissões de CO₂ (Meio Ambiente - APEAL, 2022).

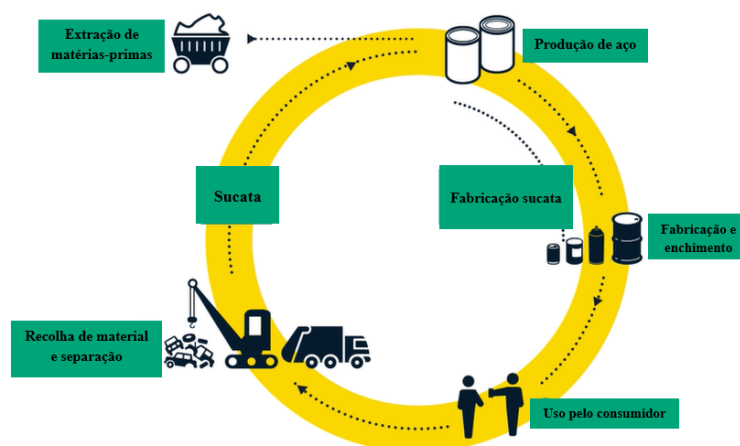


Figura 6 – Aço como material permanente que pode ser infinitamente reciclado sem perda de qualidade (Adaptado de: APEAL, 2022)

As embalagens de folha de flandres, combinação de aço (com baixo teor de carbono) revestido com estanho, incorporam 58 % de material reciclado na Europa.

Desta forma, é possível reutilizar, reciclar, incorporar material reciclado e proteger o conteúdo do produto com funcionalidade. As indústrias estão firmemente comprometidas com a redução das emissões de dióxido de carbono, impulsionando ativamente a reciclagem do aço, aumentando a otimização de embalagens e o design ecológico e aplicando técnicas de produção mais sustentáveis. Uma forma de melhorar embalagens de folhas de flandres tem sido reduzir o material, tornando-as mais leves. Como resultado é gasta menos matéria-prima, o consumo energético é inferior, são libertadas menos emissões de CO₂ e consequentemente são criados produtos com menos impacto ambiental (Steel for Packaging, 2022).

Em 2016 as emissões de CO₂ na produção de embalagens de aço reduziu cerca de 40 %. Enquanto o consumo de energia na produção teve reduções de 25 % (Steel for Packaging, 2022).

2.5 Avaliação do ciclo de vida de produto

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma metodologia que avalia os potenciais impactos ambientais de produtos, processos ou serviços, cujas regras gerais para a sua realização estão presentes nas normas 14040:2006 e 14044:2006 (Pauer, 2021). Depois de se definir o objetivo e o âmbito, é necessário realizar o inventário das entradas e saídas do sistema. Posteriormente é efetuada a avaliação dos impactos e por fim é realizada a interpretação dos resultados.

Esta é uma metodologia eficaz para a análise da sustentabilidade, uma vez que inclui todas as fases desde a extração da matéria-prima, design, produção, transporte, uso, reciclagem e gestão de resíduos. Na figura 7, encontra-se o ciclo de vida como uma sequência de processos inter-relacionados.

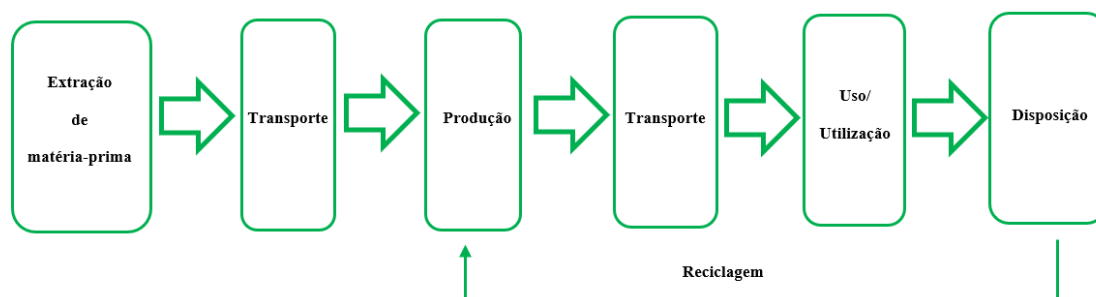


Figura 7 – Ciclo de vida de um determinado produto (Adaptado de: Pauer, 2021).

O âmbito, incluindo a fronteira do sistema e o nível de detalhe, de uma ACV, depende do objetivo e da utilização pretendida para o estudo. A profundidade e a amplitude da ACV podem diferir consideravelmente, consoante o objetivo de cada estudo em particular. A definição de fronteiras irá também estabelecer a amplitude do estudo, podendo incluir todos os processos, em contexto de “berço à cova” ou excluir parcelas do sistema, sendo assim designado “berço à porta” ou “porta a porta”.

É indispensável reconhecer e identificar todas as etapas do ciclo de vida, pois cada uma destas etapas convertem entradas em saídas com impacto ambiental. É necessário realizar um inventário e recolher dados para todos os processos no sistema do produto a estudar. As entradas podem ser matérias-primas, energia ou produtos intermédios, enquanto as saídas serão resíduos,

águas residuais, emissões e produtos (Pauer, 2021). Na ACV as entradas e saídas são referidas como fluxos, como demonstrado na figura 8.

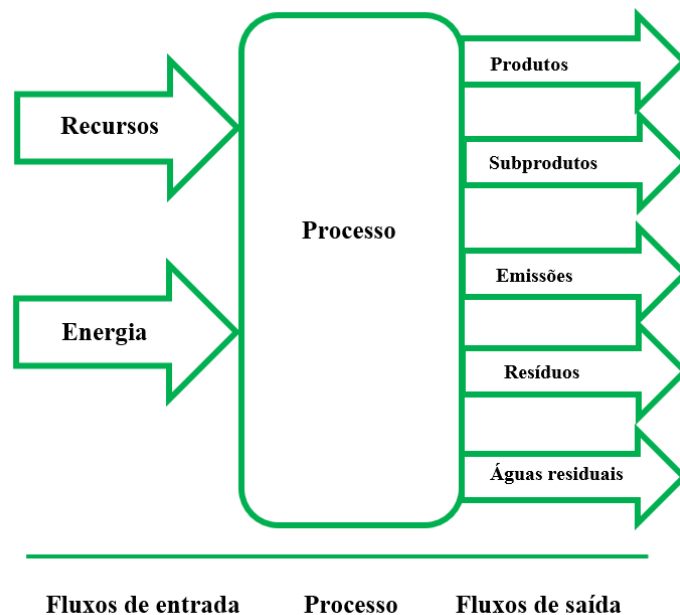


Figura 8 – Processo de conversão de entradas em saídas (Adaptado de: Pauer, 2021).

Os dados do inventário relativos às entradas e saídas são convertidos em indicadores ambientais, procedendo-se assim à avaliação de impacto. Os fluxos são convertidos em impactos ambientais através de modelos de caracterização. Primeiramente há uma seleção das categorias de impacto, indicadores e posteriormente os compostos inventariados são colocados em cada categoria. Por fim, são caracterizados através do cálculo do indicador para cada categoria (Pauer, 2021).

Na figura 9 encontra-se representado as categorias de impacto, assim como as áreas de proteção.

Resultados do Inventário	Categorias de Impacto	Áreas de Proteção
Fluxos Elementares	1-Alterações climáticas	Saúde Humana (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)
	2-Destruição da camada de ozono	
	3-Toxicidade humana	
	4-Inorgânicos respiratórios	
	5-Radiação ionizante	
	6-Ruído	
	7-Acidentes	Meio Ambiente Natural (1, 2, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14)
	8-Formação de ozono fotoquímico	
	9-Acidificação	
	10-Eutrofização	
	11-Ecotoxicidade	Recursos Naturais (12, 13, 14)
	12-Uso do solo	
	13-Esgotamento de recursos	
	14-Dessecação, Salinização	

Figura 9 – Correspondência entre inventário, categorias de impacto e áreas de proteção (Adaptado de: Vasconcelos et al., 2017).

A última etapa destina-se à interpretação do ciclo de vida, fase onde os resultados do inventário e da avaliação de impactos são interpretados, de acordo com os objetivos do estudo, e onde são discutidos para qualificar os resultados, tomar decisões e conclusões (Vasconcelos et al., 2017). Nesta etapa são também sugeridas medidas para melhorar o desempenho ambiental.

2.6 Ferramenta ACV

A ferramenta utilizada pela empresa foi desenvolvida para a indústria das embalagens de metal de acordo com as normas internacionais ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006.

Uma vez que este instrumento de análise foi pensado e idealizado para esta indústria em específico, torna as linhas orientadoras dos possíveis estudos a realizar pré-definidas. No *software* é possível introduzir uma série de *inputs* que envolvem, em determinados casos, complexas pesquisas de dados ou tratamento dos mesmos (Manual da Ferramenta¹).

A unidade funcional do sistema é definida como uma unidade de embalagem necessária para proteger o conteúdo de um produto para cada 6 tipos de embalagem:

- Latas de aço para alimentos;
- Latas de aço para linhas gerais;
- Latas de aerossóis de aço;
- Tampas de aço;
- Embalagens especiais;
- Latas de alumínio para alimentos.

¹ Por motivos contratuais e de confidencialidade – Colep Packaging – o manual e o nome da ferramenta não é disponibilizado.

A ferramenta permite determinar os impactos e benefícios ambientais ao longo do ciclo de vida de uma embalagem metálica produzida na Europa. Permite acompanhar o desempenho da produção, comparando dados de anos anteriores, assim como gerar inventários de ciclo de vida de embalagens metálicas produzidas com os seguintes limites de sistema:

- *Cradle-to-grave* (berço à cova)
- *Cradle-to-gate* (berço à porta)
- *Gate-to-gate* (porta a porta)

Na figura 10 é demonstrado o fluxograma do ciclo de vida do sistema em análise, onde cada delimitação é uma fase do ciclo de vida da embalagem de metal.

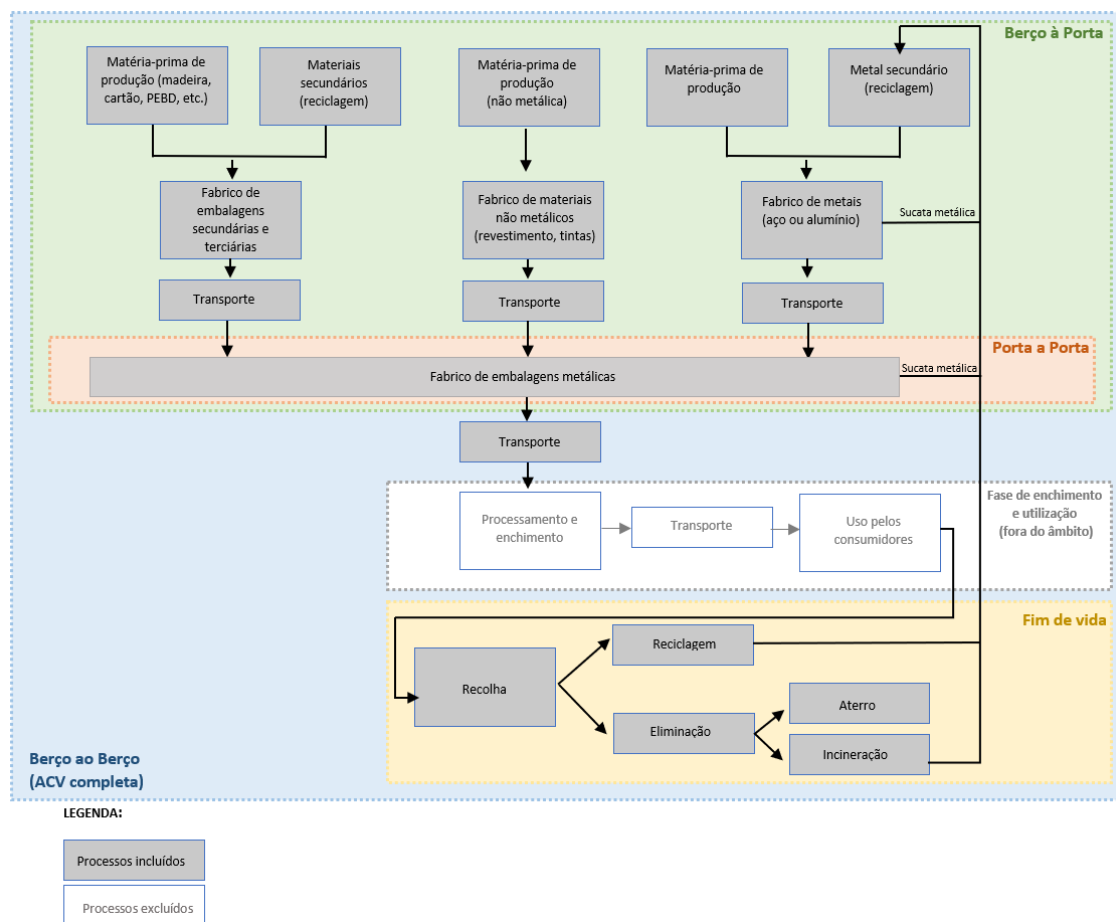


Figura 10 – Fluxograma do ciclo de vida do sistema analisado (Adaptado do Manual da Ferramenta).

No âmbito berço à porta (verde) o sistema é estendido devido a processos a montante. Já no domínio porta a porta (laranja) é referido o fabrico das embalagens metálicas nos estados-membros da Europa. No contexto berço ao berço (azul), o sistema é completado com diferentes cenários de fim de vida, como a reciclagem onde o ciclo é fechado. A área a branco, indica processos não incluídos neste estudo, uma vez que a fase de enchimento, distribuição e uso estão relacionadas com aplicações específicas de cada embalagem. No que se refere à distribuição, assume-se que o peso da embalagem é muito inferior ao peso do conteúdo transportado, desta forma a ação do peso da embalagem no impacto do transporte é geralmente considerada desprezível. Por falta de informações sobre as fases de enchimento e uso, definidas principalmente pelo conteúdo e pelo seu fabricante, estas etapas são excluídas (Manual da Ferramenta).

As principais limitações do estudo passam por inconsistências metodológicas entre os bancos de dados de fundo, como o EcoInvent v. 3.5, e os valores padrão médios da indústria utilizados como principal fonte dos conjuntos de dados usados. No entanto, a influência desta limitação nos resultados é considerada inferior a 2 % (Manual da Ferramenta).

3. Processo produtivo da Colep Packaging

Neste capítulo, apresenta-se o processo de produção de embalagens metálicas produzidas na Colep Packaging que vão desde soluções para aerossóis e linhas gerais (industriais, alimentares).

3.1 Processo de produção de embalagens para aerossóis

Uma embalagem para aerossol é constituída essencialmente por três componentes:

1. Cúpula
2. Corpo
3. Fundo



Figura 11 – Material constituinte para a produção de uma embalagem metálica para aerossol

3.1.1 Corte primário

A folha de flandres, matéria-prima essencialmente composta por aço de baixo teor de carbono revestida com cerca de 2.0 % de estanho, chega à Colep Packaging em bobinas (figura 12) onde é armazenada. Existem várias bobinas, com larguras diferentes, com o intuito de diminuir o desperdício, uma vez que existem embalagens, e respetivos componentes, com dimensões variadas.



Figura 12 – Folha de flandres em bobinas

A primeira etapa é o corte primário, onde a matéria-prima, em forma de bobina, é colocada no alimentador da máquina de corte, posteriormente será cortada perpendicularmente ao seu desenrolamento, de modo a obter secções de menor dimensão. Na figura 13 é possível observar a máquina de corte. Existem dois tipos de formatos em que a folha pode ser cortada, de acordo com o cortante utilizado, o formato reto e o formato *scroll*. O corte reto é destinado à produção de corpos, enquanto o corte *scroll* é utilizado para produzir componentes, como cúpulas e fundos, de forma a maximizar o produto e consequentemente causar menos desperdício. Depois da folha virgem cortada, esta é empilhada em cima de um estrado, constituindo assim um balote, como é possível observar na figura 14.



Figura 13 – Máquina de corte primário



Figura 14 – Balote de folha após corte primário

3.1.2 Litografia

- **Adição verniz ou esmalte branco**

Na litografia é realizado o revestimento da folha, figura 15. Primeiramente é feita a adição de verniz ou esmalte branco primário que irá facilitar o processo de pintura, uma vez que este aumenta a adesão da tinta à embalagem. Depois de aplicado, é necessário secar o verniz que poderá ser de forma convencional, figura 16, através de um forno, ou de forma instantânea, com recurso a lâmpadas UV. Após a secagem do verniz é necessário arrefecer as folhas.



Figura 15 – Adição de verniz à folha



Figura 16 – Forno de secagem convencional do verniz

- **Impressão *offset***

Neste processo, as embalagens são pintadas usando a tecnologia *offset* ocorrendo, posteriormente, a secagem da tinta por radiação UV, figura 17. O *artwork* (desenho decorativo da embalagem) utilizado é trabalhado pela equipa de pré-impressão, sendo transferido para as chapas utilizadas na impressão *offset*.

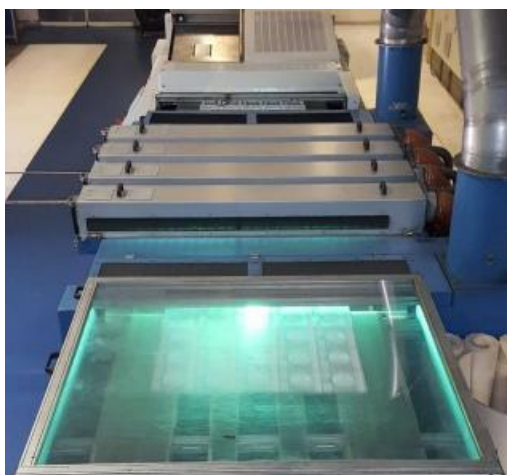


Figura 17 – Secagem por radiação UV

- **Verniz de acabamento**

É adicionado novamente um verniz, desta vez, de acabamento, com o objetivo de proteger a impressão realizada. Este necessita de passar por um forno para secar o verniz, como realizado anteriormente.

3.1.3 Corte secundário

- **Produção de corpos**

Nesta etapa, realiza-se o corte final da folha, onde esta é cortada em linhas e posteriormente em alturas com o objetivo de se obter vários corpos (figura 18). Em seguida são empilhadas em cima de um estrado que, após embalado é acondicionado até ser necessário para a produção de latas para aerossóis ou linha geral.



Figura 18 – Corte transversal da folha para se obterem corpos de embalagem para aerossol

3.1.4 Estampagem e montagem

- **Produção de cúpulas**

As folhas com corte *scroll*, figura 19, entram na máquina de corte, onde se dá a estampagem, ou seja, a conformação das cúpulas. Estas são embutidas através de várias matrizes e punções, como se pode observar na figura 20.



Figura 19 – Corte *scroll* da folha



Figura 20 – Etapas de embutidura de uma cúpula

Depois da cúpula estar na sua forma final, é adicionada uma camada de borracha na sua extremidade, de forma a melhorar a vedação no local de cravação. Esta é seca através de um forno.

- **Produção de fundos**

Nesta etapa, é cortado o fundo e embutido o formato do mesmo num só movimento. Posteriormente, as suas extremidades são arredondadas, e adiciona-se borracha tal como nas cúpulas para melhorar a vedação, que será seca igualmente num forno.



Figura 21 – Fundo de uma embalagem para aerossol depois de embutido e arredondado

- **Montagem**

Depois dos três componentes essenciais à embalagem para aerossol estarem concluídos, segue-se a montagem do mesmo. Os corpos, inicialmente planos, são enrolados e soldados de forma a adquirirem uma estrutura cilíndrica. É adicionado verniz no local de soldadura, figura 22, com o objetivo de se evitar corrosão e este é seco num forno.



Figura 22 – Adição de verniz na soldadura da embalagem

Segue-se a cravação da cúpula e do fundo ao corpo, através de um conjunto de ferramentas garantindo a estrutura e estanqueidade da embalagem.

Por fim, são realizados testes de fuga para verificar se a embalagem garante a estanqueidade. Se os requisitos forem cumpridos, as embalagens seguem para o paletizador, onde é feito o agrupamento automático, figura 23, seguindo-se a adição de cartão nos cantos e película filme para garantir o seu posicionamento na paleta e estar pronta para expedição.



Figura 23 – Paleta com embalagens para aerossóis

3.2 Processo de produção de embalagens de linha geral

As latas de linha geral destinam-se maioritariamente a latas para tintas, vernizes, bolachas, azeite, etc. Todas elas com formatos diferentes entre si, no entanto, existem componentes fundamentais como o fundo (1) e o corpo (2). Os olhais (3), a asa (4) e o aro (5) são constituintes mais usuais nos baldes, podendo haver variantes.

Na figura 24 encontra-se representado uma embalagem de linha geral denominado por balde com formato tulipa.



Figura 24 – Constituintes de um balde tulipa (sem tampo)

Na produção de embalagens de linha geral o processo é o mesmo das embalagens de aerossóis até à etapa de corte secundário, com diâmetros superiores, como é espectável, dado às características das embalagens.

3.2.1 Estampagem

- **Produção de fundos e argolas**

O fundo da embalagem é produzido com o desperdício das argolas, isto porque o diâmetro interno da argola é superior ao diâmetro externo do fundo. Ambas as peças são estampadas, isto é, passam numa prensa onde serão deformadas e separadas, como se pode visualizar na figura 25. Depois de cada um destes componentes ser estampado novamente é aplicada borracha, como vedante, e faz-se o rebordo na extremidade (orleado).



Figura 25 – Estampagem da argola (lado esquerdo) e estampagem do fundo (lado direito)

- **Produção de tampos**

Primeiramente a folha de flandres é estampada, figura 26, seguindo-se a aplicação de borracha vedante e formação de orleado. Através de um processo de cura, a borracha é seca num forno e procede-se à finalização do rebordo (forma final) e aplicação de cola adesiva.



Figura 26 – Estampagem do tampo

3.2.2 Montagem

Para a obtenção de uma embalagem de linha geral é necessário a união do corpo ao fundo, como se pode ver na figura 27.



Figura 27 – Cravação do fundo ao corpo da embalagem

A primeira etapa é o enrolamento dos corpos, onde serão posteriormente soldados. O perfil da embalagem poderá, ou não, ter características visuais diferentes, mais comum nos baldes que pela expansão, são criadas geometrias características. Posteriormente são ainda soldados os olhais e aplicada a asa, no caso dos baldes.

A figura 28 é representativa do processo produtivo da organização completo, através de um diagrama de fluxo.

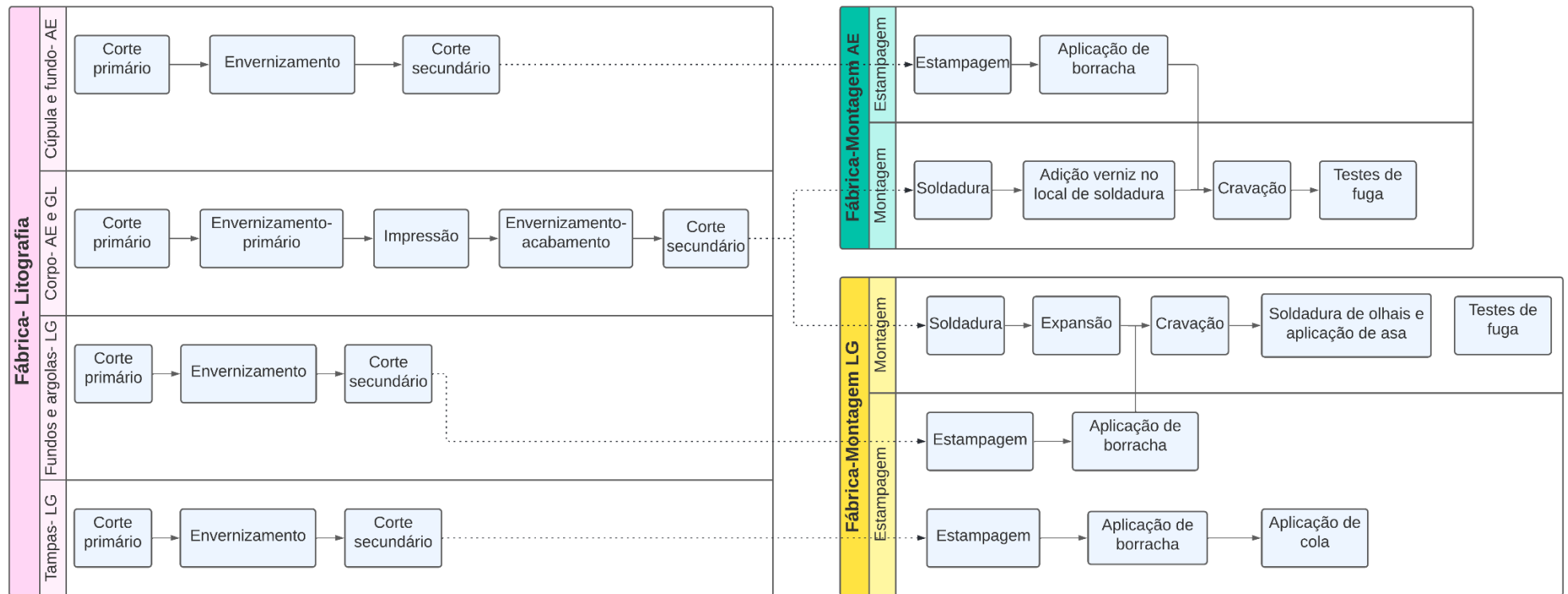


Figura 28- Processo produtivo da Colep Packaging Portugal.

4. Aplicação da metodologia ACV aos produtos da empresa

Para avaliar a sustentabilidade do processo de produção das embalagens metálicas em estudo seguiu-se a metodologia de avaliação de ciclo de vida (ACV), que consiste na avaliação de impactos ambientais de um produto, neste caso, de uma embalagem de metal, durante as etapas do seu ciclo de vida.

Este método incorpora os aspetos ambientais tendo em conta os potenciais impactos que surgem ao longo do ciclo de vida do produto. Desta forma, a ACV, estuda todos os passos do ciclo de vida, nomeadamente a obtenção das matérias-primas, a produção, utilização e tratamento no fim de vida, reciclagem e deposição final. Esta análise é considerada como berço à cova (ISO 14040, 2008).

Para o estudo em questão optou-se por considerar a opção que melhor representa a responsabilidade da Colep Packaging perante o cliente numa abordagem do berço à porta. Considerou-se, portanto, todos os impactos até ao produto ser entregue ao cliente, acrescentando a disposição final da embalagem, ou seja, desde a produção das matérias-primas até à fronteira das responsabilidades da Colep Packaging.

Na tabela 3 encontra-se representado as principais etapas do sistema, assim como o local de receção matéria-prima e produção de embalagens para o ano em estudo (2021).

Tabela 3 – Principais etapas do sistema definido

Ano	Etapa	Local
2021	Receção da matéria-prima e transporte	Colep Packaging, Vale de Cambra
	Fabricação do produto (Corte, litografia, estampagem e montagem)	Colep Packaging, Vale de Cambra
	Expedição cliente	Colep Packaging, Vale de Cambra
	Fim de vida da embalagem	-

4.1 Objetivo e fronteiras do sistema

O âmbito geográfico desta ACV destina-se a embalagens mais vendidas produzidas em Portugal. O objetivo é determinar a pegada de carbono de diferentes tipos de embalagens de metal, aplicando a metodologia da avaliação do ciclo de vida, recorrendo a base de dados e utilizando uma ferramenta de análise concebida para o setor e usada pela Colep Packaging. Para proceder a esta avaliação começou-se por identificar entradas e saídas do sistema, tendo-se delimitado as fronteiras do mesmo, como demonstrado na figura 29. As etapas excluídas do sistema, nomeadamente o fim de vida de materiais secundários, dizem respeito a todo o material de embalamento como plástico e cartão que não é considerado na análise paralela através da ferramenta ACV. Posteriormente, determinaram-se os impactos ambientais relativos a cada entrada e saída para as diferentes embalagens e, por fim, procedeu-se à interpretação dos resultados obtidos.

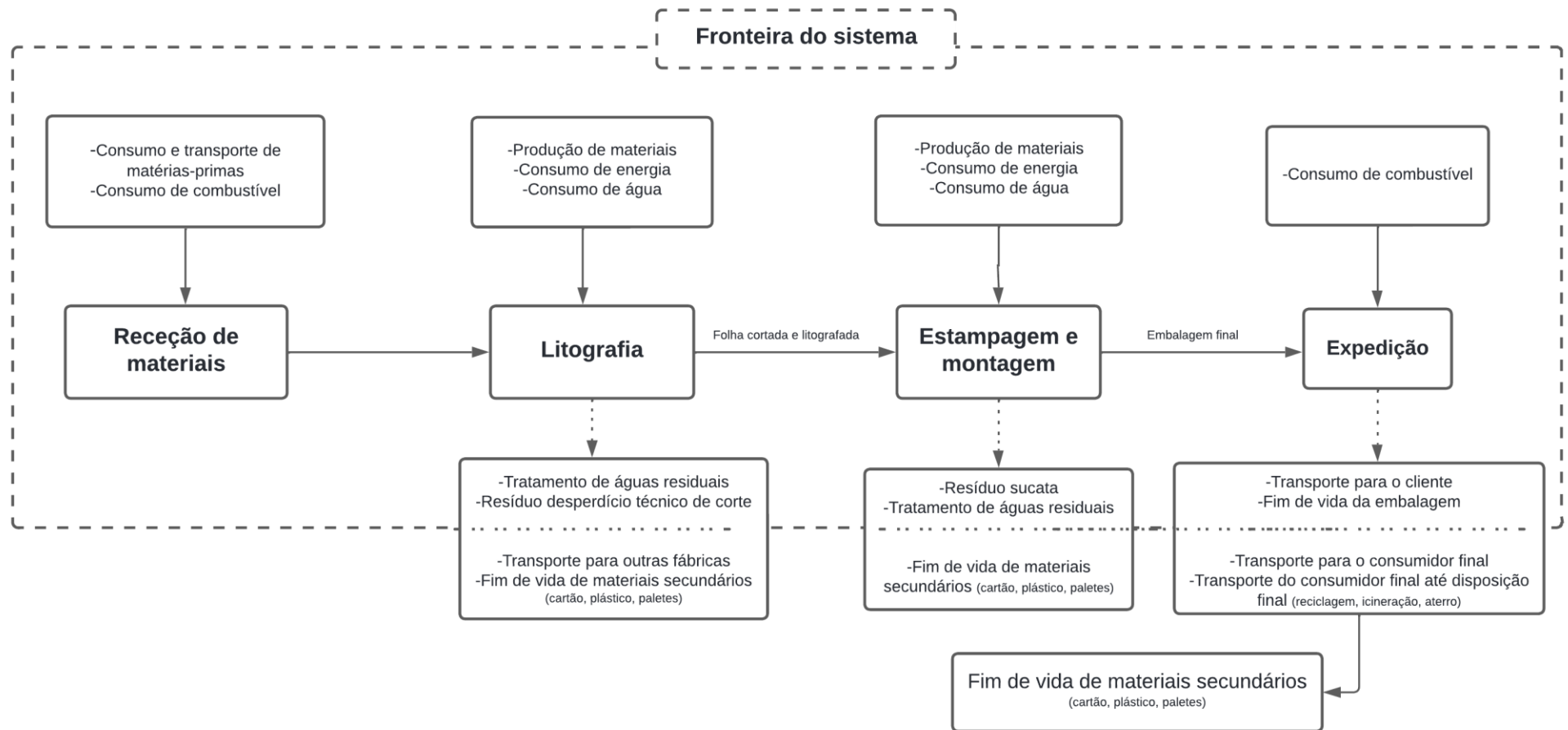


Figura 29 – Fronteira do sistema em estudo

4.2 Embalagens estudadas

Tendo em conta que existem milhares de embalagens diferentes produzidas na Colep Packaging e o detalhe vai desde tamanhos a decorações diferentes, decidiu-se iniciar este estudo com base nas embalagens mais vendidas no ano de 2021. Na figura 30 e 31 estão representados alguns formatos de embalagens produzidas.



Figura 30 – Diferentes formatos de embalagens para aerossóis produzidas na Colep Packaging



Figura 31 – Diferentes formatos de embalagens de linha geral produzidas na Colep Packaging

Um dos objetivos foi explorar a ferramenta ACV e proceder ao cálculo dos impactos ambientais dessas embalagens pelo *software* que a empresa dispõe. Simultaneamente, com a finalidade de comparar os resultados, pretendeu-se calcular para uma dessas embalagens selecionadas (embalagem A1) o seu impacto ambiental sem auxílio da ferramenta, através de cálculos com fatores de emissão tabelados.

Na tabela 4 encontram-se descritos os formatos, dimensões, volumes e pesos das embalagens contempladas no estudo. Assim como as pressões máximas suportadas, no caso das embalagens para aerossóis.

Tabela 4 – Embalagens estudadas com respetivos formatos, dimensão, volumes, pesos e pressão suportada.

	Embalagem	Dimensão (mm)	Volume Liquefeito (mL)	Peso (g)	Pressão máxima (bar)
EMBALAGEM PARA AEROSSOL	A1	57x207	400	74.161	15
	A2				15
	B1	52x195	300	64.151	15
	B2				15
	C1	65x300	750	120.558	15
	C2				15
	D1	65x157	400	78.893	15
	D2				15
	E1	52x132	200	49.329	15
	E2			47.576	15
	F1	65x106	250	64.034	15
	F2				15
	G1	65x240	600	103.076	15
	G2			118.402	18
	H1	65x195	500	86.755	15
	H2			89.965	15
	I1	45x178	200	48.393	15
	I2				15
	J1	52x244	400	75.672	15
	J2				15
EMBALAGEM LINHA GERAL	Tampo A	190	-	46.943	-
	Tampo B1	99	-	21.280	-
	Tampo B2		-		-
	Tampo C1	188	-	85.530	-
	Tampo C2		-		-
	Lata cilíndrica A	190x52	354	86.119	-
	Lata cilíndrica B	190x65	453.5	96.626	-
	Lata cilíndrica C	65x75	200	34.545	-
	Lata retangular A	63x42x99	250	45.43	-
	Lata retangular B	85x54x127	500	76.99	-

A variação dos pesos para embalagens com o mesmo formato deve-se às diferentes espessuras dos componentes.

4.3 Unidade funcional

Neste trabalho, a unidade funcional (UF) é definida por uma embalagem de metal vazia, com uma dada capacidade volumétrica. No entanto, através da ferramenta ACV é possível saber-se o impacto por unidade embalagem, através da massa da mesma, e/ou por volume. Esta está preparada para fazer a conversão dos dados dada a variação da UF, caracterizada pela massa e/ou volume. Apesar disto, só são comparáveis embalagens idênticas. Isto é, as embalagens para aerossóis são comparáveis entre si e as de linha geral comparáveis entre formatos idênticos. Relativamente à UF utilizada para o tratamento dos dados no cálculo da embalagem sem ferramenta, estes foram obtidos para uma base de 1000 embalagens, tendo sido no fim calculados para 1 unidade de embalagem.

4.4 Inventário do ciclo de vida

Com o intuito de se visualizar mais facilmente todas as entradas e saídas do sistema, a figura 32 representa esquematicamente todas as correntes em termos de energia e materiais necessários associados a cada etapa.

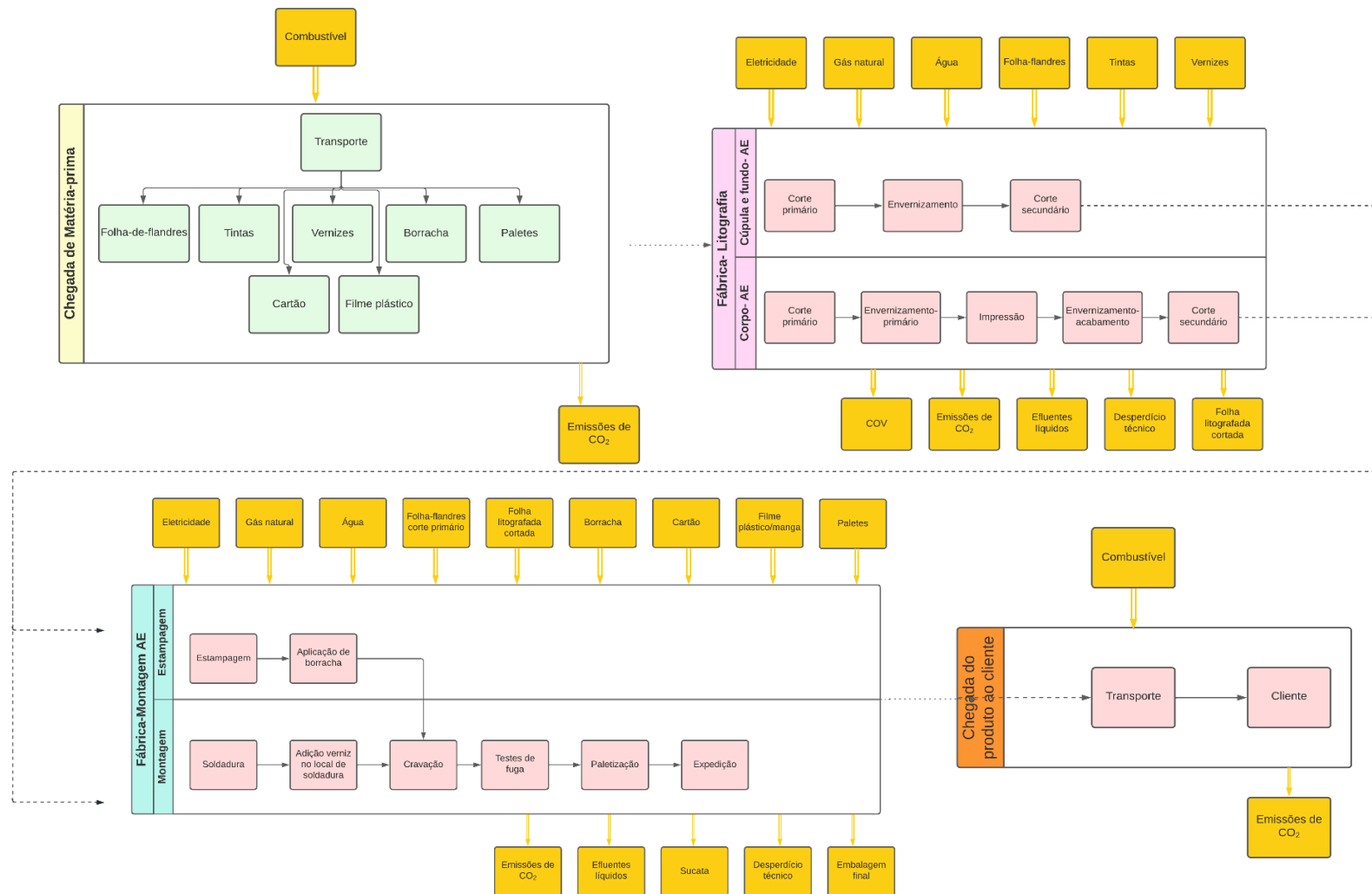


Figura 32 – Fluxograma das entradas e saídas do sistema

Os dados relativos às entradas e saídas do sistema, foram obtidos através da extração das quantidades necessárias de cada matéria-prima do roteiro de construção de materiais da Colep Packaging, disponível em sistema SAP, para cada embalagem.

A categoria de impacto considerada foi alterações climáticas onde se insere a pegada de carbono como indicador ambiental.

Quanto aos consumos, os cálculos de energia foram realizados por linhas de produção na etapa de estampagem e montagem. Devido à inexistência de contadores por linha na litografia, foi realizado o cálculo do consumo quer de eletricidade, gás e água para a fábrica toda, ajustando o consumo à embalagem produzida através da sua massa. No Anexo A encontram-se todos os dados relativos à produção de embalagens referentes ao ano de 2021, essenciais para se efetuar os referidos cálculos que se encontram exemplificados no Anexo B. Os dados de sucata e descarga de águas residuais para o coletor municipal foram também fornecidos pela empresa em quantidades anuais, tendo sido, posteriormente, calculados para a unidade funcional, apresentando-se igualmente exemplificados no Anexo B.

Já as emissões de GEE foram calculadas através de dados obtidos a partir do repositório de dados EcoInvent 3.8, com base no fator de emissão. A conversão das emissões dos diferentes gases de efeito estufa em quilogramas de CO₂eq foi realizada através de fatores denominados por *Global Warming potencial* (GWP) para um horizonte de 100 anos. Estes valores são estipulados pelo IPCC 2013, modelo utilizado na categoria de impacto de alterações climáticas. Na escolha das bases de dados procurou recorrer-se, sempre que possível, àquela que correspondesse a uma zona europeia (RER), em detrimento de valores específicos para determinados países (na inexistência de dados para Portugal). Quando tal não foi possível, tentou optar-se pelo inventário que melhor se adaptasse à análise a efetuar.

A tabela 5 sumaria as quantidades de todas as entradas e saídas para a embalagem A1, após o tratamento das informações reunidas. Todos os dados são apresentados com base na unidade funcional (1000 embalagens). Para quantificação das emissões de GEE, efetuou-se uma multiplicação dos fluxos de energia, de água e de materiais por fatores de emissão adequados. Todos os exemplos de cálculo são exemplificados no Anexo C.

Tabela 5 – Inventário da embalagem A1 com as respetivas entradas e saídas em cada etapa.

	Quantidade por 1000 embalagens	Unidades
Matéria-prima (entradas)		
-Folha de flandres	80.68	kg
-Vernizes	1.500	kg
-Tintas	0.0623	kg
-Borracha	0.202	kg
-Paletes	18.5	kg
-Cartão	2.23	kg
-Filme plástico	0.575	kg
Litografia (entradas)		
-Consumo de água	4.78	kg
-Eletricidade	48.6	kWh
-Gás	12.5	MJ
(saídas)		
-Água residual	2.44E-3	m ³
-Desperdício técnico	7.40	kg
Estampagem e montagem (entradas)		
-Consumo de água	7.51	kg
-Eletricidade	29.7	kWh
(saídas)		
-Água residual	3.81E-3	m ³
-Sucata	1.76	kg
Gestão de resíduos (saídas)		
-Reciclagem	58.5	kg
-Incineração	8.70	kg
-Aterro	6.95	kg

O inventário foi apenas apresentado para esta embalagem em específico, quanto ao inventário das embalagens realizadas através da ferramenta ACV, a informação não é apresentada uma vez que esta não é disponibilizada pelo *software*. Este oculta os passos intermédios, exibindo apenas os resultados finais da categoria. Porém, todos os dados tratados inseridos na ferramenta encontram-se representados no Anexo D.

Relativamente ao transporte das matérias-primas, as bobinas de folha de flandres, assim como os vernizes, tintas, cartão, plástico e paletes são transportados em navios e/ou camiões. Considerou-se como representativa a utilização de camiões com capacidade de transporte de 32 toneladas da classe Euro 5.

Os valores foram recolhidos internamente através do sistema SAP implementado na empresa ou fornecidos pelos respetivos responsáveis de departamento. Quanto à informação sobre a distância de fornecedores e clientes, existe sempre alguma incerteza, porque nem sempre é sabido o local exato de carga e descarga. Desta forma, estas foram calculadas recorrendo à aplicação *Google Maps* quando associadas ao transporte terrestre e através da calculadora de distância marítima (shiptraffic.net) quando relativas a navios.

Na tabela 6 encontram-se as distâncias percorridas relativas à receção da matéria-prima e à expedição da embalagem final A1.

Tabela 6 – Materiais rececionados e embalagens expeditas com respetivas distâncias.

Matérias-primas	Tipo transporte	Distância (km)
Folha de flandres	Camião 32 ton	602.3
	Navio	10768.8
Plástico	Camião 32 ton	44.5
Tintas, vernizes e borracha	Camião 32 ton	1925.1
Cartão	Camião 32 ton	100
Paletes	Camião 32 ton	194.5
Expedição embalagem final	Camião 32 ton	933

No Anexo C está representado um exemplo de cálculo da pegada de carbono alusiva aos transportes.

4.5 Gestão de resíduos

A abordagem utilizada na ferramenta ACV para os resíduos é a etapa do fim de vida do produto, esta considera a atribuição de impactos ambientais consoante o destino final. Sendo que o impacto ambiental do produto depende da taxa de reciclagem no final de vida. Quando um material é reciclado no fim da vida útil, existe uma carga evitada com base na necessidade reduzida de produção de material virgem no próximo ciclo de vida, sendo este valor negativo. Este método é conhecido como um circuito de material fechado, pois a reciclagem economiza a produção de material virgem com as mesmas propriedades (Broadbent, 2016).

Neste estudo, foi contemplado a gestão de resíduos do processo, desperdício técnico e sucata, e gestão de resíduos da embalagem final. Relativamente ao fim de vida da mesma, esta poderá ter vários destinos. O que se tentou perceber foi exatamente o país para o qual a embalagem A1 é vendida com a finalidade de saber as taxas de descarte para reciclagem, incineração e aterro.

Chegou-se à conclusão que mesmo sabendo que o cliente direto da Colep Packaging é de Espanha, este apenas irá proceder ao enchimento do produto, nunca se sabendo ao detalhe quem é o consumidor final. Desta forma a embalagem poderá chegar a qualquer canto do mundo.

Contemplou-se então um cenário, comum a todas as embalagens em estudo, em que as taxas de disposição do fim de vida são alusivas à Europa, considerando este continente quer para análise sem ferramenta como com a ferramenta ACV (*Recycling Rate of Packaging Waste by Type of Packaging – Eurostat, 2022*). O valor de reciclagem considerado foi com base no disponibilizado pelo Eurostat, ao invés dos 84 % referidos no capítulo 2.4 (Sustentabilidade - APEAL, 2022), uma vez que é o valor mais próximo do utilizado pela ferramenta ACV.

Na tabela 7 são exibidos os valores das taxas de disposição quer para a reciclagem, incineração e aterro para a Europa.

Tabela 7 – Taxas de disposição do fim de vida de embalagens metálicas para a Europa.

Destino fim de vida	Taxas de disposição para Europa (%)	Fonte
Reciclagem	78.9	(Eurostat, 2022)
Incineração	11.7	(Eurostat, 2022)
Aterro	9.40	(Eurostat, 2022)

No anexo C encontra-se representado um exemplo de cálculo da pegada de carbono alusiva ao impacto do fim de vida da embalagem.

4.6 Avaliação de impactos

Para a realização deste estudo, foi utilizado um *software online* – Ferramenta ACV, especialmente desenvolvido para a indústria de embalagens de metal. Graças a isso, a sua utilização é bastante intuitiva e direcionada a uma fácil inserção de dados previamente tratados. Contudo, apresenta também algumas limitações, isto porque todos os dados inseridos estão limitados ao que a ferramenta estabelece à partida. Além de que também não são conhecidos alguns dos pressupostos e metodologias por detrás do *software*.

Os dados introduzidos na ferramenta desdobram-se nas seguintes categorias:

- **Dados gerais** - Incluem informação sobre o local de produção e designação do produto.
- **Embalagem primária** - Informação relativa à lata/ balde, como peso, volume, percentagem de reciclagem, quantidade de vernizes e tintas. Poderá adicionar-se tampas, rótulos de outros materiais com os respetivos pesos. Relativamente ao fim de vida é possibilitado inserir qual o país de venda/consumo do produto, que normalmente será o destino dos resíduos, com as percentagens de reciclagem e disposição fixa.
- **Consumos da fábrica** - Ao nível da energia, consumo de água, produção de sucata e emissão de COV (compostos orgânicos voláteis).

- **Embalagem secundária** - Dados referentes ao modo como as embalagens saem da empresa produtora, como paletes, estrados, cartão e manga plástica retrátil.
- **Transporte de matéria-prima** - Distância entre os fornecedores e a fábrica de embalagens. Para todas as distâncias é indicada a taxa de retorno em vazio.
- **Transporte de embalagens vazias** - Distância entre a fábrica produtora e os clientes, por via terrestre, marítima ou férrea. Assim como a taxa de retorno em vazio.

Com estes dados inseridos, o *software* calcula o impacto ambiental da pegada de carbono para cada embalagem. Com o objetivo de comparar os resultados concedidos pela ferramenta, foi também realizado o estudo da pegada de carbono de uma embalagem, sem o auxílio de ferramenta, através dos fatores de emissão definidos na base de dados EcoInvent 3.8. Porém, mesmo trabalhando de acordo com uma estrutura padronizada, o resultado obtido através da ferramenta pode ser de difícil comparação, uma vez que existem diferenças de conteúdo no que diz respeito ao banco de dados utilizado, ao método de cálculo e aos pressupostos considerados.

5. Resultados e discussão

5.1 Indicador ambiental - Pegada de carbono

Na figura 33 apresentam-se os resultados obtidos da pegada de carbono (PC) para a embalagem A1 calculada através da ferramenta ACV e sem recurso a ela.

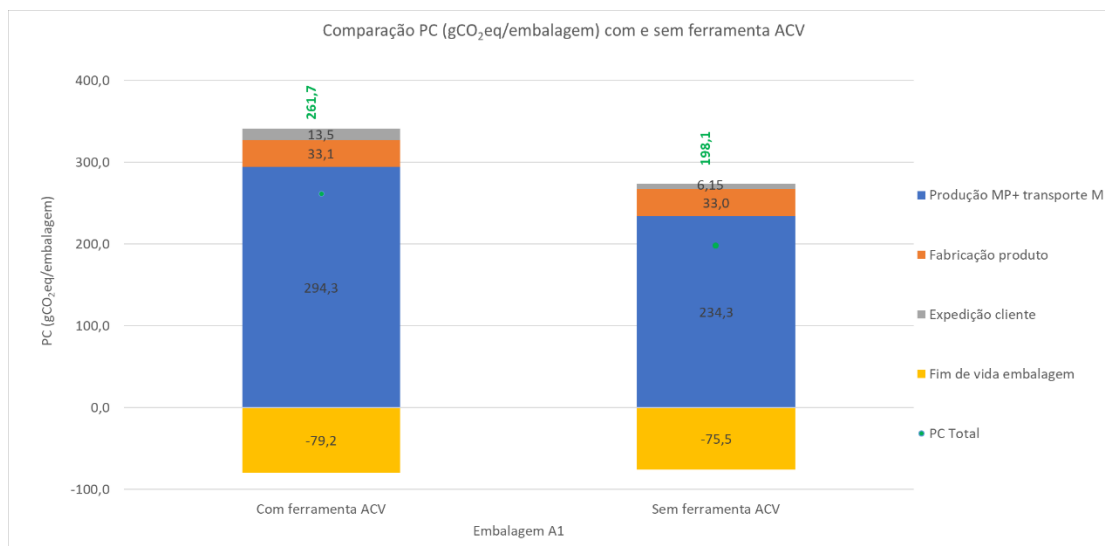


Figura 33 – Comparação da pegada de carbono para a embalagem A1 com e sem ferramenta ACV

O valor da PC calculado com a ferramenta ACV foi de 261.7 gCO₂eq/embalagem e sem ferramenta ACV foi de 198.1 gCO₂eq/embalagem. Apesar destes valores totais não serem muito díspares, existem algumas variações nas etapas. Relativamente à etapa de produção de matéria-prima e transporte da mesma, é apresentada em conjunto uma vez que os resultados na ferramenta são agregados, verificando-se um valor mais elevado quando calculado através da ferramenta ACV. Uma das razões para isto se verificar, deve-se ao facto dos fatores de emissão serem desconhecidos quando utilizada a ferramenta de análise e provavelmente diferentes dos utilizados através da base de dados. Apesar destas variações e desconsiderando a etapa de fim de vida da embalagem, verificou-se que a etapa com maior impacto, quer na avaliação com ferramenta quer sem recurso a ela, foi a produção de matéria-prima e transporte, correspondendo a 86 % da pegada de carbono total em ambas as análises.

No que diz respeito à fabricação do produto, esta etapa representa 9.7 % e 12.1 % da PC total com e sem ferramenta respetivamente. Para o estudo sem ferramenta considerou-se o fator de emissão do mix energético de Portugal, quer para a energia quer para o gás. No entanto, na ferramenta não se consegue ir a esse detalhe. Sendo este apontamento uma crítica, dado que as embalagens podem ser produzidas em diferentes países, com diferentes níveis de descarbonização energética, e este fator está a ser desconsiderado. Além disto a ferramenta também não considera qualquer tipo de tratamento de águas residuais, porém este valor não é significativo quando avaliando individualmente a embalagem sem ferramenta. Este é um processo que não utiliza muita água, sendo esta maioritariamente proveniente das casas de banho, podendo ser desconsiderada em futuros trabalhos.

Existe uma ligeira diferença na etapa de expedição que poderá dever-se a fatores que a ferramenta incorpora, como a taxa de retorno vazia do camião. Esta etapa corresponde a 4 % e a

2 % da pegada de carbono total, desconsiderando a etapa do fim de vida da embalagem, para a análise com ferramenta e sem ferramenta respetivamente.

No que concerne à etapa de fim de vida, o valor é bastante idêntico, no entanto a variação poderá ser alusiva aos fatores de emissão utilizados por detrás da ferramenta. Esta é uma grande crítica e limitação da ferramenta, uma vez que a metodologia e todos os dados relacionados com os cálculos realizados de forma automática não são conhecidos. Apesar disso, a etapa de fim de vida da embalagem foi a que menos contribuiu, assumindo um valor negativo em ambas as metodologias e diminuindo o valor total da PC em cerca de 30 % e 38 % (com ferramenta e sem ferramenta respetivamente).

Em seguida, inicia-se a análise das emissões de CO₂ dividindo-as por âmbitos. O âmbito 1 diz respeito a emissões diretas, o âmbito 2 é relativo a emissões indiretas de eletricidade e por último o âmbito 3 que corresponde a outras emissões indiretas de GEE. Na figura 34 encontram-se os valores de cada âmbito para a embalagem A1 sem auxílio de ferramenta.

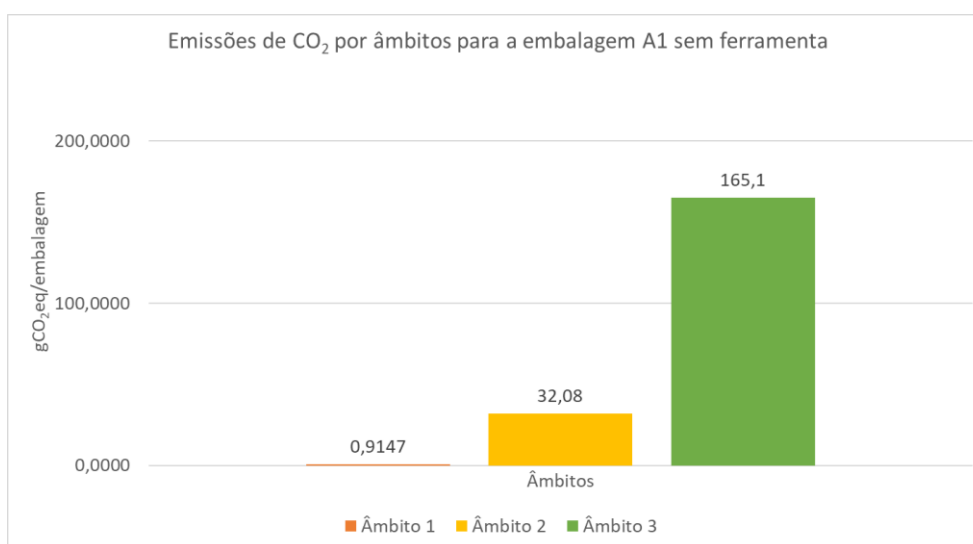


Figura 34 – Emissões de CO₂ (gCO₂eq/ embalagem) segundo os âmbitos para a embalagem A1 sem ferramenta

É possível reconhecer que o âmbito com maior influência é o 3, seguindo-se o 2 que se refere apenas à eletricidade. O âmbito 1 é o que tem menos relevância, este apenas diz respeito ao gás. Na figura 35 observa-se quais as etapas dentro do âmbito 3 que mais impacto têm.

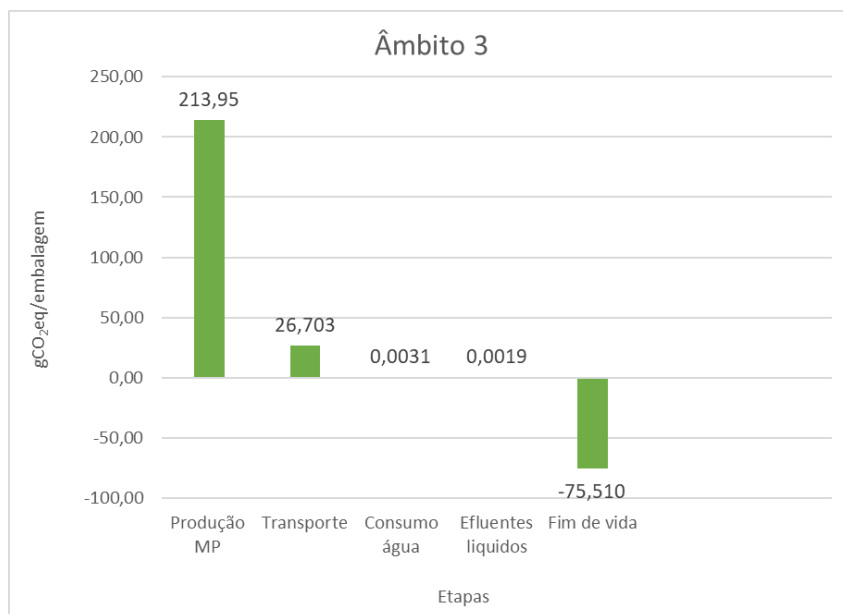


Figura 35 – Comparação entre as emissões dentro do âmbito 3

É consentido referir que a etapa com mais impacto no âmbito 3 é a produção de matéria-prima. A etapa do transporte tem quase tanta contribuição como a eletricidade, no âmbito 2. No que toca a emissões libertadas pelo consumo e tratamento de água é praticamente desprezável, como já referido anteriormente.

As emissões relacionadas com o fim de vida do produto são negativas, uma vez que a percentagem de reciclagem associada ao produto representa cerca de 80 % e este poderá ser reutilizado numa nova aplicação. Na literatura, ainda não existem estudos específicos desta natureza, desta forma não existem dados para comparar os resultados obtidos.

Um dos objetivos deste trabalho passava também por explorar a ferramenta ACV e realizar um manual interno com algumas normas e diretrizes a seguir, de forma que os critérios de introdução de dados sejam os mesmos em qualquer uma das fábricas da Colep Packaging. No Anexo E encontra-se o respetivo manual.

Com o propósito de comparar as embalagens selecionadas para o estudo e com o intuito desta análise ficar registada, em base de dados, para uma possível comparação futura foi utilizada apenas a ferramenta ACV para se alcançar um valor da pegada de carbono. Na figura 36 encontra-se graficamente representada a contribuição de cada etapa do processo para a pegada de carbono, bem como o valor total da mesma.

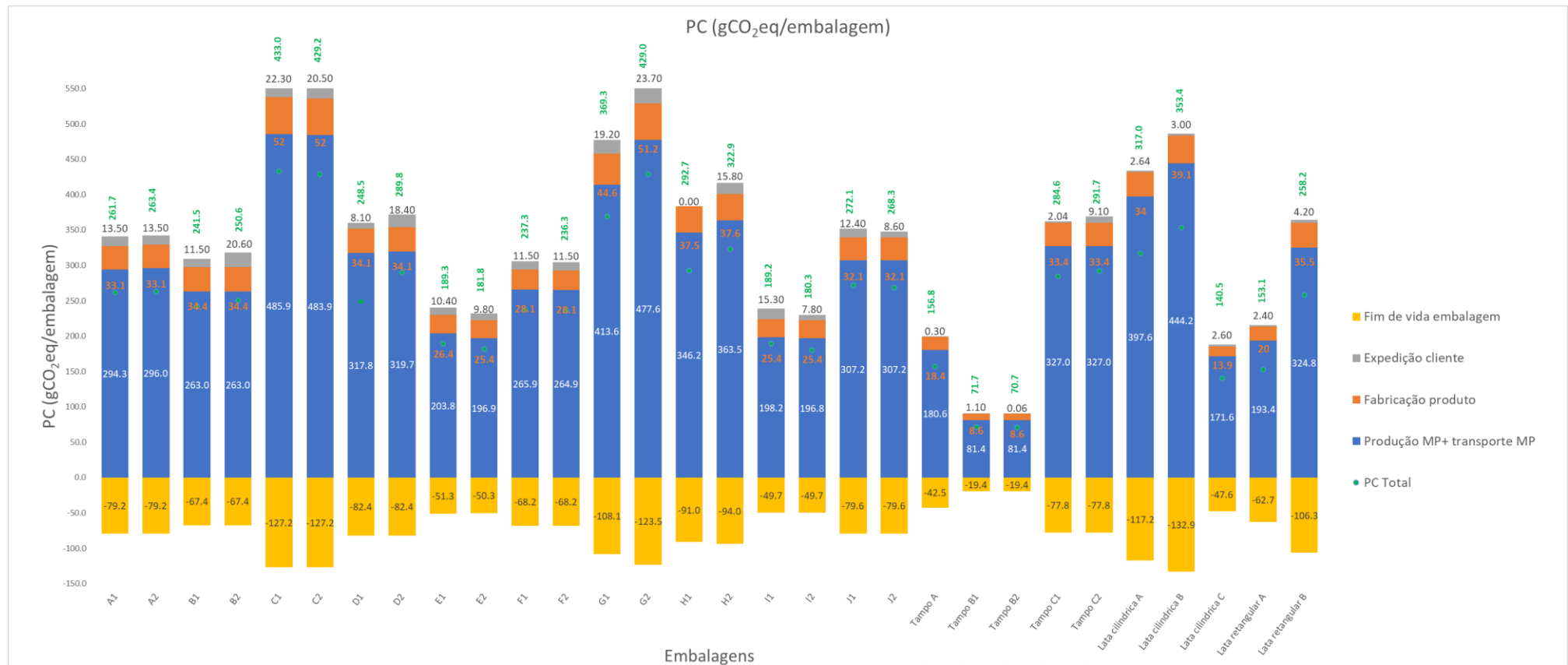


Figura 36 – Pegada de carbono para diferentes embalagens de metal (gCO₂eq/embalagem)

De uma visão geral, a etapa que mais contribui para a PC é a etapa de produção e transporte de matéria-prima. A contribuição da etapa de fabricação do produto deve-se ao gasto energético a nível de eletricidade e gás. No que diz respeito à etapa de expedição, esta varia consoante o peso da embalagem e a distância percorrida até aos países dos clientes, para os quais se exporta, sendo demonstrados em detalhe no Anexo D todas as distâncias bem como o tipo de transporte utilizado. A etapa de fim de vida, uma vez mais, varia consoante o peso da embalagem em estudo já que a taxa de disposição é ambígua para todas as análises.

Uma limitação a esta comparação de embalagens mais vendidas, deve-se a que apenas embalagens com a mesma finalidade podem ser relacionadas, isto é, comparação entre embalagens para aerossóis e entre linha geral. Dada a existência de diferentes formatos, com pesos diferentes, procedeu-se à comparação entre embalagens de aerossóis com dimensões e volumes iguais e latas de linha geral com o mesmo formato.

Os maiores efeitos nas pegadas de carbono dos produtos devem-se a:

- Maior peso da embalagem – devido a maior quantidade de matéria-prima;
- Distância até ao cliente – implicando um percurso mais demorado. Se necessário navio este aumento ainda é mais elevado;
- Maior quantidade/peso de material de embalamento secundário.

As embalagens A1, A2, D1, D2, J1 e J2 e as embalagens E1, E2, I1 e I2 são comparáveis entre si uma vez que, apesar dos formatos serem diferentes (como se pode verificar na tabela 4) estas latas têm a mesma capacidade volumétrica, sendo assim permitido levar a mesma quantidade de produto. Esta é uma análise interessante, uma vez que se podem retirar conclusões sobre qual tem menor impacto e até aconselhar o cliente a escolher uma em detrimento da outra com argumentos justificáveis.

Deste modo, retirando a etapa de expedição, que será diferente entre embalagens, o valor total da PC é comparável. Entre as embalagens A1 e A2, J1 e J2 e D1 e D2 há uma ligeira variância entre si devido à etapa de produção e transporte de matéria-prima, isto poderá dever-se a ligeiras diferenças de materiais secundários. Comparando estas embalagens umas com as outras percebe-se que o grande impacto está no peso do produto. As embalagens A pesam cerca de 74.2 g, seguindo-se as J com 75.7 g e por último as D com 78.9 g. Como se observa através da figura 37, a diferença na pegada de carbono deve-se a estas pequenas dissemelhanças que terão impacto na etapa de produção de matéria-prima e transporte, sendo necessário mais material. Tal como no fabrico, isto porque os consumos de energia foram alocados tendo em conta o peso da embalagem, uma vez que apenas só se consegue saber o consumo por linha em vez do detalhe desejado, o consumo por formato.

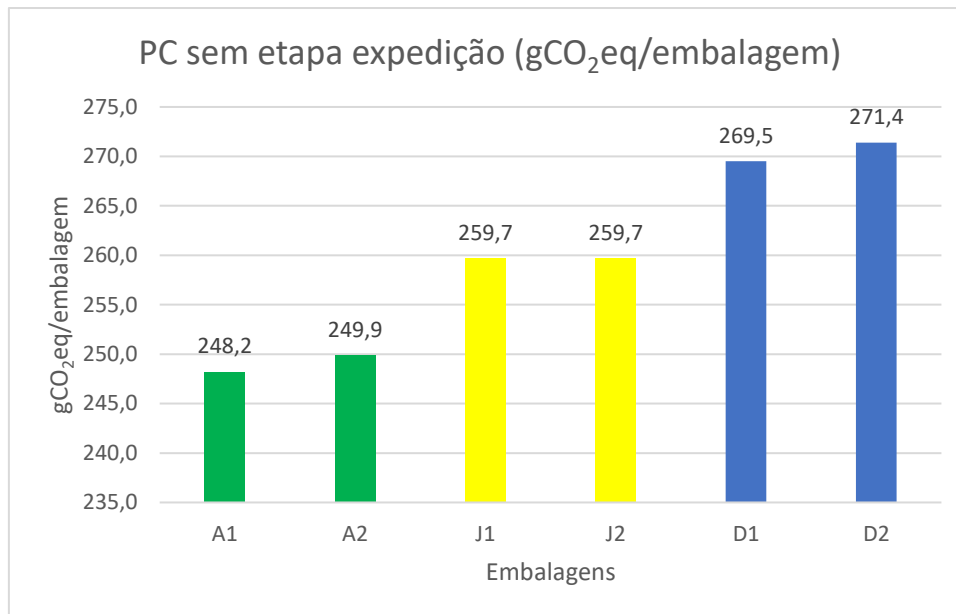


Figura 37 – Pegada de carbono (gCO₂eq/embalagem) comparando embalagens com os mesmos volumes

O mesmo acontece para as embalagens representadas na figura 38.

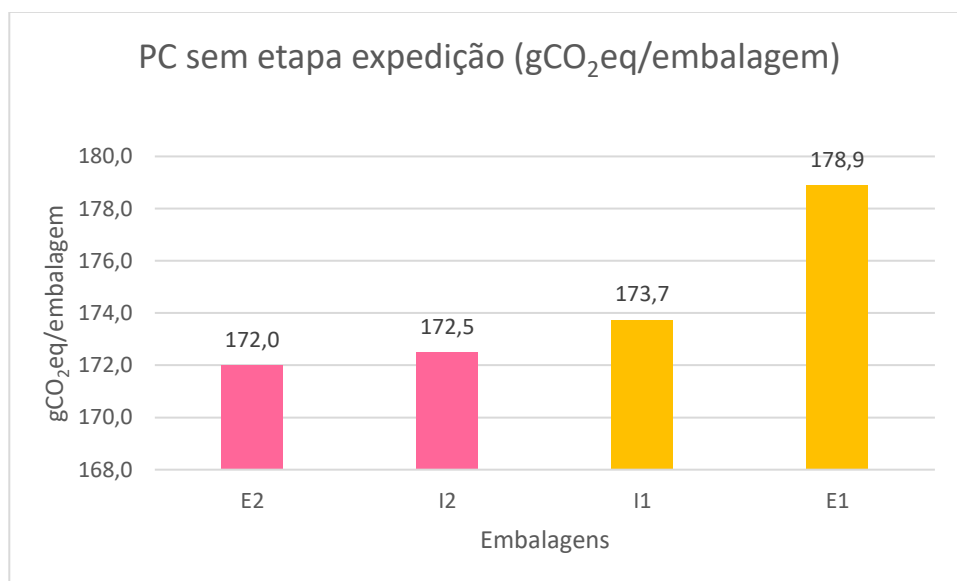


Figura 38 – Pegada de carbono (gCO₂eq/embalagem) comparando embalagens com os mesmos volumes

A lata E2 tem um peso de 47,6 g, I1 e I2 cerca de 48,4 g e por último E1 com 49,3 g. As diferenças de peso entre as embalagens E deve-se à espessura dos componentes, cúpula e fundo, em que já é atualmente realizada uma redução de material.

De forma a corroborar o já antes evidenciado, em virtude da etapa mais contribuidora nas emissões de gases ser claramente a produção da matéria-prima, tentou-se perceber a relação da massa da embalagem com a pegada de carbono. Posto isto, realizou-se uma regressão linear como representada na figura 39.

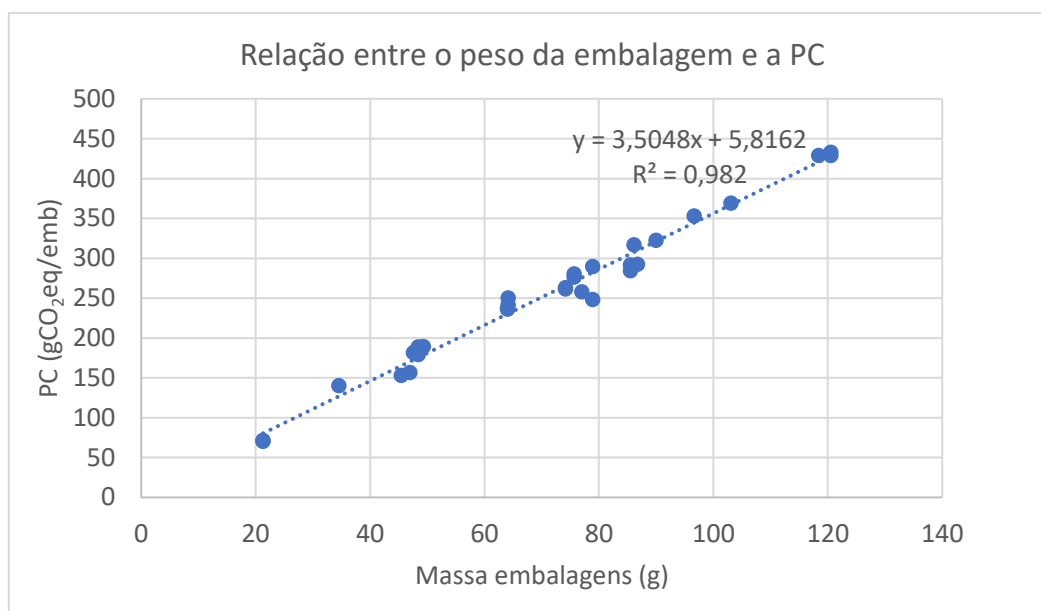


Figura 39 – Relação entre os pesos das embalagens (g) e a pegada de carbono (gCO₂eq/embalagem)

É possível verificar que existe uma correlação direta entre o peso da embalagem e a PC. Desta forma deve-se tentar reduzir a espessura da folha a utilizar, assim como todos os materiais secundários utilizados, optando sempre preferencialmente pela sua reutilização. Aliando estes comportamentos a alternativas energéticas mais limpas, conseguir-se-á reduzir a pegada de carbono dos produtos.

5.2 Indicadores sociais

De forma a perceber de que forma a organização se encontra estruturada, na figura 40 apresenta-se a estrutura organizacional dos diferentes departamentos da Colep Packaging.

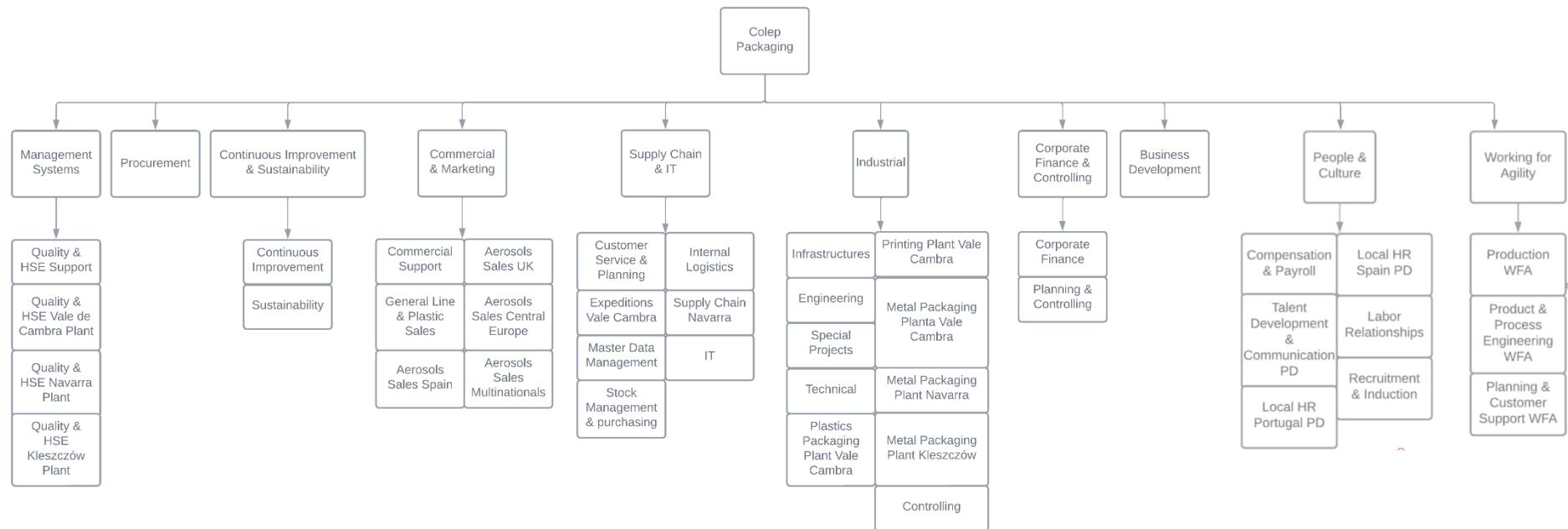


Figura 40 – Estrutura organizacional da Colep Packaging

Em média, em 2021, contribuíram 666 colaboradores na produção de embalagens, sendo 243 do género feminino (36,5 %) e 423 do género masculino (63,5 %). Na figura 41 encontram-se distribuídos percentualmente os colaboradores por géneros diferentes com representatividade na empresa assim como para cargos de administração, gestão e supervisão.

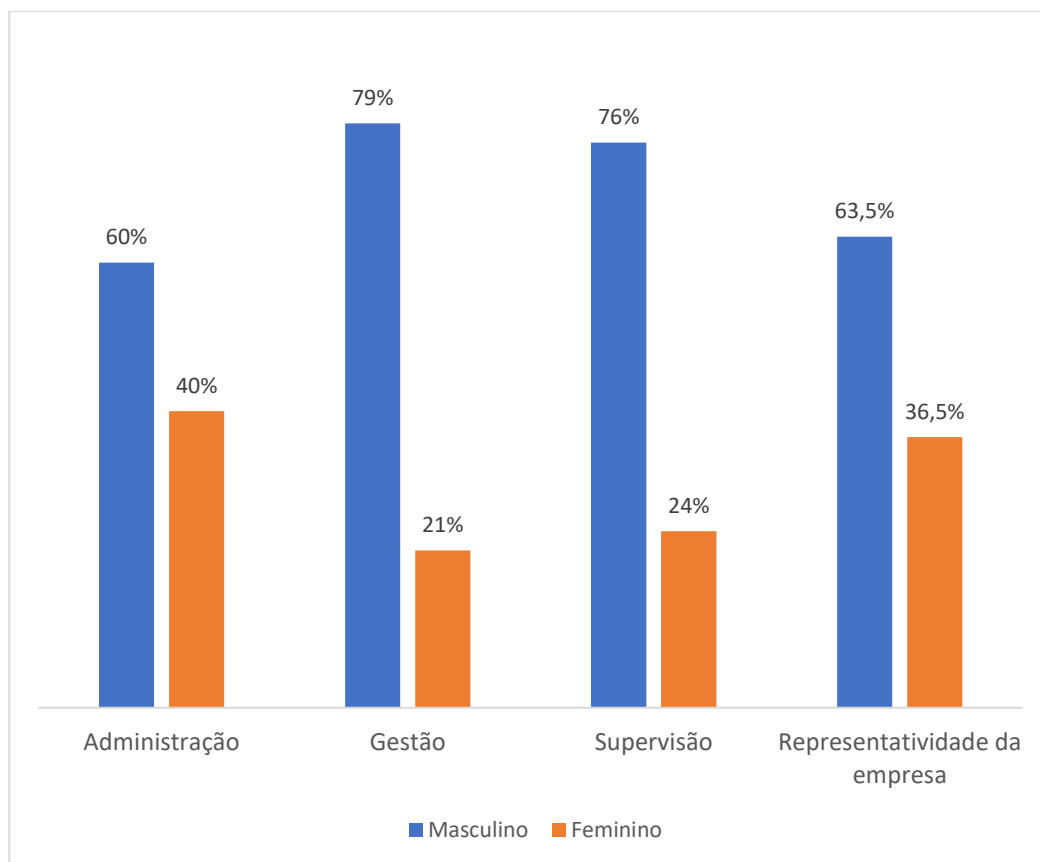


Figura 41 – Distribuição percentual de colaboradores do género feminino e masculino representativos na empresa e por diferentes cargos.

No que toca a cargos de administração, depreende-se que é o setor com distribuição de colaboradores femininos e masculinos mais idêntico à representatividade da empresa. Quanto aos cargos de gestão e supervisão, é onde claramente há mais desigualdade, havendo mais colaboradores do género masculino com esta função. Assim, recomenda-se fomentar e encorajar colaboradores do género feminino para estes cargos, promovendo igualdade de oportunidades, de forma que esta discrepância não seja tão acentuada.

Na figura 42 encontram-se os colaboradores classificados por género e tipo de contrato e na figura 43 quantificados por género e nacionalidade.

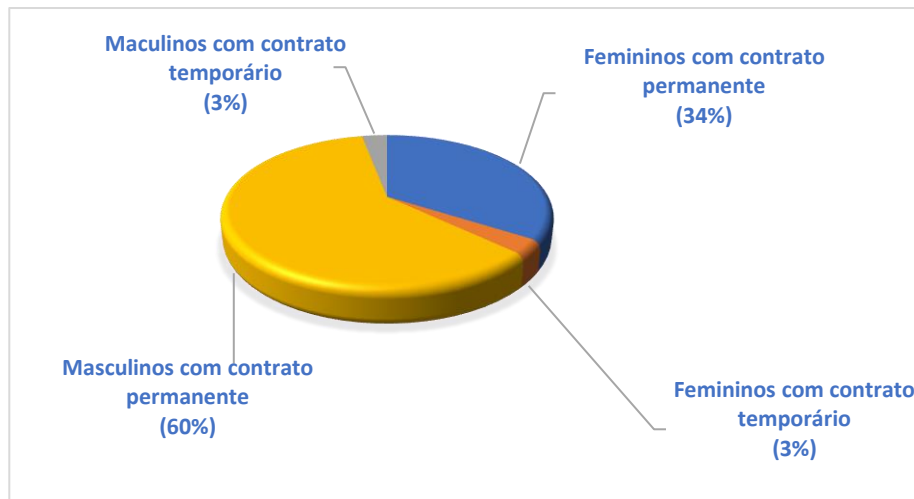


Figura 42 – Distribuição das percentagens de colaboradores por género, por tipo de contrato.

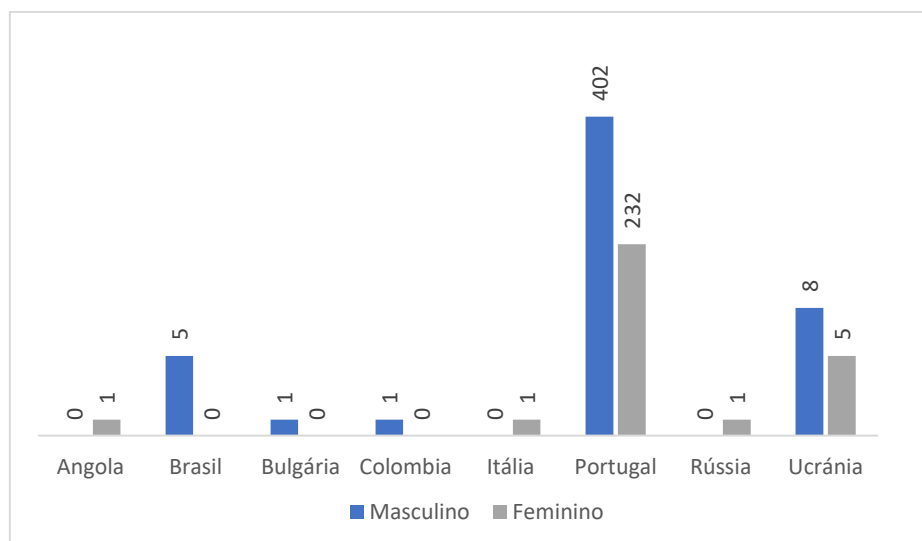


Figura 43 – Distribuição de colaboradores por género e nacionalidade

Apesar de existir alguma discrepância entre o número de colaboradores femininos e masculinos, o mesmo não se observa para o tipo de contrato, uma vez que este é similar para ambos os géneros como se pode observar na figura 42. Através da figura 43 consegue-se perceber que existem colaboradores de diferentes nacionalidades, observando-se a prevalência de colaboradores portugueses como seria de esperar. De notar, que existem mais colaboradores do género masculino (15 pessoas) a trabalhar fora do seu país de origem do que do género feminino (8 pessoas). Isto pode dever-se a questões culturais.

Relativamente à segurança, esta é vista como a primeira prioridade, em todas as circunstâncias, na empresa. Todos os equipamentos de proteção individual são essenciais para manter a segurança de todos, além de todos os procedimentos serem pensados no sentido da execução segura e eficaz do trabalho. Apesar de serem compreendidos, utilizados e cumpridos por vezes existem ainda acidentes que devem ser evitados. Na figura 44 encontram-se representados o número de acidentes ocorridos em 2021 em Portugal.

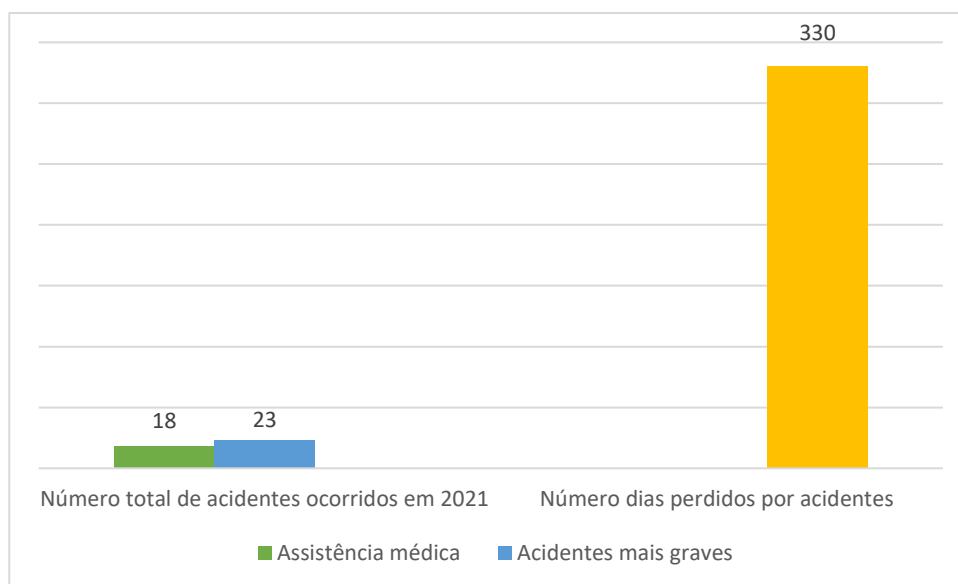


Figura 44 – Número de acidentes ocorridos em 2021 e dias perdidos devido a acidentes

Os acidentes com assistência médica são resolvidos no imediato, não implicando tempo perdido. Os mais graves são acidentes de trabalho que requerem baixa de um ou mais turnos completos e consequentemente resultam em dias perdidos. Em 2021 sucederam-se 41 acidentes de trabalho, dos quais 18 necessitaram de assistência médica e 23 foram mais graves. A repercussão destas eventualidades causou 330 dias perdidos.

Existe a obrigatoriedade dos colaboradores realizarem várias formações de segurança durante todos os meses do ano, de maneira que todos são responsáveis por esta. Todos os colaboradores têm um objetivo relacionado com a segurança indexado à sua performance, este está relacionado com a redução do número de acidentes com perda de tempo de trabalho em 30% em relação a 2021. Desta forma, estes valores deverão ser analisados e comparados para o ano de 2022 e posteriores para perceber se o objetivo é cumprido.

No que diz respeito à formação profissional contínua, dada aos colaboradores, é uma forma destes melhorarem a sua produtividade e aumentarem as suas aptidões profissionais para que possam evoluir na sua carreira profissional. Além de estarem atualizados sobre a sua atividade, adquirem novos conhecimentos que podem ser usados dentro da empresa. A formação contínua é um direito de todos os trabalhadores e a empresa é legalmente obrigada a promover (*Lei n.º 93/2019-DRE*, 2019).

Na tabela 8 encontra-se representado o número total de formações dadas em 2021 bem como o número de formações realizadas sobre sustentabilidade.

Tabela 8 – Número total de formações realizadas em 2021 e número de formações com a temática da sustentabilidade

Formações	Número	Horas	Horas/colaborador
Número total formações dadas 2021	1146	5341.5	8
Tema: sustentabilidade	50	780	1.2

Foram realizadas 1146 formações concebendo um total de 5341.5 horas, o que resulta numa média de 8 horas de formação por colaborador. Estas formações destinaram-se a áreas

técnicas, *soft skills*, segurança, comercial, finanças, direito, sustentabilidade, entre outras. É necessário ter em consideração que estes valores são relativos a um ano atípico, devido à cisão da empresa, os valores considerados são apenas de julho a dezembro de 2021. Além de ter sido num momento de pandemia em que muitas das formações presenciais não se realizaram. É esperado que em 2022 este valor triplique. No que diz respeito às formações realizadas com a temática da sustentabilidade, pode afirmar-se que ainda são pouco significativas (4.36 %) no entanto, uma vez que esta é uma área recente na Colep Packaging existe todo um longo trajeto a percorrer.

5.3 Indicadores económicos

- **Custos com colaboradores**

O salário, valor pago como contraprestação dos serviços prestados pelo colaborador, é um indicador que estabelece o desempenho económico (Leoneti et al., 2016). Na tabela 9 encontra-se indicado a percentagem de crescimento dos salários em 2021 e 2022, dos colaboradores da produção, em relação a 2020 e 2021 respetivamente.

Tabela 9 – Crescimento dos salários dos colaboradores da produção nos anos de 2021 e 2022

Ano	2021	2022
Crescimento do salário médio dos colaboradores (produção)	2.6 %	4.4 %

Os valores absolutos não são indicados por questões de confidencialidade. O salário médio dos colaboradores da produção em 2021 subiu 2.6 % perante 2020. Este ano, 2022, teve novo crescimento de 4.4 % face ao ano anterior. Este aumento percentual acompanhou a subida dos salários mínimos em Portugal, desta forma não se verifica desigualdade a nível salarial nacional.

Os trabalhadores representam uma das maiores parcelas na lista de custos fixos. No entanto, o salário base não é o custo total para a empresa. Esta tem vários encargos que vão desde os custos obrigatórios a custos extras. Relativamente a encargos obrigatórios é necessário pagar à segurança social, seguro de acidentes de trabalho e subsídio de alimentação. Como benefício extra a Colep Packaging oferece um seguro de vida aos colaboradores com mais de 2 anos na empresa e um seguro de saúde. Este total de encargos representa 26 % do salário do colaborador.

Existem ainda algumas políticas de benefício da empresa de forma a captar e a reter os quadros qualificados na fábrica de Vale de Cambra, uma vez que 75 % destes colaboradores residem na área metropolitana do Porto. É um desígnio e uma necessidade estratégica da empresa, uma vez que quer o Porto como Aveiro representam mercados de trabalho dinâmicos e muito concorrenciais e a empresa apresenta uma fraqueza na sua oferta de valor que é a distância relativamente aos mesmos. Estes benefícios estão associados ao transporte até ao local de trabalho que poderão ser empréstimo de viatura da empresa, direito a sistema *car sharing* com subsídio transporte ou autocarro cofinanciado pela empresa.

Infelizmente, não existem transportes públicos viáveis em nenhum destes centros urbanos. Esta situação acarreta, desde logo, um impacto financeiro na esfera dos colaboradores (custos de transporte), que se verifica terem grande relevância quando confrontados com propostas de outras empresas situadas na proximidade do Porto ou Aveiro.

Dependendo do cargo que os colaboradores ocupam poderão usufruir de viatura da empresa. Atualmente existem cerca de 21 colaboradores a usufruir deste privilégio. Sendo que a frota da empresa é constituída por 7 carros a combustão e 14 carros híbridos. Atualmente encontra-se à espera de receber o primeiro veículo 100 % elétrico.

Para os colaboradores que não podem usufruir da vantagem anterior, existe uma política de *car sharing*. Este conceito diz respeito à disponibilização, por parte dos condutores, dos lugares livres no veículo aos seus colegas de trabalho, em troca de uma participação nos custos de deslocação. Esta medida além de tentar captar e reter os quadros médios/superiores, simultaneamente, fomenta a adoção de soluções de transporte mais ecológico, económico e sustentável por parte dos colaboradores. Assim, estima-se que todos os dias se desloquem para Vale de Cambra cerca de 38 colaboradores que ocupam funções altamente qualificadas, que ao partilharem viatura estarão a diminuir o impacto ambiental das referidas deslocações. Por questões de confidencialidade estes valores não são mencionados.

Para todos os restantes colaboradores, é negociado com uma empresa externa de transportes a recolha de passageiros através de autocarros em áreas estratégicas. O valor deste transporte é cofinanciado pela empresa juntamente com uma mensalidade simbólica para o colaborador. Por questões de confidencialidade estes valores não são mencionados.

- **Custos de energia**

Os custos de energia, em 2021, representaram entre 10 % a 20 % dos custos totais da empresa. Devido ao aumento das tarifas, ano após ano, é necessário avaliar a transição para sistemas de energias renováveis de forma a serem mais rentáveis, além de também corresponder a vantagens a níveis ambientais.

- **Custos de formação**

Nem todas as formações realizadas na Colep Packaging são lecionadas por terceiros, isto é, por empresas externas. Muitas delas são dadas por colaboradores experientes. Desta forma, o orçamento estipulado por colaborador para o ano de 2021 encontra-se descrito na tabela 10. De realçar que devido à cisão da empresa em julho de 2021, este apenas contempla as formações realizadas entre julho e dezembro de 2021.

Tabela 10 – Orçamento de 2021 para formações externas em euros por colaborador

	€/colaborador
Orçamento anual de formações externas por colaborador	60.0

O orçamento anual para formações externas por colaborador foi de cerca de 60 €, no entanto estima-se que o mesmo para 2022 seja pelo menos o dobro. Estes valores são indicativos para o ano 2021, não havendo dados de comparação anteriores e posteriores enquanto Colep Packaging. Este conhecimento serve como referência e comparação para estudos posteriores, de forma a perceber-se se o investimento realmente irá ser maior, como se espera.

- **Custos de certificações**

Além das certificações ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, a Colep Packaging tem investido em certificações no âmbito da sustentabilidade. A plataforma de classificação EcoVadis tem como

objetivo avaliar a responsabilidade social das empresas e avaliar a qualidade do seu sistema de gestão quer por meio de políticas, medidas de implementação e resultados (EcoVadis, 2022). É um requisito que alguns clientes exigem, mas para além disso é uma forma de comunicar aquilo que é feito a nível de sustentabilidade pela empresa. O Sedex é também uma plataforma colaborativa para partilha de dados e gestão de desempenho relativamente aos direitos de trabalho, saúde, segurança, meio ambiente e ética empresarial (Sedex - Empowering Responsible Supply Chains, 2022). Esta é gratuita, apesar da obrigatoriedade da realização de auditorias anuais. Outros investimentos feitos pela Colep Packaging ao nível da sustentabilidade são consultorias e o CDP (*Carbon Disclosure Project*). Este último faz a gestão dos impactos ambientais, atribuindo pontuações a cidades e empresas líderes no desempenho ambiental (CDP- Carbon Disclosure Project, 2022). Na tabela 11 está representada a variação do investimento realizado em 2022 face a 2020.

Tabela 11 – Variação investimento realizado em 2022 comparativamente a 2020.

	2020	2022
Investimento em certificações (%)	-	58 %

Os valores absolutos não são indicados por questões de confidencialidade. Comparando o aumento percentual de investimento em certificações em 2022, este é justificado devido à inclusão de plataformas não contempladas em 2020, que poderá ser razão do aumento das preocupações e das exigências dos clientes. Além de algumas destas certificações serem impostas pelo consumidor, também existe o proveito de serem comunicadas de forma clara e sincera.

6. Sugestões de melhoria

O presente trabalho tem também como objetivo sugerir ideias e propostas de melhoria no impacto ambiental da Colep Packaging. Todas as melhorias que se seguem merecem ser discutidas pelas pessoas responsáveis e investigadas sob o ponto de vista ambiental, económico e legal.

- **Instalação de painéis solares**

A instalação de painéis fotovoltaicos é uma tecnologia bastante promissora no que diz respeito à geração de energia pela própria empresa e o seu consumo direto. Estes permitem a conversão da luz solar em energia elétrica por meio de efeito fotovoltaico. Graças à cobertura dos painéis ser de vidro na maioria dos casos, faz com que estes sejam resistentes, permitindo que as células fotovoltaicas não sejam afetadas por alterações de temperatura significativas. Além de que é uma tecnologia atualmente bastante desenvolvida, onde se consegue encontrar soluções esteticamente harmoniosas. Na Colep Packaging esta solução já se encontra a ser estudada há algum tempo, estando numa fase de decisão quanto às propostas do projeto.

As soluções técnicas em estudo são a implementação de painéis na cobertura e no estacionamento (unidade de produção em autoconsumo), como se consegue perceber através da figura 45. A área útil destes dois locais é de 11 600 m², sendo que se considera que a potência total a instalar deverá ser próximo dos 4 MWp. Desta forma, é possível produzir-se cerca de 5450 MWh/ano de energia.



Figura 45 – Solução técnica da implementação de painéis fotovoltaicos na cobertura e no estacionamento da Colep Packaging.

Com esta solução conseguir-se-ia evitar 33 900 toneladas de CO₂ em 25 anos, o que faz uma média de 1 356 000 kgCO₂/ano. Para a instalação e funcionamento da central fotovoltaica em autoconsumo, será necessário realizar um investimento pela Colep Packaging de mais de 3 milhões de euros. Todos estes dados fazem parte de projetos que estão a ser pensados, não sendo ainda valores definitivos para futura implementação.

Na figura 46 encontra-se o balanço anual de energia que permite perceber exatamente quais são os consumos.

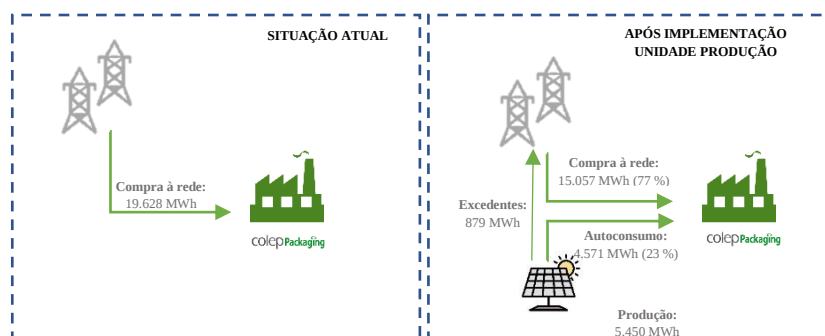


Figura 46 – Balanço anual da energia total na situação atual e após implementação de uma unidade de produção para autoconsumo.

Ao implementar uma importante medida de eficiência energética, a Colep Packaging tornar-se-á um produtor e consumidor de energia renovável, diminuindo a sua pegada ecológica.

- **Armazenamento de águas da chuva**

As instalações da fábrica possuem grande área de cobertura, na impossibilidade de se colocar painéis solares em determinadas zonas devido ao peso suportado, poderá recorrer-se à instalação de um mecanismo de recolhas de águas pluviais. A água ficaria acumulada num tanque e seria utilizada quando necessária. Esta poderá ser utilizada para a refrigeração nas máquinas de impressão UV da litografia, assim como nas descargas das águas sanitárias. Toda esta sugestão exige uma avaliação técnica e económica para ser estudada a sua viabilidade.

- **Produção de biogás através de caldeira alimentada a biomassa**

A biomassa, como resíduos de podas de árvores, *pellets* entre outros, é cada vez mais uma alternativa para produzir energia. Atualmente também o preço do gás é um problema, que poderá vir a ser agravado, desta forma poderá pensar-se em adquirir uma caldeira de biomassa para substituir/complementar compra de gás à rede. Outra sugestão passa por estudar a viabilidade de utilizar resíduos provenientes da empresa, como é o exemplo das paletes sem condições de serem reutilizadas (figura 47).

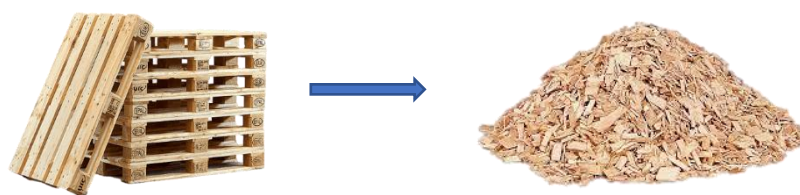


Figura 47 – Transformação de paletes em madeira triturada para ser utilizada como biomassa.

Ao alimentar o sistema com estes recursos, não só é promovido um destino a estes materiais, valorizando-os, que muitas das vezes envolvem custos de recolha por empresas externas, como também se está a criar algo com valor acrescentado dando mote à economia circular. No entanto é necessário identificar a viabilidade do projeto, de forma a compreender qual será a quantidade necessária a alimentar para se obter um rendimento pretendido.

- **Substituição do carvão utilizado nas siderurgias por hidrogénio**

A produção das matérias-primas, em particular da folha de flandres, é das etapas que mais contribui para o impacto ambiental. Ao utilizar-se mais sucata, ou seja, aço reciclado está-se a fazer circular o material várias vezes ao invés de se extrair material virgem.

É inerente ao processo que o material regresse sempre à siderurgia para que seja derretido para uma nova utilização. No entanto, este processo convencional utilizado nas siderurgias requer de altos-fornos a altas temperaturas necessárias para derreter o ferro em grandes quantidades. O aquecimento é realizado com carvão ou coque, de forma que o oxigénio seja removido do ferro, o que consequentemente liberta grandes quantidades de CO₂.

A ideia é substituir este processo gradualmente, utilizando hidrogénio ao invés de carvão, produzindo-se água. No entanto, para se obter hidrogénio é necessária energia e a única maneira deste ser obtido, de forma limpa, é através da eletrólise da água utilizando energia renovável. O maior problema cerne na oferta da quantidade necessária de energia renovável. Comparativamente ao que atualmente é produzida, esta oferta de energia “verde” teria de ser duplicada a nível mundial (Hutson, 2021).

Apesar da escala do hidrogénio verde e o seu custo serem problemas atuais, países como a Suécia planeiam alcançar zero emissões até 2045. De início, o produto final terá um custo acrescido de cerca de 20 % a 30 % comparativamente ao processo tradicional (Bluemint Steel-Thyssenkrupp Steel, 2022). É de esperar que à medida que as fontes de energia renováveis e os processos de eletrólise se tornam mais eficientes, este custo também reduza.

- **Implementação do Sistema MES (*Manufacturing Execution System*)**

É muito importante a utilização de um sistema MES que permitirá saber exatamente a quantidade gasta de eletricidade, água e gás utilizados no momento. Neste trabalho foram realizadas algumas estimativas por não ser possível saber ao detalhe o consumo da linha, por falta de dados mais exatos e concretos. Desta forma, e para se ser mais preciso em trabalhos futuros, é necessário recorrer a alternativas digitais de fácil acesso.

- **Realização de inventário**

Com dados mais precisos e atualizados através do sistema MES deverá ter-se em conta a importância em realizar inventários com as entradas e saídas necessárias para a produção de cada produto, quer a nível de matéria-prima como energia e outros recursos. Com a digitalização destes dados seria muito mais fácil e rápida a conclusão de estudos idênticos a este e ainda verificar se existe alguma anormalidade no uso de materiais.

- **Melhorar o transporte da matéria-prima e expedição**

A Colep Packaging não possui transportes próprios, todas as entregas e recolhas são realizadas por empresas externas. No entanto, a etapa do transporte é incorporada no processo e é da responsabilidade da empresa. O incentivo de uma política de transportes mais sustentável irá permitir reduzir parte das emissões associadas ao âmbito 3. O uso de frotas automóveis Euro 6, ao invés de Euro 5, irá permitir reduzir os óxidos de azoto de 2,0 g/kWh para 0,4 g/kWh e as partículas finas de 0,02 g/kWh para 0,01 g/kWh (*Comparativo Pesados Euro 5 e Euro 6 - Regulamentos - Europa Camiões*, 2022). Outra melhoria seria utilizar maiores percentagens de biodiesel na frota automóvel, resultando em reduções das emissões de gases com efeito estufa.

- **Devolver ao fornecedor as embalagens, cartões, paletes que acompanham os materiais**

Algumas embalagens que acompanham os materiais como vernizes, tintas e borrachas, contribuem para a criação de resíduos, após o produto ser consumido. Muitas vezes a única função é o acondicionamento correto aquando do transporte, como é exemplo das paletes e do cartão. Se existisse vontade e ficasse estipulado no contrato a obrigatoriedade do cliente devolver estes produtos numa próxima entrega, para reduzir os gastos associados a esta recolha, decerto que se iriam reutilizar.

7. Conclusões

As empresas são pressionadas cada vez mais sob o ponto de vista da sustentabilidade, quer pelos clientes, que se preocupam com o impacto ambiental dos produtos, quer pelos requisitos legais e financeiros cada vez mais exigentes ou ainda pela concorrência, já que muitas das vezes utilizam o desempenho ambiental como uma vantagem competitiva. Além disso, os próprios acionistas estão cada vez mais consciencializados para o tema.

A análise do ciclo de vida é uma metodologia cada vez mais importante, no entanto ainda complexa. O facto de ser multidimensional e muito abrangente na determinação de impactos ambientais, faz desta um instrumento de gestão ambiental que engloba o ciclo de vida do produto completo.

Tendo em conta os resultados obtidos apresentam-se de seguida as conclusões relativas à pegada de carbono, bem como, uma análise a indicadores sociais e económicos inerentes à produção de embalagens metálicas na Colep Packaging.

A pegada de carbono, para a embalagem A1, obtida com a ferramenta ACV foi de 261.7 gCO₂eq/embalagem e sem recurso a ferramenta foi de 198.1 gCO₂eq/embalagem. Verificou-se que a etapa com maior impacto, em ambas as análises, foi a produção de matéria-prima e transporte, correspondendo a 86 % da pegada de carbono total. Seguindo-se a etapa de fabricação, representando 9.7 % e 12.1 % da PC total com ferramenta de análise e sem ferramenta respetivamente. A etapa de expedição foi a menos significativa, conferindo 4 % da PC total com ferramenta e 2 % da PC total sem ferramenta. Por fim, a etapa de fim de vida da embalagem foi a que menos contribuiu, assumindo um valor negativo, o que permitiu uma redução do valor total em cerca de 30 % e 38 % (com ferramenta e sem recurso a ela).

Quanto à análise das emissões de CO₂ dividindo-as por âmbitos, concluiu-se que o âmbito 2 e 3, relativos às emissões indiretas, foram os que mais contribuíram para a pegada de carbono. Destacando-se dentro do âmbito 3, uma vez mais a produção da matéria-prima, etapa responsável pela maioria das emissões de gases. Encontrou-se uma relação direta entre a massa da embalagem e a pegada de carbono, corroborando o já antes evidenciado, em virtude da etapa mais contribuidora nas emissões de gases ser claramente a produção da matéria-prima. Desta forma deverá tentar reduzir-se a espessura da folha de flandres bem como todos os materiais de embalamento secundário.

As embalagens foram avaliadas quanto ao seu impacto ambiental utilizando apenas a ferramenta de avaliação, com o propósito de serem comparadas e da análise ficar registada, em base de dados, para uma possível comparação futura. Para além de ter sido, também, elaborado um manual interno de utilização da ferramenta, com algumas normas e diretrizes a seguir, de forma a serem seguidos os mesmos critérios na introdução de dados nas várias fábricas da empresa.

Considerando os aspetos sociais fez-se a caracterização da Colep Packaging S.A identificando a organização e a estrutura governamental da empresa. Considera-se que não existiu discriminação de género em 2021, pois os tipos de contratos oferecidos são similares para ambos os géneros.

Nos indicadores económicos observou-se que houve um crescimento do salário médio dos colaboradores da produção, tendo sido este aumento de 2.6 % e 4.4 % para 2021 e 2022

comparando com os anos de 2020 e 2021 respetivamente. Os custos de certificação foram maiores em 2021 quando comparados com 2020, uma vez que se investiu em novas plataformas na área da sustentabilidade.

Não foi possível concluir e relacionar o número de formações realizadas com os acidentes ocorridos, assim como a evolução dos custos de energia, uma vez que os valores são indicativos para o ano de 2021, não havendo dados anteriores e posteriores para comparação, devido à cisão da empresa. No entanto, este levantamento serve como referência e confronto para estudos posteriores.

Os resultados favoráveis deste estudo dependem em grande parte dos processos utilizados e da forma em que estes poderão ser menos poluentes e resultarem em menos resíduos. No futuro, a redução da pegada de carbono, deverá passar pela redução dos materiais bem como implementar fontes de energia renováveis, para duplamente reduzir o impacto ambiental e impacto económico. Ao realizar este trabalho, foi possível adquirir um grande conhecimento sobre este conceito, algo que é de extrema importância e cada vez mais utilizado, visto que a emissão de poluentes para a atmosfera é um problema atual e a sua estabilização da concentração é um dos principais objetivos da ONU (ONU, 2015). Esta metodologia vem combater esta problemática, ao possibilitar a identificação de oportunidades de melhoria e futura implementação de medidas de redução que assegurem o desenvolvimento sustentável.

Assim sendo, é possível concluir que com este estudo foi possibilitado ter um maior conhecimento das embalagens avaliadas no que diz respeito ao seu impacto ambiental, social e económico. Foi também possível aumentar a competência da Colep Packaging no manuseio e utilização da ferramenta de análise de ciclo de vida, tendo, neste momento, capacidade de saber quais os impactos das suas embalagens, podendo no futuro implementar medidas de melhoria.

Como limitações na concretização deste trabalho indicam-se a demora e a dificuldade na recolha de alguns dados, já que esta informação é inerente a diversos departamentos da empresa e envolve várias pessoas. No que diz respeito aos fatores de emissão, estes estão muito limitados à informação existente na base de dados, muita das vezes com um nome de difícil compreensão. Esta fraqueza interfere nos resultados apresentados, ainda assim apenas irá haver solução quando os produtores passarem a emitir declarações certificadas de emissões próprias.

A utilização da ferramenta ACV está condicionada a metodologias, pressupostos, e a dados relacionados que não são conhecidos, uma vez que as linhas orientadoras estão definidas. O processo de inventário e avaliação de ciclo de vida é inacessível, pelo que não são compreensíveis as relações entre as entradas e os impactos nas categorias. Os cálculos são realizados de forma automática, não existindo acesso detalhado. Esta pode provocar algumas incertezas ao longo das fases quando comparando com uma análise sem recurso à ferramenta. No entanto, esta ferramenta foi idealizada para a indústria das embalagens metálicas por isso está bastante adaptada e consegue transmitir uma ideia da ordem de grandeza dos valores dos impactos que a produção de uma embalagem tem.

Como sugestão de trabalho futuro, era importante perceber qual seria o impacto das embalagens com o aumento da percentagem de reciclagem incorporada. Desta forma, em vez de ocorrer uma repetida extração de recursos e posterior criação de resíduo, os ciclos de produção e consumo autoalimentavam-se seguindo o princípio da economia circular, evitando-se desperdício e fechando-se o ciclo durante o maior tempo possível.

Considera-se de igual forma relevante realizar análises semelhantes a esta às restantes embalagens da empresa, de modo que se possa estabelecer comparações entre elas. Além disso, é essencial haver uma atualização dos resultados obtidos aquando mais informações detalhadas de entradas e saídas. Seria interessante toda esta informação reunida ser colocada em base dados SAP, por exemplo, para que pudesse ser consultada por todos os colaboradores. No futuro esta biblioteca de dados podia servir como comparação e perceção da evolução e redução dos impactos que se espera que aconteça.

O sistema de uma embalagem retornável ou reutilizável carece de ser estudado para perceber se realmente é viável. Uma embalagem para obedecer a este critério, certamente terá de ser mais resistente a vários ciclos de retorno. É necessária uma logística reversa, isto é, depois da embalagem estar nas mãos do consumidor final, esta tem de regressar à Colep Packaging para possivelmente ser litografada de novo, e serem realizados testes de fuga para verificar se é garantida a estanqueidade. Tudo isto implica gastos ao nível do transporte, energia e possivelmente de água, dado que a embalagem poderá ter que ser lavada para futuramente ser cheia com o mesmo ou um diferente produto. Poderá também acontecer que este sistema funcione apenas para embalagens de clientes mais próximos, no entanto é uma hipótese que terá de ser contemplada de forma a perceber os seus benefícios.

Sugere-se também como trabalho futuro o estudo de outros impactos ambientais, tais como, pegada hídrica, acidificação, eutrofização, depleção da camada estratosférica do ozono, entre outras.

Por último, recomenda-se avaliar nos próximos anos todos os impactos sociais e económicos constantes neste trabalho, com o objetivo de comparar e perceber a evolução dos mesmos.

Referências bibliográficas

- Amorim, D. (2013). *Pegada de Carbono de uma Empresa Produtora de Eletricidade de Fontes Renováveis*.
- APCER - *Pegada de Carbono*. (n.d.). Retrieved January 9, 2022, from <https://www.apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/174/pegada-de-carbono>
- APEAL. (2012). *APEAL-The Association of European Producers of Steel for Packaging- Life Cycle Assessment on Tinplate*.
- APEAL. (2022). <https://www.apeal.org/news2/does-a-high-of-recycled-content-means-a-product-is-eco-friendly/>
- Bluemint Steel- thyssenkrupp Steel. (2022). <https://www.thyssenkrupp-steel.com/en/products/bluemint/bluemint.html>
- Broadbent, C. (2016). Steel's recyclability: demonstrating the benefits of recycling steel to achieve a circular economy. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(11), 1658–1665. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1081-1>
- CDP- *Carbon Disclosure Project*. (n.d.). Retrieved June 4, 2022, from <https://www.cdp.net/en>
- Comparativo pesados Euro 5 e Euro 6 - Regulamentos - Europa Camiões. (2022). <https://www.europa-camioes.com/news-pesados/a43407/comparativo-pesados-euro-5-euro-6>
- EcoVadis. (n.d.). Retrieved June 4, 2022, from <https://ecovadis.com/pt/>
- European Commission-Eurostat. (2022). *Indicadores de emprego e inclusão social - Eurostat*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/employment-and-social-inclusion-indicators/employment-guidlines/indicators>
- FIRA. (2011). *Benchmarking Carbon Footprints of Furniture Products*. Furniture Industrial Research Association. www.fira.co.uk
- Future Earth and Global Footprint Network. (2022). <https://www.footprintnetwork.org/>
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aladaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *Manual de avaliação da pegada hídrica*.
- Home - Colep Packaging. (n.d.). Retrieved December 31, 2021, from <https://colep-pk.com/>
- Hutson, M. (2021, September 18). *The Promise of Carbon-Neutral Steel*. The New Yorker. <https://www.newyorker.com/news/annals-of-a-warming-planet/the-promise-of-carbon-neutral-steel>
- ISO 14040 (2008). *Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e enquadramento*. International Organization for Standardization
- Lei n.º 93/2019-DRE. (2019). <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/93-2019-124417106>

- Leoneti, A., Nirazawa, A., & Oliveira, S. (2016). Proposta de índice de sustentabilidade como instrumento de autoavaliação para micro e pequenas empresas (MPEs). *REGE - Revista de Gestão*, 23(4), 349–361. <https://doi.org/10.1016/j.rege.2016.09.003>
- Lima, R. (2019). *Sustentabilidade Empresarial: um estudo em uma empresa produtoras de embalagens plásticas na Paraíba*.
- Marques, I. (2015). *Estratégias do design para a sustentabilidade da embalagem*.
- Meio Ambiente - APEAL. (2022). <https://www.apeal.org/environmental/>
- ONU. (2015). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development united nations United Nations transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*.
- Otto, S., Strenger, M., Maier-Nöth, A., & Schmid, M. (2021). Food packaging and sustainability – Consumer perception vs. correlated scientific facts: A review. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126733. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126733>
- Pauer, M. E. (2021). *Sustainability Assessment of Packaging: A Holistic Approach Including Life Cycle Assessment, Circularity Assessment and Consideration of the Packaged Product*.
- Recycling rate of packaging waste by type of packaging- Eurostat. (2022). https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm020/default/table?lang=en
- Rodriguez, S. I., Roman, M. S., Sturhahn, S. C., & Terry, E. H. (2002). *Sustainability Assessment and Reporting for the University of Michigan's Ann Arbor Campus*.
- Sedex - Empowering Responsible Supply Chains. (n.d.). Retrieved June 4, 2022, from <https://www.sedex.com/>
- Steel for packaging. (2022). <https://www.steelforpackaging.org/steel-for-packaging-recycling-and-resource-saving/steel-for-packaging-thinner-and-lighter-steels/>
- Sustentabilidade - APEAL. (2022). <https://www.apeal.org/sustainability/>
- Vasconcelos, S., Torres Coelho, R., & Osswald, P. (2017). *Avaliação do Ciclo de Vida de uma Garrafa de Vidro e sua Integração no Processo de Tomada de Decisão*.
- Vaz Ribeiro, A., & Miguel Fonseca Sofia Santos, L. (n.d.). *Economia verde e economia circular: desafios e oportunidades*.
- WRI/WBCSD. (n.d.). Protocolo de Gases com Efeito de Estufa: Normas Corporativas de Transparência e Contabilização. WRI/WBCSD. Retrieved February 1, 2022, from http://wbcsdserver.org/wbcsdpublications/cd_files/datas/business-solutions/ghg/pdf/PT-GHG%20Protocol-A%20CorpReporting+AccountingStandard.pdf

Anexo A – Dados de produção

Tabela A.1 – Dados de consumo de folha de flandres, de produção de embalagens para aerossóis e linha geral assim como para a embalagem em estudo-A1.

Consumo de folha de flandres na litografia (2021)	Produção embalagens para aerossóis (2021)	Produção embalagens linha geral (2021)	Total Aerossóis + linha geral (2021)	Produção de embalagens A1 (2021)	Peso de 1000 unidades embalagem A1
43 085 578 kg	23 133 194 kg	8 964 964 kg	32 098 158 kg	909 243 Unidades	74.161 kg

Anexo B – Cálculos de energia, água e sucata

- Alocações eletricidade:**

$$\text{Litografia (kWh/1000 embalagens)} = \frac{\text{Consumo quadro geral litografia (kW)}}{\text{Consumo folha de flandres (kg)}} \times 80.68 \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow \frac{28\,255\,278}{43\,085\,578} \times 80.68 = 52.9 \text{ kWh/1000 embalagens}$$

$$\text{Escritórios (kWh/1000 embalagens)} = \frac{\text{Consumo quadro (kW)}}{\text{Embalagens produzidas (kg)}} \times 74.161 \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow \frac{218215}{32\,098\,158} \times 74.161 = 0.504 \text{ kWh/1000 embalagens}$$

Para os diferentes setores procedeu-se de modo equivalente ao cálculo do escritório. Na tabela B.1 encontram-se os valores representados.

Tabela B.1 – Valores das alocações à energia realizadas para os diferentes setores.

	kWh/1000 embalagens
Compressores	9.28
Luz exterior	0.0705
Depósito água	0.0919
Torres de refrigeração	0.415
Iluminação; carregamento de baterias dos empilhadores; aquecedores elétricos	0.0768

- Exemplo cálculo do consumo de eletricidade da linha 68:**

$$\text{Consumo (kWh)} = \text{Potência linha (kW)} \times N^{\circ} \text{ horas operação linha (h)}$$

$$\leftrightarrow 6.3 \times 3495 = 22018.5 \text{ Kwh}$$

A linha 68 produziu 490666 kg embalagens, e o peso de 1000 embalagens A1 é de 74.161 kg desta forma:

$$\leftrightarrow \frac{\text{Consumo(kWh)}}{\text{Embalagens produzidas na linha (kg)}} \leftrightarrow \frac{22018.5}{490666} = 0.0448 \text{ kWh/kg} \times 74.161 \text{ kg}$$

$$= 3.33 \text{ kWh/1000 embalagens}$$

Todos os restantes cálculos para as linhas de estampagem e montagem foram feitos de igual modo. Na tabela B.2 encontram-se representados os valores.

Tabela B.2 – Valores do consumo de eletricidade nas diferentes linhas de estampagem e montagem

Consumo eletricidade estampagem e montagem	kWh/1000 embalagens
Linha 68	3.33
Linha 90	8.73
Linha 17	7.24
Total	19.3

- **Exemplo cálculo consumo gás natural litografia:**

$$\begin{aligned} \text{Consumo (Kwh)} &= \frac{\text{Consumo gás (kWh)}}{\text{Consumo folha flandres (kg)}} \times 80.68 \leftrightarrow \frac{20\,257\,50}{43\,085\,578} \times 80.68 \\ &= 3.79 \text{ Kwh/1000 embalagens} = 13.64 \text{ MJ/1000 embalagens} \end{aligned}$$

- **Exemplo cálculo consumo de água na etapa de litografia:**

$$\begin{aligned} \text{Consumo água (m}^3\text{/1000 embalagens)} &= \frac{\text{Consumo municipal (m}^3\text{)}}{\text{Consumo folha flandres (kg)}} \times 80.68 \\ &\leftrightarrow \frac{2776.9}{43\,085\,578} \times 80.68 = 5.19 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{/1000 embalagens} \end{aligned}$$

- **Exemplo cálculo consumo de água na etapa de estampagem e montagem:**

$$\begin{aligned} \text{Consumo água (m}^3\text{/1000 embalagens)} &= \frac{\text{Consumo municipal (m}^3\text{)}}{\text{Embalagens produzidas (kg)}} \times 74.161 \\ &\leftrightarrow \frac{3248.5}{32\,098\,158} \times 74.161 = 7.51 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{/1000 embalagens} \end{aligned}$$

- **Exemplo cálculo quantidade descargas efluentes água na etapa de litografia:**

$$\begin{aligned} \text{Descarga água (m}^3\text{/1000 embalagens)} &= \frac{\text{Descarga municipal (m}^3\text{)}}{\text{Consumo folha flandres (kg)}} \times 80.68 \\ &\leftrightarrow \frac{1416.3}{43\,085\,578} \times 80.68 = 2.65 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{/1000 embalagens} \end{aligned}$$

- **Exemplo cálculo quantidade descargas água na etapa de litografia:**

$$\begin{aligned} \text{Descarga água (m}^3\text{/1000 embalagens)} &= \frac{\text{Descarga municipal (m}^3\text{)}}{\text{Embalagens produzidas (kg)}} \times 74.161 \\ &\Leftrightarrow \frac{1647.7}{32\,098\,158} \times 74.161 = 3.81 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{/1000 embalagens} \end{aligned}$$

- **Exemplo de cálculo sucata:**

$$\begin{aligned} \text{Sucata linha 17} &= \frac{\text{Sucata linha (kg)}}{\text{Produção embalagens linha 17 (kg)}} \times 74.161 \\ &\Leftrightarrow \frac{405\,380}{1\,890\,307} \times 74.161 = 15.9 \text{ kg/1000 embalagens} \end{aligned}$$

Todos os restantes cálculos da quantidade de sucata produzida para as linhas de estampagem e montagem foram feitos de igual modo. Na tabela B.3 encontram-se representados os respetivos valores.

Tabela B.3 – Valores da produção de sucata nas diferentes linhas de estampagem e montagem

Produção de sucata	kg sucata/ 1000 embalagens
Linha 17	15.9
Linha 68	0.163
Linha 90	0.00335
Total	16.1

Anexo C – Cálculos para obtenção de resultados

Tabela C.1 – Exemplo de cálculo das quantidades de gases emitidos pela produção de folha de flandres

Tipo produto	Quantidade (kg/1000 embalagens)	Quantidade gases efeito estufa emitidos (kgCO ₂ eq/1000 embalagens)
Folha de flandres	80.68	187.9

- **Exemplo de cálculo da pegada de carbono de um produto tendo a quantidade e o fator de emissão por unidade funcional (1000 embalagens):**

$$\begin{aligned} \text{Quantidade GEE emitidos} &= \text{quantidade por UF} \times \text{Fator de emissão} \\ &\Leftrightarrow 80.68 \times 2.33 = 187.9 \text{ kgCO}_2\text{eq/1000 embalagens} \end{aligned}$$

- **Exemplo de cálculo da pegada de carbono do transporte tendo a quantidade a transportar e o fator de emissão por unidade funcional (1000 embalagens):**

Tabela C.2 – Exemplo de cálculo das quantidades de gases emitidos pelo transporte embalagens

Tipo	Transporte	Quantidade (ton)	Distância (km)	Quantidade gases efeito estufa emitidos (kgCO ₂ eq/1000 embalagens)
Expedição embalagem	Camião 32 ton	7.42E-2	933	6.15

Quantidade GEE emitidos = quantidade × distância × fator de emissão

$$\leftrightarrow 0.074161 \times 933 \times 0.0889 = 6.15 \text{ kgCO}_2\text{eq}/1000 \text{ embalagens}$$

- **Exemplo de cálculo da pegada de carbono do fim de vida da embalagem final tendo as taxas de descarte e o fator de emissão por unidade funcional (1000 embalagens):**

Tabela C.3 – Exemplo de cálculo das quantidades de gases emitidos pelo fim de vida da embalagem se esta for reciclada.

Destino embalagem	Taxa de descarte (%)
Reciclagem	78.9
Incineração	11.7
Aterro	9.40

$$\text{Quantidade GEE emitidos}_{\text{reciclagem}} = \text{peso embalagem} \times \text{taxa de descarte} \times FE \leftrightarrow 74.161 \times 0.789 \times (-0.970) = -56.8 \text{ kgCO}_2\text{eq}/1000 \text{ embalagens}$$

Anexo D – Informação anexa relativa ao estudo de embalagens através da ferramenta ACV

Nas tabelas seguintes encontram-se todos os valores introduzidos na ferramenta ACV de forma a se obter a pegada de carbono.

Na tabela D.1 apresentam-se os valores dos pesos das embalagens bem como de todos os materiais utilizados e ainda os consumos da fábrica.

Tabela D.1 – Dados dos pesos embalagens estudadas através da ferramenta com respetivos consumos energia, gás e quantidades de materiais utilizados

Embalagem	Peso embalagem (g)	Consumo eletricidade kWh/kg embalagem	Consumo gás kWh/kg emb	Vernizes (g/1000 embalagens)	Borracha (g/1000 unid)	Filme plástico (g)	Cartão (g)
A1	74.16	1.06	0.047	1452.2	137.36	800.3	3139.8
A2	74.16	1.06	0.047	839.59	137.36	800.3	3139.8
B1	64.15	1.24	0.096	698.54	125.12	800.0	3082.8
B2	64.15	1.24	0.096	1279.7	125.12	912.7	2851.4
C1	120.6	1.01	0.087	1333.9	157.76	399.8	2433.1
C2	120.6	1.01	0.087	1929.3	157.76	816.4	2903.7
D1	78.89	1.01	0.087	961.50	157.76	899.6	3635.0
D2	78.89	1.01	0.087	1107.9	157.76	799.7	3655.8
E1	49.33	1.24	0.096	684.22	125.12	801.1	3899.4
E2	47.58	1.24	0.096	987.58	125.12	903.7	3256.6
F1	64.03	1.01	0.087	531.95	157.76	799.6	5021.8
F2	64.03	1.01	0.087	941.06	157.76	801.6	5101.1
G1	103.1	1.01	0.087	1086.9	157.76	800.2	2715.5
G2	118.4	1.01	0.087	2205.3	157.76	810.0	5692.8
H1	86.76	1.01	0.087	442.93	157.76	900.4	2189.1
H2	89.97	1.01	0.087	1549.5	157.76	800.2	3217.0
I1	48.39	1.17	0.183	904.92	102.00	901.0	2610.9
I2	48.39	1.17	0.183	119.29	102.00	798.2	3657.2
J1	75.67	1.24	0.096	1014.3	125.12	800.9	2716.7
J2	75.67	1.24	0.096	839.22	125.12	800.9	2716.7
Tampo A	2.500	0.814	0.047	232.18	0.00	900.9	2004.2
Tampo B1	1.500	0.847	0.047	79.430	0.00	1446	494.00
Tampo B2	1.500	0.847	0.047	246.34	0.00	907.7	494.00
Tampo C1	2.500	0.808	0.047	359.58	0.00	800.3	482.90
Tampo C2	2.500	0.808	0.047	1174.0	0.00	800.3	482.00
Lata cilíndrica A	1.460	0.826	0.047	308.62	0.00	899.6	7495.7
Lata cilíndrica B	2.000	0.843	0.047	376.92	0.00	900.2	6082.4
Lata cilíndrica C	1.500	0.847	0.047	141.03	60.889	898.5	5022.7
Lata retangular A	1.500	0.876	0.104	369.57	145.20	896.0	4307.8
Lata retangular B	1.500	0.871	0.168	623.10	271.40	899.6	3250.6

Na tabela D.2 apresentam-se todos os países de expedição de cada embalagem estudada, assim como as distâncias percorridas consoante o tipo de transporte.

Tabela D.2- Países de expedição das diferentes embalagens, quilómetros percorridos por camião e por navio.

Embalagem	País expedição	Camião (km)	Navio (km)
A1	Espanha	933	-
A2	Espanha	933	-
B1	Espanha	933	-
B2	EUA	207.1	6193
C1	Espanha	933	-
C2	Espanha	899	-
D1	Reino Unido	146.1	1767
D2	Espanha	1128	-
E1	Espanha	1157	-
E2	Espanha	1149	-
F1	Espanha	933	-
F2	Espanha	933	-
G1	Espanha	899	-
G2	Espanha	1068	-
H1	Portugal	0.001	-
H2	Espanha	933	-
I1	EUA	207.1	6193
I2	Espanha	899	-
J1	Espanha	888	-
J2	Espanha	570	-
Tampo A	Portugal	88.4	-
Tampo B1	Espanha	745	-
Tampo B2	Portugal	42.4	-
Tampo C1	Portugal	322	-
Tampo C2	Reino Unido	292.1	1767
Lata cilíndrica A	Portugal	88.4	-
Lata cilíndrica B	Portugal	88.4	-
Lata cilíndrica C	Portugal	268	-
Lata retangular A	Portugal	212	-
Lata retangular B	Portugal	212	-

Anexo E – Manual da ferramenta ACV

O conteúdo deste anexo foi retirado desta versão por questões de confidencialidade.