



Melhoria dos processos e recursos de uma indústria corticeira com base na sustentabilidade

ROBERTO CARLOS DA CUNHA CORREIA

julho de 2022



Melhoria dos processos e recursos de uma indústria corticeira com base na sustentabilidade

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Química, ramo opcional Tecnologias de Proteção Ambiental

Roberto Carlos da Cunha Correia

Junho de 2022

Orientadora da J.A. Beira:

Engenheira Isabel Ferreira

Orientadora do ISEP:

Engenheira Florinda Martins

Agradecimentos

A realização desta dissertação não seria possível sem o apoio, ajuda, compreensão e amizade de algumas pessoas que me acompanharam durante este período.

Primeiramente, agradecer aos meus orientadores, Engenheira Isabel Ferreira e Engenheira Florinda Martins, por todo o apoio, orientação atenta, amizade e disponibilidade demonstrada.

Uma palavra de apreço à J.A. Beira, pela confiança ao incluir-me na sua equipa.

A todos os colaboradores da J.A. Beira, que me receberam de uma forma muito acolhedora, permitindo uma rápida integração e demonstrando total disponibilidade na ajuda das minhas atividades.

Aos meus amigos, pela amizade, pelos momentos de felicidade e de descontração proporcionados durante este período.

À minha família, pela paciência, união, afeto, incentivo e acompanhamento ao longo desta fase da minha vida.

Aos meus pais, pela oportunidade, compreensão, amizade, carinho, apoio e esforço demonstrado ao longo deste meu percurso académico. A eles lhes dedico esta dissertação.

Sumário

O caminho para a sustentabilidade é de grande importância para todas as empresas, e a J.A. Beira está sensibilizada para esta temática, procurando, de uma forma contínua, tornar o seu processo produtivo cada vez mais sustentável.

Com a finalidade de tornar a J.A. Beira mais sustentável do ponto de vista ambiental, foi proposto como principal objetivo desta dissertação, analisar todas etapas do processo produtivo da empresa, de forma a procurar medidas possíveis de melhoria, de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Foram abordados e aprofundados, durante a realização deste trabalho, diversos tópicos como: Sustentabilidade, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a sua importância no setor empresarial e conceitos, como Avaliação do Ciclo de Vida e Economia Circular. Para este propósito, foi também aprofundado o setor da indústria corticeira e a sua importância, bem como todo o processo produtivo da J.A. Beira.

Este estudo teve em vista procurar medidas de melhoria focadas no desempenho ambiental, reduzindo o seu impacto. Como tal, foram, primeiramente, discutidas quais os ODS mais relevantes para a empresa. Ficou estipulado que os ODS 6, 7, 9, 12 e 13 seriam o foco estudo para as medidas propostas.

Como ferramenta para melhor compreender o consumo de matérias-primas e de energias, foi realizado um inventário de fluxos de materiais e energia relativos a 2021, considerando o Ciclo de Vida do produto. Este inventário foi dividido em três processos/etapas: Fabricação/Acabamento, Transporte e Fim de Vida das rolhas produzidas pela J.A. Beira.

Por fim, foram propostas várias medidas de melhoria no processo produtivo da J.A. Beira, com foco na minimização do consumo de água, de desperdício de matérias-primas, de gás natural, e energia, bem como no melhoramento dos transportes da empresa. Perante as medidas propostas, foi analisado a mais-valia destas medidas do ponto de vista da sustentabilidade na vertente ambiental, ao relacionar cada uma destas medidas com os ODS. Posto isto, juntamente com a empresa, foi analisado e definido qual destas melhorias seriam viáveis de implementar num futuro próximo.

Palavras-passe: Sustentabilidade, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Economia circular, Avaliação do Ciclo de Vida, Indústria Corticeira, Rolhas de Cortiça.

Abstract

The path to sustainability is of great importance for all companies, and J.A. Beira is aware of this theme, seeking, in a continuous way, to make its production process increasingly sustainable.

In order to make J.A. Beira more environmentally sustainable, it was proposed as the main objective of this dissertation, to analyze all stages of the company's production process, in order to seek possible measures of improvement, according to the Sustainable Development Goals. Several topics such as: Sustainability, Sustainable Development Goals and their importance in the business sector and concepts such as Life Cycle Assessment and Circular Economy were addressed during this work. For this purpose, the sector of the cork industry and its importance, as well as the entire production process of J.A. Beira, was also deepened.

This study aimed to seek improvement measures focused on environmental performance, reducing its impact. As such, first was discussed which SDGs were most relevant to the company. It was stipulated that SDGs 6, 7, 9, 12 and 13 would be the focus study for the proposed measures.

As a tool to better understand the consumption of raw materials and energies, an inventory of material and energy flows for 2021 was carried out, considering Product Life Cycle. This inventory was divided into three processes/stages: Manufacturing/Finishing, Transportation and End of Life of stoppers produced by J.A. Beira.

Finally, several measures were proposed to improve the production process of J.A. Beira, focusing on minimizing water consumption, waste of raw materials, natural gas, and energy, as well as improving the company's transportation. In view of the proposed measures, the added value of these measures from the point of view of sustainability's environmental pillar was analyzed by linking each of these measures with the SDGs. That said, together with the company, it was analyzed and defined which of these improvements would be feasible to implement in the near future.

Keywords: Sustainability, Sustainable Development Goals, Circular Economy, Life Cycle Assessment, Cork Industry, Cork Stoppers.

Índice geral

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO.....	1
1.2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	1
1.3. TEMA E OBJETIVOS DO ESTÁGIO	1
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	2
2. SUSTENTABILIDADE	3
2.1. PILARES DA SUSTENTABILIDADE	3
2.1.1. <i>Dimensão Ambiental</i>	5
2.1.2. <i>Dimensão Económica</i>	5
2.1.3. <i>Dimensão Social</i>	6
2.2. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	7
2.2.1. <i>Importância dos ODS no setor empresarial</i>	13
2.3. CONCEITOS ASSOCIADOS À SUSTENTABILIDADE.....	17
2.3.1. <i>Avaliação do Ciclo de Vida</i>	17
2.3.2. <i>Economia Circular</i>	19
3. INDÚSTRIA CORTICEIRA.....	23
3.1. CORTIÇA.....	23
3.2. IMPORTÂNCIA DO SETOR CORTICEIRO	24
3.3. PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA CORTIÇA EM ROLHAS NATURAIS.....	30
3.4. TIPOS DE ROLHAS	32
3.4.1. <i>Rolhas Naturais</i>	32
3.4.2. <i>Rolhas Aglomeradas</i>	33
3.4.3. <i>Rolhas Capsuladas</i>	33
4. A EMPRESA J.A. BEIRA E OS ODS.....	35
4.1. PROCESSO PRODUTIVO DA J.A. BEIRA	35
4.2. RELEVÂNCIA DOS ODS PARA A J.A. BEIRA	41

4.3.	INVENTÁRIO DE ENTRADAS E SAÍDAS DE MATERIAIS DESDE A CHEGADA DE ROLHAS/GRANULADO ATÉ AO FINAL DE VIDA	43
4.3.1.	<i>Fabricação/Acabamento</i>	45
4.3.2.	<i>Transporte</i>	48
4.3.3.	<i>Final de vida</i>	49
5.	MEDIDAS DE OTIMIZAÇÃO PARA ATINGIR OS ODS	51
5.1.	MINIMIZAR O CONSUMO DE ÁGUA.....	51
5.1.1.	<i>Consumo de água da J.A. Beira</i>	51
5.1.2.	<i>Otimização do consumo de água na lavação</i>	52
5.2.	MINIMIZAR O DESPERDÍCIO DE MATÉRIAS-PRIMAS	52
5.2.1.	<i>Implementação de um sistema de registo de materiais</i>	52
5.2.2.	<i>Diminuir o consumo de reagentes utilizados na Lavagem</i>	53
5.2.3.	<i>Reutilização de rolhas excluídas</i>	54
5.3.	MINIMIZAR O CONSUMO ENERGÉTICO.....	54
5.3.1.	<i>Consumo energético da J.A. Beira</i>	54
5.3.2.	<i>Instalação de contadores nos setores</i>	55
5.3.3.	<i>Plano de implementação de painéis fotovoltaicos</i>	55
5.4.	MINIMIZAR O CONSUMO DE GÁS NATURAL	58
5.4.1.	<i>Substituição do gerador de ar quente da estufa</i>	58
5.4.2.	<i>Substituição da marcadeira a fogo</i>	60
5.5.	MELHORAMENTO DOS MEIOS DE TRANSPORTE DA J.A BEIRA	62
5.6.	RELAÇÃO ENTRE AS MEDIDAS ESTUDADAS COM OS ODS	63
5.7.	VIABILIDADE DAS MEDIDAS PROPOSTAS DE MELHORIA	65
6.	CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	69
	BIBLIOGRAFIA	73
	ANEXOS	79
	ANEXO A- DADOS E CÁLCULOS NECESSÁRIOS PARA REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO NA FABRICAÇÃO/ACABAMENTO	79
	<i>Anexo A.1- Rolhas produzidas em cada etapa</i>	79
	<i>Anexo A.2- Consumo energético em cada etapa</i>	79
	<i>Anexo A.3- Dados relativos à extrusão</i>	82

<i>Anexo A.4- Dados relativos à lavação</i>	84
<i>Anexo A.5- Emissão indireta de gases associado ao consumo energético</i>	86
<i>Anexo A.6- Emissão de gases poluentes associados à combustão de gás natural.</i>	86
ANEXO B- DADOS E CÁLCULOS NECESSÁRIOS PARA REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO NO TRANSPORTE.....	87
<i>Anexo B.1- Consumo de combustível</i>	87
<i>Anexo B.2- Emissão de gases associados à queima do combustível.....</i>	88
ANEXO C- DADOS E CÁLCULOS NECESSÁRIOS PARA REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO NO FINAL DE VIDA	89
<i>Anexo C.1- Caracterização do comportamento das rolhas no final de vida</i>	89
<i>Anexo C.2- Emissão de gases associado à deposição e incineração de resíduos .</i>	90
ANEXO D- EXEMPLOS DE CÁLCULO.....	91

Índice de figuras

FIGURA 2.1- RELAÇÃO ENTRE OS TRÊS PILARES DA SUSTENTABILIDADE NUMA ESTRUTURA CIRCULAR.	4
FIGURA 2.2- RELAÇÃO ENTRES AS TRÊS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE NUMA ESTRUTURA DE PILARES.	4
FIGURA 2.3- OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.	8
FIGURA 2.4- RELAÇÃO DAS ODS COM OS PILARES DA SUSTENTABILIDADE.....	13
FIGURA 2.5- RELEVÂNCIA DOS ODS PARA AS EMPRESAS.	16
FIGURA 2.6- ESQUEMATIZAÇÃO DAS ETAPAS METODOLÓGICAS DA ACV DESCRITO DA NORMA NP EN ISO 14040: 2008.	19
FIGURA 2.7- ESQUEMA REPRESENTATIVO DA ECONOMIA CIRCULAR.....	21
FIGURA 3.1- PRINCIPAIS CONSTITUINTES QUÍMICOS DA CORTIÇA E O RESPECTIVO VALOR.	24
FIGURA 3.2- ÁREA, EM MILHARES DE HECTARES, DE MONTADO DE SOBRO EM DIFERENTES PAÍSES EM 2020	24
FIGURA 3.3- DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE MONTADO DE SOBREIRO NAS DIFERENTES REGIÕES DE PORTUGAL EM 2020.	25
FIGURA 3.4- PRINCIPAIS PAÍSES DE DESTINO DOS PRODUTOS DE CORTIÇA EXPORTADOS POR PORTUGAL, COM AS RESPECTIVAS COTAS EM VALOR E QUANTIDADE.	27
FIGURA 3.5- DESTINO DOS PRODUTOS DE CORTIÇA EM PORTUGAL.	29
FIGURA 3.6- EXPORTAÇÕES DE PRODUTOS DERIVADOS DE CORTIÇA DE PORTUGAL EM 2020, EM MILHÕES DE EUROS E EM MILHARES DE TONELADAS.	29
FIGURA 3.7- EXPORTAÇÕES DE CADA TIPO DE ROLHA, EM MILHÕES DE EUROS, DE PORTUGAL PARA OS PRINCIPAIS PAÍSES DE DESTINO, EM 2020.....	30
FIGURA 4.1- ESQUEMATIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CADA ROLHA PRODUZIDA PELA J.A. BEIRA.	35
FIGURA 4.2- PROCESSO DE EXTRUSÃO.	36
FIGURA 4.3- PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO.	36
FIGURA 4.4- PROCESSO DA LAVAÇÃO.	37
FIGURA 4.5- PROCESSO DA COLMATAGEM.....	38
FIGURA 4.6- PROCESSO DO MELHORAMENTO.	38
FIGURA 4.7- PROCESSO DA MARCAÇÃO.	39

FIGURA 4.8- PROCESSO DA ESCOLHA AUTOMÁTICA.....	39
FIGURA 4.9- PROCESSO DA PARAFINAÇÃO.....	39
FIGURA 4.10- PROCESSO DA COLAGEM.....	40
FIGURA 4.11- PROCESSO DO EMBALAMENTO.....	40
FIGURA 4.12- PLANTA DAS INSTALAÇÕES DA J.A. BEIRA (NÃO SE ENCONTRA À ESCALA).	41
FIGURA 4.13- IMPORTÂNCIA E EXEQUIBILIDADE DOS ODS PARA A J.A. BEIRA.....	42
FIGURA 4.14- ENTRADAS E SAÍDAS DE MATERIAIS E ENERGIA DO SISTEMA EM ANÁLISE POR SUBPROCESSO, DESDE A RECEÇÃO DAS ROLHAS/GRANULADO ATÉ AO FIM DE VIDA DAS ROLHAS PRODUZIDAS.....	44
FIGURA 5.1- CONSUMO DE ÁGUA (M ³) DO FURO E DA REDE EM CADA MÊS DO ANO 2021.	51
FIGURA 5.2- CONSUMO ENERGÉTICO (TEP) DA J.A. BEIRA EM 2021.....	54
FIGURA 5.3- ORIGEM DA ENERGIA FORNECIDA À J.A. BEIRA EM 2021.....	55
FIGURA 5.4- PRODUÇÃO DE ENERGIA PELO SISTEMA FV E A ENERGIA AUTOCONSUMIDA AO LONGO DOS MESES, SEGUNDO OS DADOS DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE 2020..	56
FIGURA 5.5- ESQUEMA GERAL DA ZONA DE INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NA FÁBRICA DA J.A. BEIRA.....	58
FIGURA 5.6- GERADOR DE AR QUENTE UTILIZADO NA J.A. BEIRA.....	59
FIGURA 5.7- GERADOR DE AR QUENTE BIO MANN.....	60
FIGURA 5.8- MARCADEIRA A LASER PTL C MARK CORKTOPS 2.....	61
FIGURA C.1- DESTINO FINAL DOS RSU EM PORTUGAL NO ANO DE 2020.....	89

Índice de tabelas

TABELA 3.1- PRODUÇÃO ANUAL MÉDIA DE CORTIÇA, EM TONELADAS, POR PAÍS E O RESPECTIVO PERCENTAGEM, EM 2020.....	26
TABELA 3.2- PRINCIPAIS PAÍSES CONSUMIDORES E VINHO E A RESPECTIVA COTA DE CONSUMO MUNDIAL (%)......	28
TABELA 4.1- FLUXOS DE ENTRADA E SAÍDA DE TODO O PROCESSO PRODUTIVO DA J.A. BEIRA POR UF, NO ANO DE 2021.	45
TABELA 4.2- RESÍDUOS PRODUZIDOS AO LONGO DO PROCESSO PRODUTIVO, EM 2021. ...	47
TABELA 4.3- FLUXOS DE ENTRADA E SAÍDA DO PROCESSO DE TRANSPORTE DE PRODUTO ACABADO E DE VIAGENS DE NEGÓCIO POR UF, EM 2021.....	49
TABELA 4.4- FLUXOS DE ENTRADA E SAÍDA DO PROCESSO DE FIM DE VIDA POR UF, EM 2021.....	50
TABELA 5.2- CONSUMO ATUAL E MÍNIMO (L/UF) DOS REAGENTES UTILIZADOS NA LAVAÇÃO E A POSSÍVEL POUPANÇA TOTAL EM 2021.....	53
TABELA 5.3- COMPONENTES QUE FAZEM PARTE DO CAMPO FOTOVOLTAICO PROJETADO PARA A J.A. BEIRA.....	57
TABELA 5.4- DIFERENTES MODELOS DO GERADOR DE AR QUENTE BIO MANN E AS RESPECTIVAS ESPECIFICAÇÕES.....	60
TABELA 5.5- ALGUNS VEÍCULOS ELÉTRICOS DISPONÍVEIS NO MERCADO, INDICANDO O RESPECTIVO PREÇO E AUTONOMIA.....	62
TABELA 5.6- RELAÇÃO DOS ODS, INDICADORES E A VIABILIDADE PARA CADA UMA DAS MEDIDAS PROPOSTA.....	66
TABELA A.1- ROLHAS PRODUZIDAS NA J.A. BEIRA AO LONGO DOS MESES DE 2021, EM CADA ETAPA.....	79
TABELA A. 2- CONSUMO ENERGÉTICO DA J.A. BEIRA POR MÊS, EM CADA ETAPA, EM 2021.....	80
TABELA A.3- DADOS RELATIVOS AOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NAS RESPECTIVAS ETAPAS, COMO POTÊNCIA DO EQUIPAMENTO, NÚMERO DE MÁQUINAS, HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO/Nº DE UTILIZAÇÕES E TAXA DE UTILIZAÇÃO.....	81

TABELA A.4- QUANTIDADE DE GRANULADO PROCESSADO NA EXTRUSÃO, EM CADA MÊS, E O RESPETIVO NUMERO DE ROLHAS PRODUZIDAS.	83
TABELA A.5- RELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE GRANULADO E A QUANTIDADE DOS ADITIVOS.	83
TABELA A.6- NÚMEROS DE LAVAÇÕES PARA CADA TIPO DE PROGRAMA, EM CADA MÊS DE 2021.	84
TABELA A.7- QUANTIDADE DE REAGENTE QUE É UTILIZADO EM CADA PROGRAMA	85
TABELA A.8- CONSUMO DE CADA UM DOS REAGENTES E O RESPETIVO NÚMERO DE ROLHAS PROCESSADAS NA LAVAÇÃO, EM CADA MÊS DE 2021	85
TABELA A.9- FATORES DE EMISSÃO PARA CADA POLUENTE.	86
TABELA A. 10- FATORES DE EMISSÃO REFERENTES À COMBUSTÃO DE GÁS NATURAL.	87
TABELA B. 1- CONSUMO DE GASÓLEO E GASOLINA DA J.A. BEIRA EM 2021.	87
TABELA B.2- FATORES DE EMISSÕES PARA CADA POLUENTE ASSOCIADAS À QUEIMA DO GASÓLEO E GASOLINA.....	88
TABELA C. 1- FATORES DE EMISSÃO DA DEPOSIÇÃO E INCENERAÇÃO DE RSU.....	90

Nomenclatura

Lista de Abreviaturas

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
CIPR	Código Internacional das Práticas Rolheiras
FV	Fotovoltaico
GEE	Gases com Efeito de Estufa
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
UF	Unidade Funcional (=1000 rolhas)

Lista de compostos químicos

$C_6H_8O_7 \cdot H_2O$	Ácido cítrico monohidratado
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
COVNM	Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos
COV's	Compostos Orgânicos Voláteis
H ₂ O	Água
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogénio
N ₂ O	Óxido de Diazoto
NaOH	Hidróxido de sódio
NH ₃	Amoníaco
NO _x	Óxidos de Azoto
PM	Partículas em suspensão
SO ₂	Dióxido de Enxofre

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A presente dissertação está incluída no plano de estudos do Mestrado em Engenharia Química, no ramo de Tecnologias de Proteção Ambiental, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Este trabalho foi realizado na empresa J.A. Beira (Rua Cadavão 823, 4405-799 Vila Nova de Gaia), decorrendo no laboratório de controlo de qualidade e em todas as áreas de produção da empresa.

1.2. Apresentação da Empresa

A J.A. Beira, localizada em Vila Nova de Gaia, é uma empresa que se dedica à produção, acabamento e comercialização de rolhas de cortiça naturais e técnicas, nas áreas dos capsulados e rolhas de embutir.

Desde 1979, destacou-se como um dos principais fornecedores para produtores e engarrafadores de Vinhos Tranquilos e Gaseificados, Vinho do Porto, Whiskies, Cognacs, Licores e Aguardentes.

Atualmente a empresa mantém uma importante quota de mercado, tendo em atenção as necessidades e satisfação dos clientes, bem como uma proximidade dos mesmos, no sentido de identificar oportunidades de melhoria e acompanhar a evolução dos mercados.

Certificada pela NP EN ISO 9001, NP EN ISO 14001, Código Internacional das Práticas Rolheiras (CIPR) e *BRCGS Packaging*, tem apresentado evolução positiva, mantendo paralelamente uma atividade social, junto de áreas e projetos solidários (J.A. Beira, 2022).

1.3. Tema e objetivos do Estágio

O principal objetivo deste trabalho é analisar todas etapas do processo produtivo da empresa de forma a otimizá-lo de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Para tal foi, primeiramente, realizado um inventário de fluxos de materiais e energia, e assim, procurar propor várias medidas para melhorar o desempenho

do processo com base na sustentabilidade, para depois discuti-los tendo referência os ODS e avaliar a viabilidade para a empresa.

1.4. Organização do relatório

Esta tese divide-se em seis capítulos.

No presente capítulo (capítulo 1) encontra-se o enquadramento, apresentação da empresa, tema e principais objetivos do estágio e a organização do relatório.

No capítulo 2 é abordado a sustentabilidade e os seus pilares. Aliado à sustentabilidade é referido cada um dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, relacionando-os com os três pilares da sustentabilidade e a sua importância para as empresas. Para além disto apresentou-se alguns conceitos associados à sustentabilidade como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e Economia Circular.

No capítulo 3 é evidenciado a indústria corticeira e a importância deste setor, referindo as principais características e propriedades da cortiça. É explicado o processo de transformação da cortiça em rolhas naturais, referindo os tipos de rolhas estudados.

No capítulo 4 começa-se por explicar todo o processo produtivo da J.A Beira e a relevância das ODS para a mesma. De seguida, realizou-se o inventário dos fluxos de materiais e energia desde a receção das rolhas/granulado até ao fim de vida das rolhas produzidas, incluído o transporte, de forma a avaliar o impacto da empresa.

No capítulo 5 são indicadas as medidas para atingir os ODS, abordando-se temas como o consumo de água, de energia, de gás natural e de matérias-primas, bem como o melhoramento dos transportes da empresa. De seguida, relacionou-se cada uma das medidas propostas com os ODS, discutindo a sua viabilidade para a empresa.

Finalmente, no capítulo 6 são apresentadas as principais conclusões do trabalho e algumas propostas para trabalhos futuros.

2. Sustentabilidade

O planeta enfrenta vários problemas ambientais, consequência da ação do ser humano, que colocam não só a saúde do planeta como também a do Homem em risco. Para contrariar estas adversidades é necessário atuar de modo a promover um desenvolvimento sustentável.

A sustentabilidade pode definir-se como a capacidade de satisfazer as necessidades atuais, sem comprometer a capacidade de satisfazer as necessidades das gerações futuras. Este conceito está associado ao internacionalismo, à justiça social, ao conservacionismo, entre outros movimentos. É de reforçar que, no final do século XX, estas ideias culminaram no chamado Desenvolvimento Sustentável (BCSD Portugal, 2022).

Em 1983, as Nações Unidas convidaram a ex-primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland para dirigir a nova Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento. Depois de quatro anos de trabalho, a denominada “Comissão Brundtland” divulgou o seu relatório final, “*Our Common Future*”, que veio alertar sobre as consequências ambientais negativas do desenvolvimento económico e da globalização, e oferecer soluções para os problemas decorrentes da industrialização e do crescimento populacional (BCSD Portugal, 2022).

2.1. Pilares da Sustentabilidade

Para se atingir o desenvolvimento sustentável é necessário considerar aspetos económicos, sociais e ambientais, sendo estes, as três dimensões fundamentais. Estas três dimensões são denominadas como os pilares da sustentabilidade, onde se requer consideração no capital natural, humano e económico (planeta, pessoas e lucros) de forma a ocorrer um desenvolvimento responsável (Hansmann, et al., 2012).

O conceito de "três pilares" é fundamental para muitas empresas, instituições e agências governamentais de hoje, incluindo a Organização das Nações Unidas (ONU) e a Agência de Proteção Ambiental dos EUA. Apesar da sua aplicação generalizada, os três pilares não têm uma origem clara. Em vez disso, pensa-se que os três pilares da sustentabilidade se formaram gradualmente através de críticas económicas, ambientais e

sociais na literatura académica primitiva. Só na década de 1980 é que os três pilares da sustentabilidade se tornaram parte da cultura “*mainstream*” (Purvis, et al., 2019).

A relação entre estes três pilares é normalmente apresentada na forma de três círculos que se cruzam entre sociedade, meio ambiente e economia, com a sustentabilidade a ser a interceção entre os três círculos (Purvis, et al., 2019). Na Figura 2.1 e na Figura 2.2 está apresentado a relação entre os três pilares da sustentabilidade de duas estruturas diferentes.

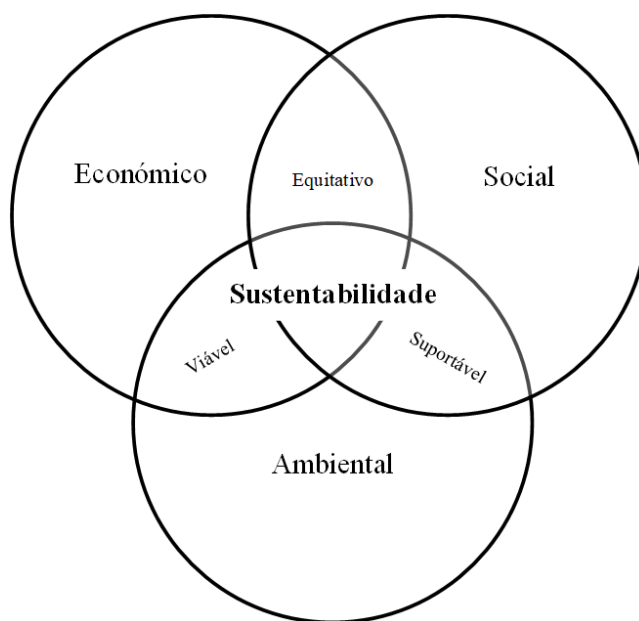


Figura 2.1- Relação entre os três pilares da sustentabilidade numa estrutura circular (Adaptado de (Clune, et al., 2018)).

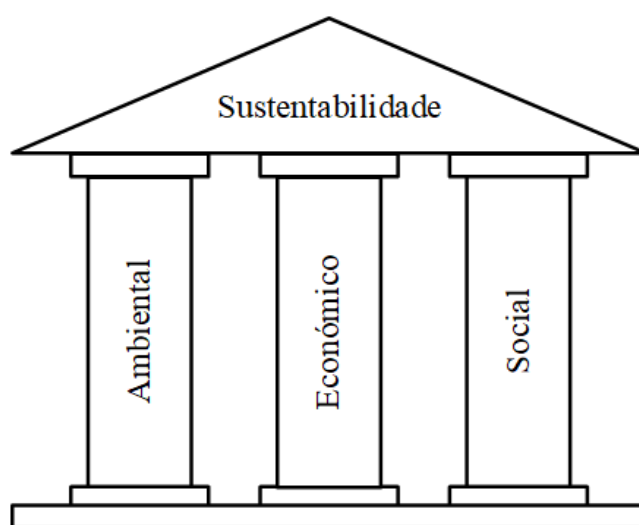


Figura 2.2- Relação entre as três dimensões da sustentabilidade numa estrutura de pilares (Adaptado de (Clune, et al., 2018)).

2.1.1. Dimensão Ambiental

O pilar ambiental recebe muitas vezes a maior atenção. A sustentabilidade ambiental centra-se no bem-estar do ambiente. Este pilar inclui a qualidade da água, a qualidade do ar e a redução dos aspetos ambientais, como as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE). A saúde humana depende muito da qualidade do ambiente, ligando de forma indissociável a saúde humana e o estado do ambiente. Por conseguinte, os esforços para preservar e restaurar o ambiente também beneficiam as pessoas (Vandyck, et al., 2018).

O ambiente também fornece recursos naturais necessários para fomentar o pilar económico da sustentabilidade. As empresas confiam na extração de recursos naturais para serem economicamente viáveis (Krausmann, et al., 2018). Os esforços para extrair recursos a níveis sustentáveis para o ambiente proporcionarão também sustentabilidade para o pilar económico através da continuação da disponibilidade de recursos.

Um dos desafios com o pilar ambiental é que o impacto de uma empresa muitas vezes não é totalmente dispendioso, o que significa que há externalidades que não se refletem nos preços dos consumidores. Os custos globais das águas residuais, do dióxido de carbono, da recuperação dos terrenos e dos resíduos em geral não são fáceis de calcular e principalmente de atribuir, uma vez que as empresas nem sempre estão a par dos resíduos que produzem. É aqui que entra o *benchmarking* para tentar quantificar essas externalidades, de modo que os progressos na sua redução possam ser rastreados e comunicados de forma significativa (Beattie, 2021).

2.1.2. Dimensão Económica

O pilar económico da sustentabilidade é onde a maioria das empresas se sente firme. Para ser sustentável, um negócio tem de ser rentável. Dito isto, o lucro não pode superar os outros dois pilares. Com efeito, o lucro a qualquer custo não é de todo o que trata o pilar económico. As atividades que se enquadram no pilar económico incluem o cumprimento, a governação adequada e a gestão dos riscos (Beattie, 2021).

A sustentabilidade relacionada com o pilar económico inclui a criação de emprego, a rentabilidade e a contabilização adequada dos serviços de ecossistema para análises ótimas de custos-benefícios (Bouwma, et al., 2018). No que diz respeito ao mercado de trabalho, a investigação mostra que as elevadas taxas de emprego beneficiam

tanto a economia como o bem-estar social das pessoas através do emprego de segurança de recursos (Gray, et al., 2014).

No entanto, a economia *Gig* de hoje coloca os pilares social e económica da sustentabilidade em desacordo entre si. A economia *Gig* faz com que muitas pessoas contribuam para a sustentabilidade do pilar económico das empresas sem receber as redes de segurança social normalmente fornecidas pelo emprego em troca (Malik, et al., 2021).

Os esforços para ser mais sustentável no pilar ambiental também podem beneficiar o pilar económico de uma organização. Por exemplo, a reciclagem de materiais valiosos, como resíduos eletrónicos e resíduos têxteis, pode reduzir os custos de exploração e reduzir a intensidade da extração de recursos necessária para sustentar as empresas (Xavier, et al., 2021) (Nunes, et al., 2018).

É a inclusão do pilar económico e do lucro que permite que as empresas implementem estratégias de sustentabilidade. O pilar económico fornece um contrapeso a medidas extremas que as empresas são por vezes pressionadas a adotar, tais como o abandono de combustíveis fósseis ou fertilizantes químicos instantaneamente em vez de fasear as mudanças.

2.1.3. Dimensão Social

Uma empresa sustentável deve ter o apoio e aprovação dos seus colaboradores, partes interessadas e da comunidade em que opera. As abordagens para assegurar e manter este apoio são várias, mas resume-se a tratar os colaboradores de forma justa e a ser um bom vizinho e membro da comunidade, tanto a nível local como global.

A sustentabilidade no pilar social inclui a justiça ambiental, a saúde humana, a segurança dos recursos e a educação, entre outros elementos sociais importantes da sociedade. No âmbito do conceito de três pilares, os esforços para promover a sustentabilidade no pilar social devem também visar a promoção dos benefícios económicos e ambientais.

Para as empresas, os esforços para gerar sustentabilidade no pilar social podem incluir a focalização dos esforços das empresas nas retenções dos trabalhadores em vez de prioridades económicas. Por exemplo, os investimentos no bem-estar dos colaboradores são suscetíveis de gerar benefícios económicos para a empresa, aumentando a motivação dos colaboradores (Morais, et al., 2018).

Os esforços para aumentar a sustentabilidade no pilar social também podem beneficiar o ambiente. Por exemplo, as escolhas alimentares das pessoas podem ter um impacto substancial na saúde humana e na saúde do ambiente, pelo que a defesa de uma alimentação mais saudável também pode beneficiar o ambiente (Natalia, et al., 2018).

Embora muita literatura contemporânea de sustentabilidade possa centrar-se em torno do conjunto mais diversificado de objetivos de desenvolvimento sustentável, os três pilares foram explicitamente incorporados na sua formulação.

As Nações Unidas aplicam os três pilares da sustentabilidade às suas iniciativas de desenvolvimento. Hoje, a agenda das Nações Unidas inclui 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

No entanto, com base na perceção pública dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), o trabalho da ONU para alcançar os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável parece ter sucesso tendo em conta os três pilares. De facto, o feedback público indicava que cada pilar era relativamente igualmente representado pelos objetivos das Nações Unidas. Uma vez que a consideração dos três pilares é fundamental para a correta implementação dos três pilares da sustentabilidade, a perceção pública indica que a ONU está a implementar com êxito o quadro dos três pilares dos seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Dalampira, et al., 2020).

2.2. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

De forma a combater os grandes problemas mundiais a nível económico, social e ambientais, foram definidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Estes objetivos definem as prioridades e aspirações globais para a Agenda 2030, e requerem uma ação à escala mundial de governos, empresas e sociedade civil para erradicar a pobreza e criar uma vida com dignidade e oportunidades para todos, dentro dos limites do planeta (ODS, 2022).

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU é constituída por 17 ODS e foi aprovada em 2015 por 193 membros, representando um novo modelo global de erradicação da pobreza, promoção da prosperidade e bem-estar de todos, proteção do ambiente e combate das alterações climáticas (ODS, 2022).

Os ODS atuam em diferentes áreas, conhecidos como os 5 P's da Agenda 2030, que afetam a qualidade de vida de todos os cidadãos do mundo e das gerações futuras. As cinco áreas que estes objetivos se incidam são:

- **Pessoas**- referentes à erradicação da pobreza e fome, da promoção da dignidade e da igualdade;
- **Planeta**- incidindo sobre o consumo e produção sustentáveis, o combate à mudança climática e à gestão dos recursos naturais;
- **Prosperidade**- no que diz respeito à realização pessoal, ao progresso económico e social;
- **Paz**- sociedades pacíficas, justas e inclusivas, livres do medo e da violência;
- **Parcerias**- relativamente à integração transversal, à interconexão e à mobilização conjunta em prol dos mais vulneráveis (ODS, 2022).

Os ODS estão distribuídos por cada uma destas cinco grandes áreas, sendo estes muito diversificados. Com isto, é possível fornecer uma ideia clara e objetiva às empresas, organizações e pessoas sobre quais os métodos a seguir. Relacionado com isto, existem 169 metas do desenvolvimento sustentável, analisando-se 230 diferentes indicadores globais, distribuídos pelos 17 ODS (ODS, 2022).

Na Figura 2.3 estão indicados os 17 ODS.



Figura 2.3- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

De seguida, irá ser feita a análise de cada um destes objetivos.

➤ **ODS 1- Erradicar a pobreza.**

O ODS 1 procura garantir a igualdade de direitos e de acesso a recursos económicos e naturais, procurando erradicar a pobreza em todas as suas manifestações. Dando garantias de prosperidade partilhada, um nível básico de vida e garantindo proteção social para as pessoas em todo o mundo, incluindo os mais pobres e mais vulneráveis (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 2- Acabar com a fome.**

O ODS 2 consiste em erradicar a fome e a subnutrição e garantir o acesso a alimentos suficientes, seguros e nutritivos. Para isto, é necessário desenvolver sistemas de produção sustentáveis e do aumento do investimento em infraestruturas rurais e na investigação e desenvolvimento agrícolas (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 3- Vida saudável.**

O ODS 3 pretende que a saúde seja um bem garantido, ao promover o bem-estar em todas as idades, melhorando a saúde reprodutiva, materna e infantil; extinguir as epidemias das principais doenças transmissíveis; e reduzir as doenças não transmissíveis e mentais. Para além disto, esta ODS apela igualmente à redução dos fatores de risco comportamentais e ambientais para a saúde (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 4- Educação de qualidade.**

O ODS 4 foca-se no acesso a uma educação equitativa e de qualidade em todas as fases da vida das pessoas, procurando aumentar o número de jovens e adultos com competências relevantes para o emprego, empregos dignos e empreendedorismo. É fundamental para este objetivo que as disparidades de género e de rendimentos no acesso à educação sejam quase nulas. (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 5- Igualdade de género.**

O ODS 5 pretende acabar com a desigualdade de género e todas as formas de discriminação, violência e quaisquer práticas prejudiciais contra mulheres e raparigas nos setores público e privado. Apela também que a oportunidade das mulheres em liderar a todos os níveis as tomadas de decisões políticas e económicas, sejam comuns. (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 6- Água e saneamento.**

O ODS 6 visa garantir acesso universal a água potável segura e a preços acessíveis, ao saneamento e à higiene, e que se extingue a defecação a céu aberto. Procura igualmente melhorar a qualidade da água e a eficiência na sua utilização e incentivar a captação e o abastecimento sustentáveis de água doce (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 7- Energias renováveis.**

O ODS 7 procura garantir do acesso universal a serviços de energia modernos, a melhoria da eficiência energética e ao aumento da quota das energias renováveis. Os países têm um papel fundamental na transição para um sistema energético a preços acessíveis, fiável e sustentável que satisfaça estas necessidades, ao melhorar o acesso à investigação e às tecnologias no domínio das energias limpas e de promover o investimento em soluções eficientes em termos de recursos e de energia e em infraestruturas energéticas hipocarbónicas (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 8- Trabalho digno e crescimentos económico.**

O ODS 8 procura a criação de oportunidades legítimas de emprego e de trabalho digno para todos, a par da erradicação do trabalho forçado, do tráfico de seres humanos e do trabalho infantil, bem como à promoção de direitos laborais e de ambientes de trabalho seguros. Um crescimento económico sustentável, bem como níveis elevados de produtividade económica é de grande relevância para a criação de empregos de qualidade e bem remunerados, sendo algo que este objetivo o reconhece. Para além disto, o crescimento económico sustentável é fundamental para a eficiência na utilização dos recursos e na produção (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 9- Inovação e infraestruturas.**

O ODS 9 exige a criação de infraestrutura resiliente e sustentável e a promoção da industrialização inclusiva e sustentável. Reconhece também a importância da investigação e da inovação para encontrar soluções estáveis para os desafios sociais, económicos e ambientais (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 10- Reduzir as desigualdades.**

O ODS 10 aborda as desigualdades dentro e entre os países. Apela os países a reduzir as desigualdades de renda, bem como as desigualdades dentro de um país em termos de idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, status económico ou outro. O objetivo também aborda as desigualdades entre países, incluindo as relacionadas com a representação, e apela a que seja facilitada a migração ordenada e segura e a mobilidade das pessoas (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 11- Cidades e comunidades sustentáveis.**

O ODS 11 foca-se na renovação e no planeamento das cidades e outros aglomerados humanos de uma forma que ofereça oportunidades para todos, com acesso a serviços básicos, energia, habitação, transportes e espaços verdes, reduzindo simultaneamente a utilização de recursos e o impacto ambiental (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 12- Produção e consumo sustentável.**

O ODS 12 apela que empresas, formuladores de políticas, pesquisadores e consumidores tomem um conjunto de ações de adaptação às práticas sustentáveis. Prevê a produção e consumo sustentáveis com base em capacidades tecnológicas avançadas, na eficiência de recursos e na redução de resíduos numa escala global (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 13- Combater as alterações climáticas.**

O ODS 13 pretende implementar o compromisso presente na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas e operacionalizar o Fundo Verde para o Clima. Destina-se a fortalecer a resiliência nacional e a capacidade de adaptação dos riscos naturais relacionados com o clima e às catástrofes daí resultantes, com foco particular no apoio aos países menos desenvolvidos (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 14- Oceanos, mares e recursos marinhos.**

O ODS 14 foca-se na sustentabilidade dos oceanos, procurando protegê-lo e assegurar uma utilização sustentável. Para isto, é necessário reduzir a poluição marinha e acidificação dos oceanos, levar o fim da sobrepesca e conservar as zonas e ecossistemas marinhos e costeiros. O ODS 14 tem fortes interdependências com uma vasta gama de outros ODS, uma vez que os oceanos apoiam as economias costeiras e os meios de subsistência e contribuem para a produção de alimentos, funcionando simultaneamente como sumidouros da poluição terrestre e marítima (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 15- Ecossistemas terrestres e biodiversidade.**

O ODS 15 está direcionado para proteger, restaurar e promover a conservação e utilização sustentável dos ecossistemas terrestres, de águas interiores e de montanha. Com isto, é necessário ser feita a gestão de forma sustentável das florestas e travar a desflorestação, combater a desertificação, recuperar terras e solos degradados, travar a perda de biodiversidade e proteger espécies ameaçadas (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 16- Paz e justiça.**

O ODS 16 apela a sociedades pacíficas e inclusivas baseadas no respeito pelos direitos humanos, na proteção dos mais vulneráveis, no Estado de direito e na boa governação a todos os níveis. Prevê igualmente instituições transparentes, eficazes e responsáveis (PORDATA, 2022).

➤ **ODS 17- Parcerias para o desenvolvimento.**

O ODS 17 apela a uma parceria global para o desenvolvimento sustentável. O objetivo destaca a importância da estabilidade macroeconómica mundial e a necessidade de mobilizar recursos financeiros para os países em desenvolvimento a partir de fontes internacionais, bem como através do reforço das capacidades internas de cobrança de receitas. Destaca igualmente a importância do comércio para os países em desenvolvimento e de regras equitativas para reger o comércio internacional (PORDATA, 2022).

Todos estes objetivos estão relacionados com os três pilares da sustentabilidade, ou seja, cada ODS está mais direcionado para um, ou vários, pilares da sustentabilidade. Com isto, segundo a informação anteriormente mencionada, foi possível compilar a relação entre os ODS e os três pilares da sustentabilidade, exposto na Figura 2.4.



Figura 2.4- Relação das ODS com os pilares da sustentabilidade.

2.2.1. Importância dos ODS no setor empresarial

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estão incorporados na Agenda Global para 2030 e visam orientar as ações de governos, empresas e da sociedade como um todo para o desenvolvimento sustentável. Os ODS são capazes de nortear, de uma modo geral, atividades e soluções para um mundo melhor, com menos pobreza, mais dignidade e oportunidades para todos. No entanto, mesmo ao serem acordados por governos, os ODS dependem diretamente de uma ação comprometida, especialmente por parte das empresas (Sanchez, 2019).

Enquanto motor do crescimento económico, de emprego e como fonte de tecnologia e inovação, o setor empresarial tem um papel crítico a desempenhar e um

interesse próprio em contribuir para alcançar os ODS. Os ODS são uma oportunidade para as empresas aperfeiçoarem ações e projetos estratégicos existentes e implementarem novas ações e projetos com vista a contribuir para as metas nacionais e mundiais. Tal como Ban Ki-moon, Secretário-Geral das Nações Unidas, proferiu à data do lançamento dos ODS (ODS, 2022):

“As empresas são um parceiro vital para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. As empresas podem contribuir através das suas atividades principais e instamos as empresas do mundo inteiro a avaliar os seus impactos, definir objetivos ambiciosos e comunicar os resultados de forma transparente.”

Com o desenvolvimento e a entrega de soluções para o alcance dos ODS, as empresas podem encontrar novas oportunidades de crescimento e redução dos perfis de risco.

As empresas podem recorrer aos ODS como enquadramento global para moldar, orientar, comunicar e descrever as suas estratégias, objetivos e atividades, permitindo-lhes assim capitalizar uma série de benefícios tais como (ODS, 2022):

- Identificar futuras oportunidades de negócio, em mercados em crescimento e que poderão beneficiar de soluções inovadoras;
- Aumentar o valor da sustentabilidade corporativa mediante os incentivos económicos para uma utilização mais eficiente de recursos e da internalização das externalidades;
- Fortalecer as relações com as partes interessadas e acompanhar o ritmo do desenvolvimento das políticas públicas, antecipando a gestão de riscos legais e de reputação;
- Estabilizar sociedades e mercados, salvaguardando o sucesso dos negócios em sociedades influentes, com mercados regulamentados, sistemas financeiros transparentes e instituições não corruptas e eficientemente geridas;
- Utilizar uma linguagem e um propósito comuns para uma comunicação mais eficaz com as partes interessadas, no que diz respeito aos seus impactos e desempenhos (ODS, 2022).

A fim de alcançar os ODS são necessários diversos investimentos por parte das empresas, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento. No entanto, esses recursos já existem, apenas é necessário direcioná-los para projetos que apoiem o desenvolvimento sustentável (VGR, 2020).

Com o intuito de construir uma comunidade mundial que forneça a todos os seus cidadãos o direito igual para viverem as suas vidas em plenitude, erradicando a extrema pobreza, a fome e o sofrimento, as organizações devem adotar meios para alcançar os objetivos sustentáveis. É importante referir que, com o aumento da exigência por parte dos clientes é necessário adotar políticas e estratégias que preservem a natureza, mas que desenvolvam a economia da empresa, mantendo assim o mercado competitivo (VGR, 2020).

Em suma, nos 17 ODS estão previstas ações mundiais nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de género, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento económico inclusivo, infraestruturas, industrialização, entre outros (VGR, 2020).

Embora cada um dos objetivos contribua para a sustentabilidade, a relevância individual que cada um apresenta na empresa varia consideravelmente. Na Figura 2.5, está demonstrado quais os ODS mais relevantes para as empresas, segundo um estudo realizado pela Rede Brasil do Pacto Global. Este estudo foi concluído em fevereiro de 2017 e realizado a 21 empresas, sendo que cinco pertenciam ao setor de Energia (CPFL, Copel, EDP, Enel e Itaipu), quatro ao setor Bancário (Banco do Brasil, Bradesco, Caixa Económica e Itaú Unibanco) e as restantes a outros setores (Rede Brasil do Pacto Global, 2017).



Figura 2.5- Relevância dos ODS para as empresas (Adaptado de (Rede Brasil do Pacto Global, 2017)).

Como é possível perceber, os três ODS mais relevantes para a empresa são o ODS 8, ODS 12 e ODS 13. É expectável que o ODS 8 seja o mais relevante pois é aquele que está centralizado na vertente empresarial, preocupando-se com a obtenção de lucros e de oferta de trabalho decente. De um modo geral, os ODS relativos ao Ambiente são os mais importantes para as empresas, com exceção da ODS 14 e ODS 15.

Por outro lado, tendo em conta as condições adversas atuais na disponibilidade de água em Portugal, é expectável que o ODS 6 tenha mais relevância.

2.3. Conceitos associados à Sustentabilidade

2.3.1. Avaliação do Ciclo de Vida

As constantes preocupações ambientais levaram a que as indústrias e empresas avaliassem a forma como as suas atividades afetam o ambiente, nomeadamente, às questões do esgotamento de recursos naturais e da degradação ambiental. Com isto, muitas empresas acharam vantajoso explorar formas de contrariar esta tendência ao utilizar estratégias de prevenção da poluição e sistemas de gestão ambiental, com vista a melhorar o seu desempenho ambiental. Uma das principais ferramentas é a Avaliação do Ciclo de Vida (SAIC, et al., 2006).

2.3.1.1 Evolução da metodologia de ACV

A Avaliação de Ciclo de Vida, do inglês *LCA - Life Cycle Assessment*, surgiu nos anos 60 devido às crescentes limitações na disponibilidade de matérias-primas e de recursos energéticos, e na sequência da necessidade de encontrar maneiras de avaliar o uso de energia e de consumos de recursos. Desde então, ACV emergiu como uma das principais ferramentas para analisar problemas ambientais (SAIC, et al., 2006).

Em 1991, levantaram-se várias preocupações com a utilização inadequada da ACV, na forma de promover os produtos. Com isto, surgiu a necessidade de normalizar uma metodologia comum. Foi então formalizada pela *International Standards Organization (ISO)*, no período de 1997-2002, a série 14000. Esta série apresenta as etapas da metodologia a serem executadas no âmbito da realização de um estudo de avaliação do ciclo de vida. Segundo a norma NP EN ISO 14040: 2008, a ACV é uma compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactes ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida (SAIC, et al., 2006). Este conceito considera todo o ciclo de vida de um produto (Curran, 1996)

O termo "ciclo de vida" refere-se às principais atividades no decurso da vida útil do produto, desde o seu processamento, uso e manutenção até à sua eliminação final, incluindo a aquisição de todas as matérias-primas necessárias para a produção do produto. Este conceito pode ser denominado como uma abordagem do berço à cova, ou seja, o ciclo de vida começa pela extração de matérias-primas da terra de forma a produzir produto, todas as etapas subsequentes terminando no ponto em que todos os materiais são devolvidos à terra (SAIC, et al., 2006).

2.3.1.2 Metodologia da ACV

A metodologia da ACV está descrita na norma NP EN ISO 14040: 2008, e baseia-se num estudo faseado, incluindo 4 fases: definição do objetivo e do âmbito, inventário, avaliação de impactes e interpretação:

- **Definição do objetivo e do âmbito:** Define e descreve o produto, o processo ou atividade. Estabelece o contexto no qual a avaliação deve ser realizada e identifica as fronteiras e os efeitos ambientais a rever na avaliação.
- **Inventário:** Identifica e quantifica a energia, o uso de água e de materiais, bem como as emissões ambientais (p.e., emissões gasosas, deposição de resíduos sólidos, descargas de água residual). Com isto, obtém-se a caracterização ambiental do ciclo de vida, para posterior avaliação.
- **Avaliação de impactes:** Avalia os potenciais efeitos humanos e ecológicos da energia, do uso água de materiais e as libertações ambientais identificadas na análise do inventário. Como resultado é obtido informação clara sobre a influência do produto e dos seus processos de ciclo de vida, no impacte ambiental. Esta etapa consiste em 6 passos: seleção das categorias de impacto, indicadores e modelos de caracterização, classificação, caracterização, normalização, agregação e ponderação.
- **Interpretação:** Avalia os resultados da análise de inventário e avaliação de impacte. Analisa resultados, delinea conclusões, identifica limitações e proporciona recomendações baseadas nos resultados das fases anteriores da ACV. Esta fase tem como objetivo ainda a transmitir os resultados da avaliação de impacte ambiental de uma forma clara e transparente, em concordância com o objetivo e âmbito do estudo.

Na Figura 2.6 está esquematizado as etapas metodológicas da ACV descrito da norma NP EN ISO 14040: 2008.

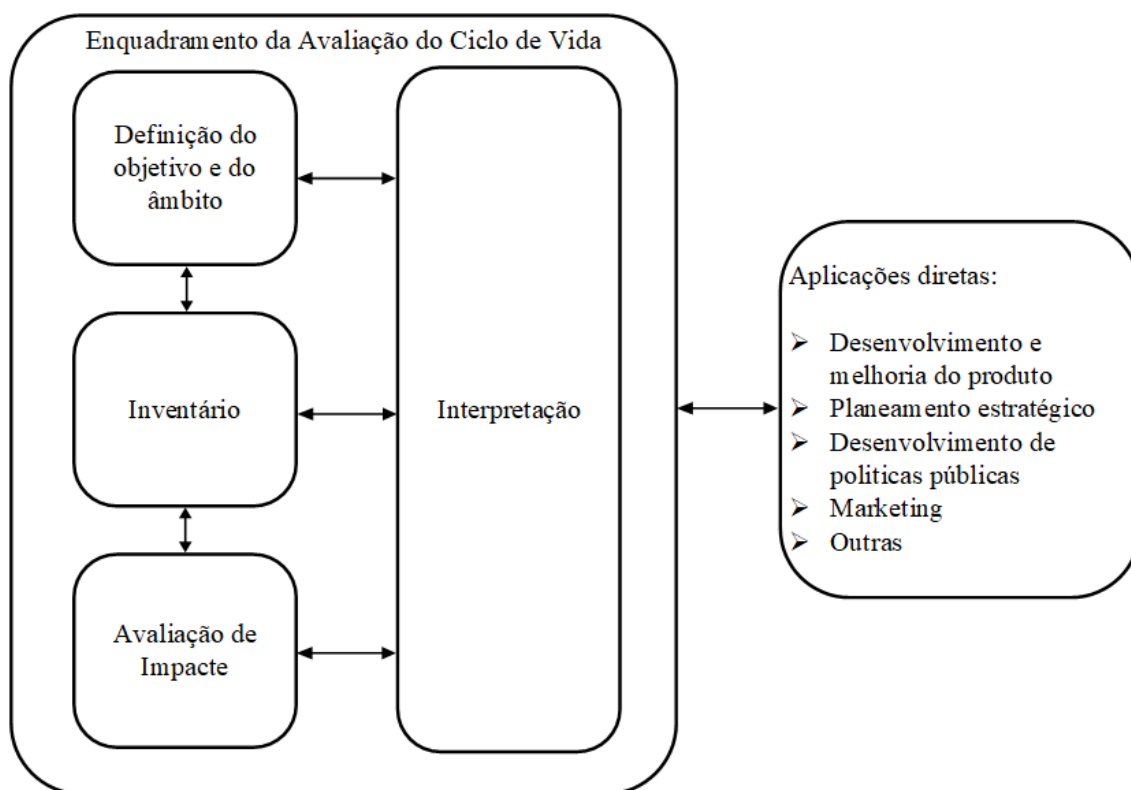


Figura 2.6- Esquematização das etapas metodológicas da ACV descrito da norma NP EN ISO 14040: 2008.

Os resultados de ACV podem ter várias aplicações, nomeadamente, no desenvolvimento e melhoria do produto (melhoria do processo produtivo ou outros processos de forma a minimizar o impacto ambiental global), no planeamento estratégico (estudo poderá servir como ponto de partida para várias decisões de estratégia ambiental, energética, etc.), no desenvolvimento de políticas públicas (melhorando a integração da empresa ou organização no meio público) e com vista ao marketing (através da divulgação dos resultados de ACV de modo a melhorar a imagem pública de uma empresa ou organização).

2.3.2. Economia Circular

Economia Circular consiste num conceito estratégico que se baseia na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. Esta, é considerada um elemento-chave na promoção da dissociação entre o crescimento económico e o aumento

no consumo de recursos e assenta na substituição da economia linear através de novos fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação (Eco.nomia, 2022).

É reconhecida como um modelo que se inspira no funcionamento da Natureza e permite realizar análise introspectiva acerca das práticas económicas da sociedade atual. A Economia Circular inclui-se num quadro de desenvolvimento sustentável que tem por base o princípio de “fechar o ciclo de vida” dos produtos, o que leva a uma redução no consumo de matérias-primas, energia e água. No que se refere às empresas, estas passam a ser simultaneamente fornecedores e consumidores de materiais que se reincorporam durante o ciclo produtivo (Eco.nomia, 2022).

Para além das vantagens competitivas no contexto de um mercado global altamente dinâmico, a Economia Circular permite o levantamento de excelentes pontos de vista a serem encarados pelas empresas, como iniciativa e motivação, para um crescimento com bases consistentes e com perspetivas futuras, na qualidade de fonte de inovação. Permite a redução da procura por recursos naturais com forte recuperação de desperdícios e resíduos (Leitão, 2015).

O conceito de berço ao berço consiste num conjunto de princípios tomados como fundamentais para a próxima revolução industrial que já se encontra em andamento. Este conceito foi desenvolvido com o objetivo de combater um outro conceito utilizado anteriormente, berço à cova. O conceito de berço à cova defendia o fluxo linear dos recursos naturais o que conduz a um esgotamento dos mesmos, tratando-se, assim, de um processo que pode ser considerado destrutivo (Leitão, 2015).

No que concerne à abordagem do tipo berço ao berço, esta assemelha-se ao conceito de Economia Circular, rejeitando o uso do termo resíduo dado aos materiais no final de vida. O que antes era considerado como resíduo, passa a ser considerado como matéria-prima de um outro processo, de modo a manter continuamente um ciclo industrial fechado de materiais. Ou seja, um resíduo transforma-se num recurso, algo com potencial de aproveitamento e de valorização, que possa estar na origem de um novo produto. O conceito berço ao berço assume que os materiais não biodegradáveis ou sintéticos, por exemplo, podem ser mantidos continuamente em ciclo fechado, tornando-se em nutrientes técnicos (Braungart, et al., 2007).

Assim, a Economia Circular trata-se de um modelo que atua na otimização do fluxo de produtos, bens, maximizando o aproveitamento dos recursos naturais e

minimizando a produção de resíduos. Este, permite, ainda, a maximização do valor económico dos produtos (Leitão, 2015).

Este novo paradigma traz benefícios operacionais e estratégicos, tanto a nível microeconómico como a nível macroeconómico, preciosas oportunidades de inovação e *design*, ao nível de produtos, processos e modelos de negócios e criação de empregos. A Economia Circular rejeita a ideia de que o crescimento é algo prejudicial para o meio ambiente, estimulando o crescimento económico inteligente, sustentável e integrador, com resultados positivos na saúde económica, ecológica e social (Leitão, 2015).

Na Figura 2.7 encontra-se um esquema representativo do modelo da Economia Circular.



Figura 2.7- Esquema representativo da Economia Circular (Retirado de (APCER, 2018)).

3. Indústria corticeira

3.1. Cortiça

A cortiça é a casca do sobreiro (*Quercus suber L*), que é colhida periodicamente da árvore, geralmente a cada 9-12 anos, dependendo da região (Silva, et al., 2005). É um tecido vegetal 100% natural e é constituída por uma colmeia de células microscópicas que apresenta ar no seu interior e é revestidas sobretudo por suberina e lenhina. Tem uma abrangência de aplicações a atributos que nenhuma tecnologia conseguiu, até hoje, imitar, igualar ou ultrapassar (APCOR, 2022).

É uma matéria-prima 100% natural, 100% reutilizável e 100% reciclável extraída dos sobreiros sem nunca prejudicar o normal desenvolvimento da espécie e sem danificar a árvore. A cortiça extraída é aproveitada a 100%. Mas depois de transformada, por exemplo em rolhas, a cortiça pode voltar a entrar no processo produtivo. As rolhas de cortiça podem ser recicladas por trituração. O granulado resultante desse processo pode ser utilizado em outros produtos como, por exemplo, solas de sapatos, painéis de revestimento, boias de pesca (APCOR, 2022).

Macroscopicamente, é um material leve, elástico e praticamente impermeável a líquidos e gases, isolante térmico e elétrico e absorvedor acústico e vibrático, sendo também inócuo e praticamente imputrescível, apresentando a capacidade de ser comprimido sem expansão lateral. Microscopicamente, a cortiça é constituída por camadas de células de aspeto alveolar, cujas membranas celulares possuem um certo grau de impermeabilização e estão cheias de um gás semelhante ao ar, que ocupa cerca de 90 por cento do volume (Gil, 2012).

O principal componente da cortiça é a suberina, uma mistura de ácidos orgânicos a partir da qual são formadas as paredes das suas células, impedindo a passagem de água e de gases. Na Figura 3.1 está representado os principais constituintes químicos da cortiça.

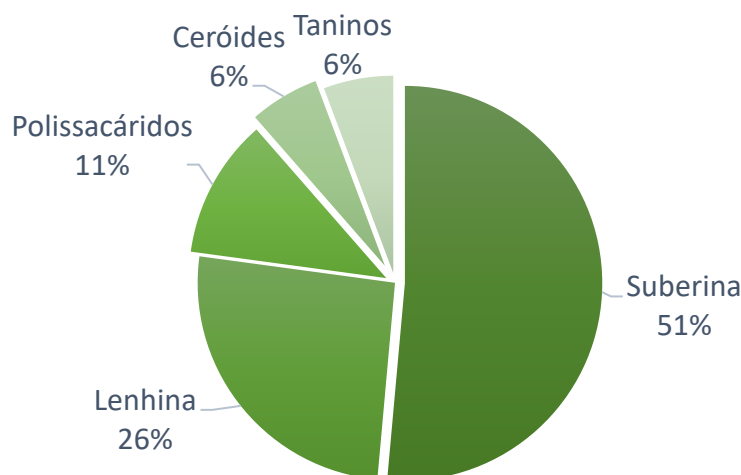


Figura 3.1- Principais constituintes químicos da cortiça e o respetivo valor (Adaptado de (APCOR, 2022)).

3.2. Importância do setor corticeiro

A exploração da floresta de cortiça é de uma importância crucial para a economia e a ecologia de vários países do Mediterrâneo, ocupando uma área mundial de 2.123 mil hectares. Em Portugal a área de montado de sobro representa 34% da área mundial, o que correspondente a uma área de 720 mil hectares (Figura 3.2). Em relação a valores nacionais a exploração de cortiça é realizada numa área de montado de sobro que representa cerca de 22% da floresta nacional (APCOR, 2020).

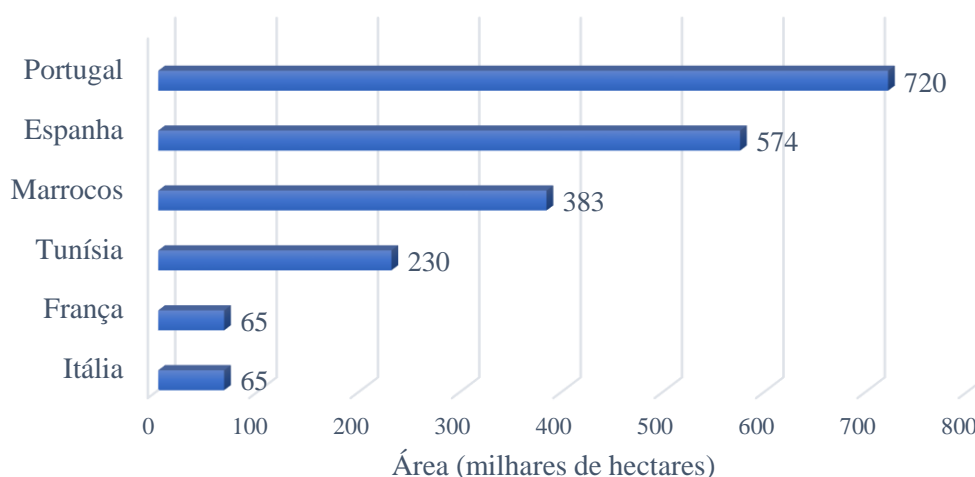


Figura 3.2- Área, em milhares de hectares, de montado de sobro em diferentes países em 2020 (Adaptado de (APCOR, 2020))

Estes 720 mil hectares de exploração de sobreiros estão concentrados, principalmente, na zona do Alentejo, cerca de 71.7% (APCOR, 2020). Na Figura 3.3 está representado a distribuição da área de exploração de sobreiros pelas diferentes regiões de Portugal.

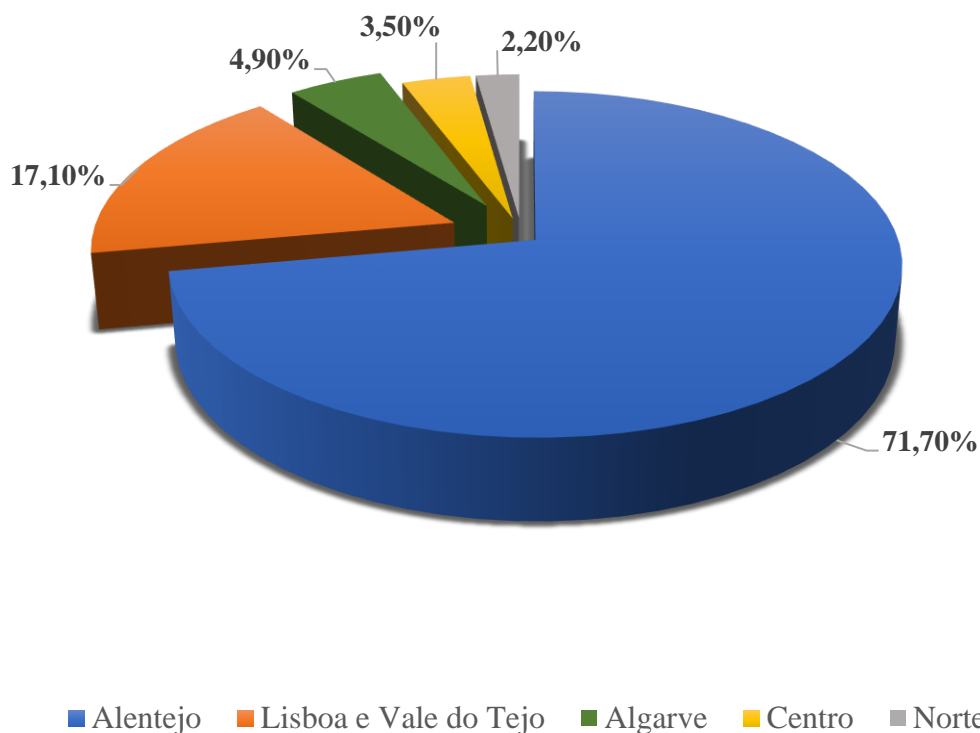


Figura 3.3- Distribuição da área de montado de sobreiro nas diferentes regiões de Portugal em 2020 (Adaptado de (APCOR, 2020)).

A cortiça é extraída em cinco países do mediterrâneo e a sua extração mundial anualmente é cerca de 200 mil toneladas. Portugal é líder mundial neste setor, sendo responsável pela produção de 46% de toda a cortiça produzida no mundo, o que equivale a cerca de 85 mil toneladas. A Espanha é o segundo maior produtor de cortiça, representando cerca de 33% da extração mundial. A restante produção de cortiça ocorre em países como: Marrocos (6%), Argélia (5%), Tunísia (4%), Itália (3%) e França (3%) (Tabela 3.1) (APCOR, 2020).

*Tabela 3.1- Produção anual média de cortiça, em toneladas, por país e o respetivo percentagem, em 2020
(Adaptado de (APCOR, 2020)).*

País	Produção anual média (toneladas)	Percentagem
Portugal	85.145	46%
Espanha	61.504	33%
Marrocos	11.686	6%
Argélia	9.915	5%
Tunísia	6.962	4%
Itália	6.161	3%
França	5.200	3%
Total	186.573	100%

O número de empresas da indústria corticeira em Portugal tem vindo a diminuir ao longo do tempo (APCOR, 2020).

A indústria transformadora de cortiça em Portugal desenvolveu-se originariamente em Silves, Évora, Azambuja e Setúbal, mas posteriormente o desenvolvimento do sector ocorreu no distrito de Aveiro onde finalmente se fixou a indústria rolheira. Atualmente, o sector conta com 640 empresas a operar em Portugal, dos quais, 487 no concelho de Santa Maria da Feira. Ao todo são produzidas em Portugal cerca de 40 milhões de rolhas por dia (35 milhões das quais no Norte do País), e estão empregados 8343 trabalhadores (6576 no concelho de Santa Maria da Feira) (APCOR, 2020).

Portugal é o líder mundial de setor da cortiça no que toca às exportações. Em 2020 exportou cerca de 1016,1 milhões de euros em produtos de cortiça, o que representa 62.1% da cota mundial, sendo. Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), a quase totalidade da cota de produção destina-se ao mercado externo (1013.4 milhões de euros), representando cerca de 99,7%. Pode-se afirmar que o mercado interno neste setor é quase insignificante. De referir que as exportações portuguesas de cortiça representam cerca de 2% das exportações de bens portugueses (APCOR, 2020).

O total mundial das exportações de cortiça atingiu, em 2020, 1.635,3 milhões de euros (APCOR, 2020).

O sector da cortiça é um caso especial na economia portuguesa pois é o único onde Portugal tem a primeira posição a nível mundial em vários domínios relacionados com a produção de matéria-prima, a produção de produtos transformados e nas exportações.

Na Figura 3.4 estão identificados os principais países de destino dos produtos de cortiça exportados por Portugal, com as respetivas cotas em valor e quantidade. Como é possível perceber, a Europa é o principal destino das exportações portuguesas de cortiça, representado cerca de 60% em valor e 65% em quantidade, destacando-se a França (17,3%), a Espanha (14,2%), a Itália (9,4%) e a Alemanha (7,6%). Em 2020, o principal comprador de produtos corticeiros portugueses são os EUA, com 19,3% em valor, no entanto, a Espanha é o líder em importações de cortiça portuguesa, em quantidade, chegando aos 20% (APCOR, 2020).

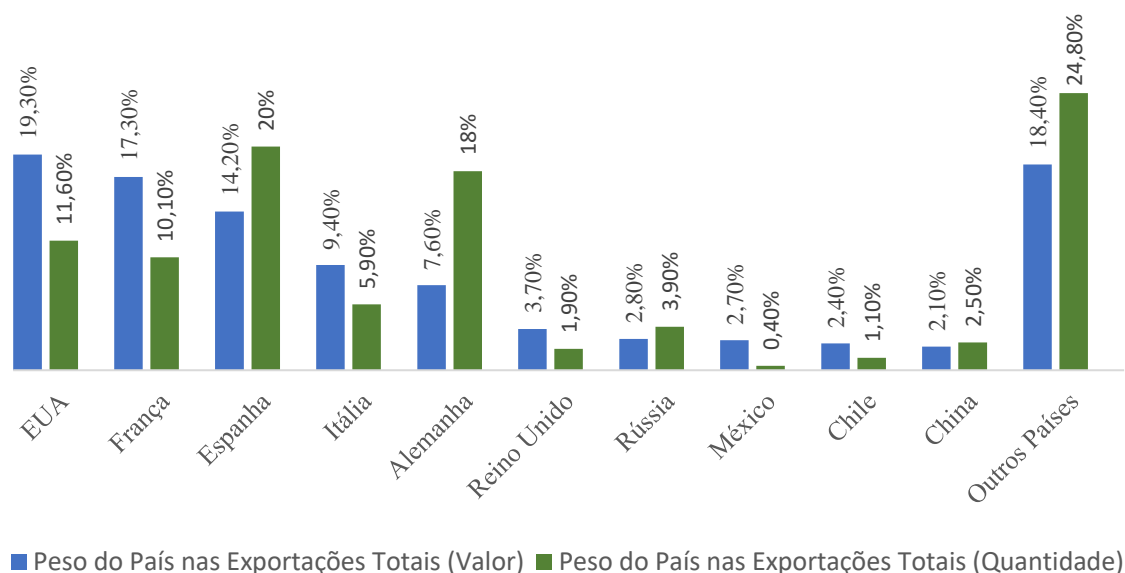


Figura 3.4- Principais países de destino dos produtos de cortiça exportados por Portugal, com as respetivas cotas em valor e quantidade (Adaptado de (APCOR, 2020)).

Pela análise do consumo mundial de vinho (Tabela 3.2), percebe-se que os principais destinos das exportações portuguesas são também os países com maior consumo de vinho. Excluindo a Espanha, os cinco maiores consumidores de vinho (que representam cerca de 50%) coincidem com os maiores importadores de cortiça de Portugal.

Tabela 3.2- Principais países consumidores e vinho e a respetiva cota de consumo mundial (%) (Adaptado de (APCOR, 2020)).

País	Consumo de vinho (Milhões de Hectolitros)	Cota de consumo mundial (%)
EUA	33,0	14
França	24,7	11
Itália	24,5	10
Alemanha	19,8	8
Reino Unido	13,3	6
China	12,4	5
Rússia	10,3	4
Espanha	9,6	4
Argentina	9,4	4
Austrália	5,7	2
Portugal	4,6	2

Desta forma, é expectável que a cortiça seja maioritariamente utilizada para produção de rolhas. Em 2020, o principal destino dos produtos de cortiça é a indústria vinícola, nomeadamente, produção de rolhas, que representa 73,5% da cortiça, em massa. Para além da produção de rolhas, uma parte significativa, cerca de 24,1%, da cortiça é utilizada para materiais de construção. O restante é utilizado em matéria-prima (0,9%) e noutros produtos de cortiça (1,5%) (Figura 3.5) (APCOR, 2020).

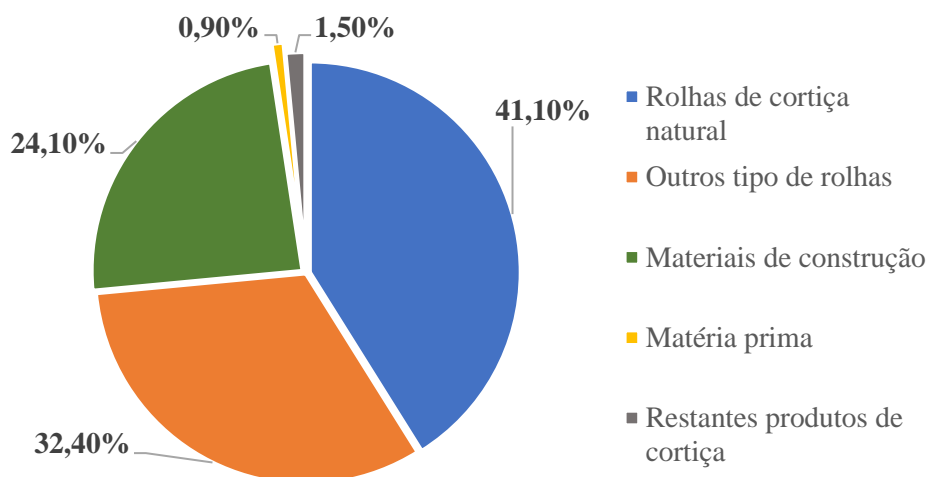


Figura 3.5- Destino dos produtos de cortiça em Portugal (Adaptado de (APCOR, 2020)).

Tal como exposto na Figura 3.6, as rolhas de cortiça lideram as exportações portuguesas de cortiça, correspondendo aos 73,5%, o que representa um valor obtido de 744,5 milhões de euros. De seguida vem a exportação de materiais de construção, com 244,6 milhões de euros. Por outro lado, em relação à quantidade exportada, os materiais de construção lideram, exportando cerca de 114,2 milhares de toneladas de cortiça. As rolhas de cortiça apenas representam 51,1 milhares de toneladas de exportado. De uma forma mais insignificante, está a exportação de cortiça como matéria-prima e de outros produtos de cortiça (APCOR, 2020).

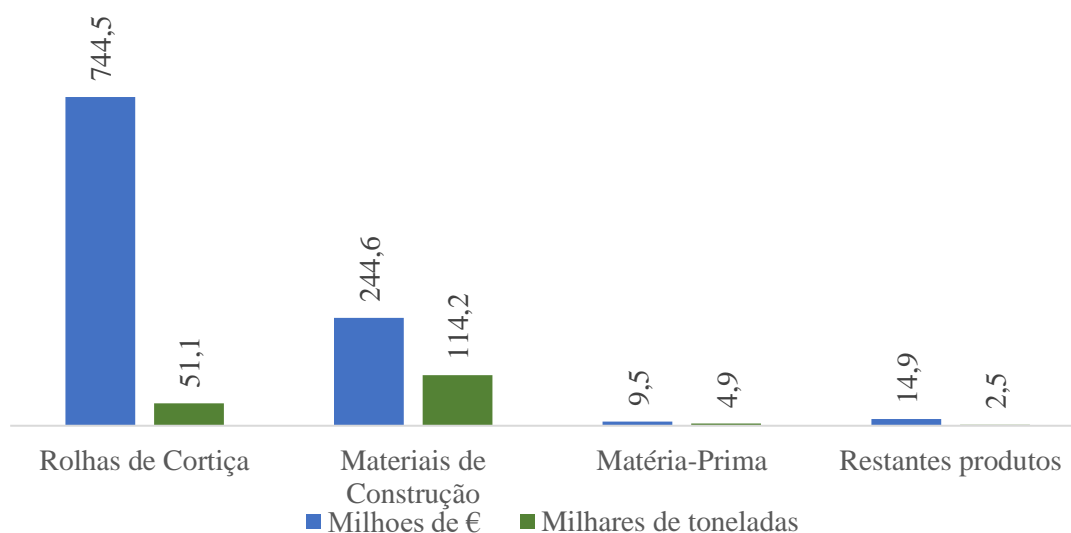


Figura 3.6- Exportações de produtos derivados de cortiça de Portugal em 2020, em milhões de euros e em milhares de toneladas (Adaptado de (APCOR, 2020)).

Na Figura 3.7 encontra-se o exportado de cada tipo de rolha para os principais países importadores de cortiça. As rolhas naturais e rolhas de champanhe são o tipo de rolha mais exportado, com 416 e 130,7 milhões de euros, respetivamente. Já os restantes tipos de rolhas exportam um valor de 197,7 milhões de euros (APCOR, 2020).

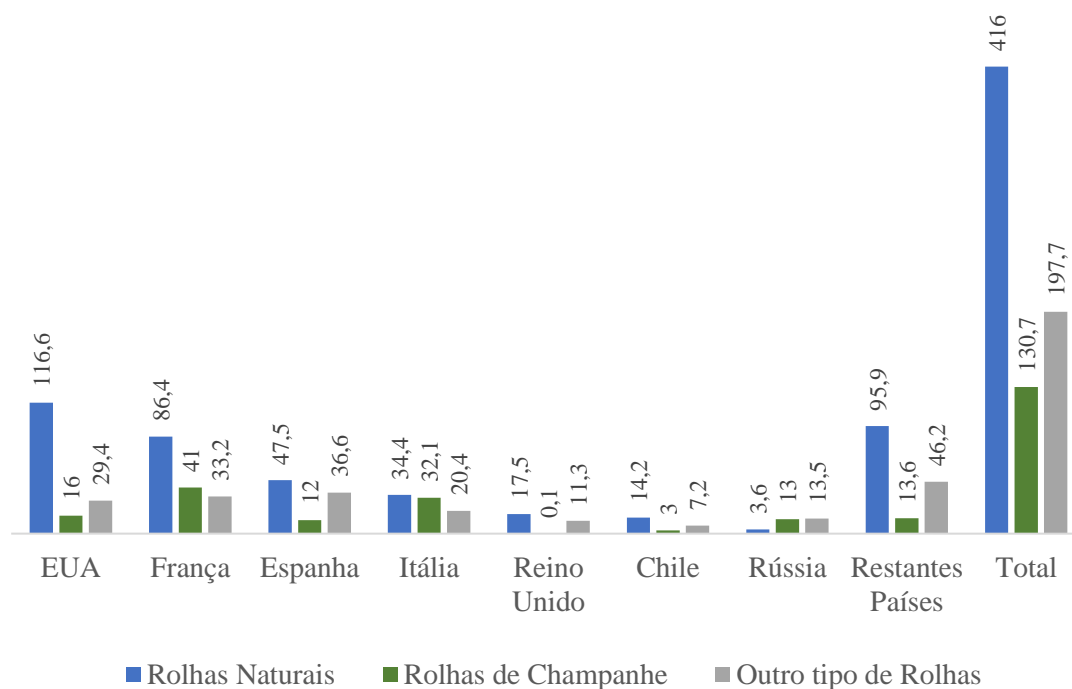


Figura 3.7- Exportações de cada tipo de rolha, em milhões de euros, de Portugal para os principais países de destino, em 2020 (Adaptado de (APCOR, 2020)).

Como é possível perceber, a indústria corticeira apresenta uma significativa importância para a economia portuguesa, e é assim fundamental procurar otimizar continuamente este setor.

3.3. Processo de transformação da cortiça em rolhas naturais

O ciclo de vida da cortiça, enquanto matéria-prima, começa com a extração da casca aos sobreiros, a que se chama descortiçamento. Depois de extraída, a cortiça entra no processo industrial até à obtenção da infinidade de produtos que podemos encontrar: rolhas, materiais de construção e design, entre muitos outros (APCOR, 2022).

➤ **Descortiçamento**

São precisos 25 anos até que um tronco de sobreiro comece a produzir cortiça e a ser rentável. A primeira cortiça a ser retirada chama-se “cortiça virgem” e este primeiro ato de descortiçamento tem o nome de “desboia”. Passados 9 anos tira-se novamente a cortiça, a que se dá o nome de “secundeira”. Tanto a cortiça virgem como a secundeira têm uma estrutura demasiado irregular pelo que é necessário esperar mais 9 anos para se retirar a “amadia”, cortiça com qualidade suficiente para ser utilizada na produção de rolhas.

É só no terceiro descortiçamento, e nos seguintes, que se obtém a cortiça com as propriedades adequadas para a produção de rolhas de qualidade, uma vez que já apresenta uma estrutura regular com costas e barriga lisas. É a chamada cortiça amadia ou de reprodução. A partir desta altura, o sobreiro fornecerá, de nove em nove anos, cortiça com boa qualidade durante cerca de século e meio, produzindo, em média, 15 descortiçamentos durante toda a sua vida (APCOR, 2022).

➤ **Transformação em rolhas naturais**

Depois de colhida e cortada em forma de pranchas, vários passos são tomados até se iniciar o processamento da cortiça. Primeiro as pranchas precisam de ser transportadas até um estaleiro onde são colocadas a descansar em pilhas pousadas em cimento cerca de 6 meses. A própria construção das pilhas é uma arte, neste momento é feita a escolha das pranchas que ficam no centro, dos lados ou em cima. Durante este tempo o teor em humidade uniformiza-se e é reduzida a contaminação microbiana. A cortiça mais recente tem uma cor mais viva e a que está em estágio há mais tempo tem um tom acinzentado. Depois do período de repouso os trabalhadores com umas mãos muito bem treinadas separam a cortiça de acordo com a sua qualidade, o que vai ser fulcral para o destino que lhes segue. No passo seguinte a cortiça é transportada até à fábrica onde é fervida em água aquecida a 95°C até estar esterilizada. Depois do banho, mais alguns dias de descanso e é feito o controlo de qualidade de cada prancha. A análise da dimensão, da porosidade e da humidade é feita por leitura ótica. Nas pranchas com a qualidade pretendida são retiradas as rolhas naturais de primeira qualidade, através de perfurações com forma cilíndrica feitas por uma broca. Este processo tanto pode ser manual como semiautomático. Das pranchas mais finas retiram-se discos que são usados em rolhas

técnicas ou outros materiais. Por fim, um processo manual retira peças defeituosas. A cortiça que não é usada nestas rolhas é triturada para ser utilizada em rolhas ou produtos feitos a partir da cortiça granulada (APCOR, 2022).

Dos cerca de 45 quilos de cortiça retirada de cada sobreiro são feitas cerca de 1.400 rolhas naturais e da cortiça granulada ainda podem ser feitas mais rolhas ou outros produtos (APCOR, 2022).

3.4. Tipos de rolhas

Pelo processo de transformação da cortiça é possível obter diferentes tipos de rolhas de cortiça, sendo os principais: naturais, aglomerada e capsulada. O processo produtivo varia consoante o tipo de rolha fabricada.

3.4.1. Rolhas Naturais

As rolhas de cortiça natural são fabricadas por brocagem a partir de uma peça única de cortiça. As rolhas de cortiça asseguram a vedação do vinho no recipiente de vidro. Esta vedação, se prolongada no tempo, promove a maturação do vinho, ou seja, o seu envelhecimento nobre através de inúmeros processos físico-químicos que ocorrem, quer entre os seus componentes, quer entre estes as substâncias que compõem o ambiente interno da garrafa. Esta evolução gradual do vinho em garrafa dá-se num ambiente com baixíssimo teor de oxigénio, mas necessário e suficiente para fazer evoluir o vinho corretamente. Até agora, só a rolha de cortiça natural consegue proporcionar esse equilíbrio perfeito (APCOR, 2022).

Com a rolha natural, é possível assegurar uma excelente conservação dos vinhos sem que exista interferência na harmonia dos seus componentes, conferindo um sinal de qualidade ao vinho. A rolha, pelas suas características de elasticidade, compressibilidade e constituição celular, é o único vedante capaz de assegurar este tipo de conservação em qualquer tipo vinho (APCOR, 2022).

Poderemos esperar uma vedação perfeita ao longo de algumas dezenas de anos. Esta vedação pode prolongar-se ainda mais no tempo desde que a rolha seja de cortiça de elevada qualidade, respeite as regras de engarrafamento e as condições de armazenagem do vinho sejam ideais (temperatura, pressão e humidade adequadas e sem grandes amplitudes térmicas diárias e durante as estações do ano) (APCOR, 2022).

3.4.2. Rolhas Aglomeradas

As rolhas aglomeradas são inteiramente fabricadas a partir de granulados de cortiça proveniente de subprodutos resultantes da produção de rolhas naturais. As rolhas aglomeradas podem ser fabricadas por moldagem individual ou por extrusão, sendo que em ambos os métodos, a substância aglutinadora usada para ligar os granulados de cortiça está aprovada para o uso em materiais em contacto com alimentos.

As rolhas de aglomerado são uma solução económica para assegurar uma vedação perfeita por um período que não deverá superar, em geral, os 24 meses. Além da vantagem económica que apresentam para vinhos de menor preço e de alta rotação, estas rolhas têm, ainda, a vantagem de serem completamente homogéneas dentro do lote. Este produto é o resultado de um processo altamente industrializado, sendo que as categorias são definidas com base no calibre do grânulo de cortiça e densidade final do produto, a cujas características se ajusta, posteriormente, o tratamento de superfície utilizado.

3.4.3. Rolhas Capsuladas

A rolha capsulada é uma rolha de cortiça em cujo topo é colocada uma cápsula, de madeira, PS ou PP, porcelana, metal, vidro ou outros materiais. A rolha capsulada é geralmente utilizada em vinhos licorosos/generosos ou em bebidas espirituosas que quando saem para o mercado estão prontos a serem consumidos.

Esta rolha é muito prática pois permite uma reutilização fácil, sendo um fator importante para garrafas cujo conteúdo não é consumido de uma só vez.

4. A empresa J.A. Beira e os ODS

4.1. Processo produtivo da J.A. Beira

A J.A. Beira é especializada na produção de três tipos de rolhas de cortiça: embutidas, aglomeradas e capsuladas. Na Figura 4.1 está esquematizado o processo produtivo para cada tipo de rolha produzida pela J.A. Beira, desde a receção de rolhas até à expedição do produto acabado.

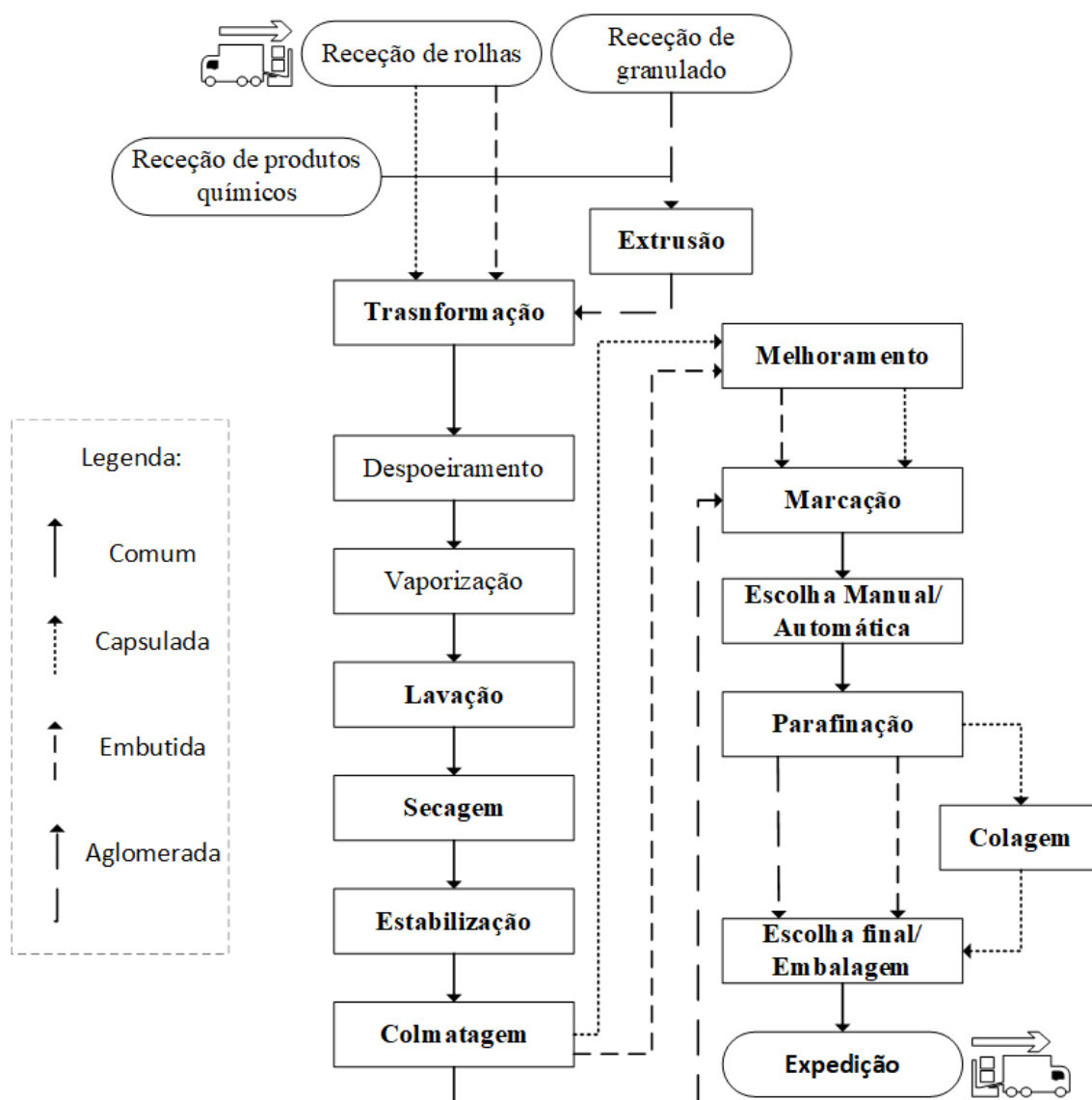


Figura 4.1- Esquematização do processo produtivo de cada rolha produzida pela J.A. Beira.

Na extrusão (Figura 4.2) ocorre a mistura dos granulados com produtos químicos. Usam-se neste processo vários aditivos: a cola que tem como objetivo aglomerar e colar os grânulos secos, o látex, com a finalidade de ajudar a aglomeração e melhorar a vedação da rolha, o óleo parafínico, diminui atrito entre as tubagens e influencia diretamente a massa volúmica) (IT.43, 2020).

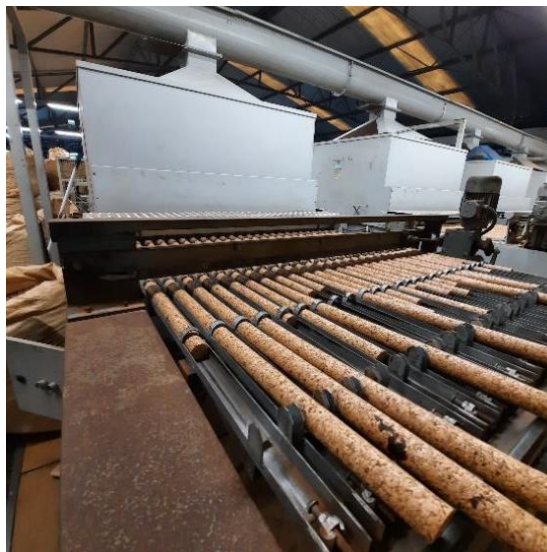


Figura 4.2- Processo de extrusão.

De seguida, a mistura de granulado com os produtos químicos mencionados irá ser alimentada às extrusoras por um canal próprio, onde ocorre a extrusão. Ou seja, a mistura é forçada a sair por uma passagem com uma forma cilíndrica, e quando chega ao tamanho desejado, são cortados formando bastões de granulados.

A transformação (Figura 4.3) assegura a dimensões específicas da rolha. Nesta etapa ocorrem operações mecânicas como: lixagem ou alisamento das extremidades e polimento do corpo das rolhas. Neste processo são retiradas 3 rolhas para análise dimensional e depois disso o “produto conforme”, irá para sacos. Na transformação pode-se obter dois tipos de rolhas: boleada (de arestas redondas) e a chanfrada (de arestas retas) (IT.11, 2021).



Figura 4.3- Processo de transformação.

Na lavagem (Figura 4.4) realiza-se a limpeza e desinfecção das rolhas. Esta etapa tem como objetivo eliminar impurezas, ocorrendo processos de oxidação e enxaguamento. Para isto, utiliza-se diferentes reagentes e programas, dependendo do tipo de rolha. Por fim, compara-se a cor das rolhas lavadas com a amostra (IT.01, 2021). Associado ao bombo da lavagem está uma caldeira que serve para aquecimento da água.

Os reagentes que podem ser adicionados na lavagem, são:

- Água (H_2O);
- Peróxido de hidrogénio (H_2O_2);
- Hidróxido de sódio ($NaOH$);
- Ácido cítrico monohidratado ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$);
- Enzima (Catalase).



Figura 4.4- Processo da lavagem.

Na secagem, ocorre a monitorização do teor de humidade nas rolhas, de modo a garantir estabilidade microbiana e um bom comportamento mecânico. As rolhas são colocadas numa estufa (estufa 1) a uma temperatura de $40^{\circ}C$, num período mínimo de 4 horas, de modo a garantir que a humidade relativa seja inferior a 6,5%. Após atingir-se a humidade adequada, as rolhas seguem para outra estufa (estufa 2) onde se dá a estabilização (IT.08, 2016).

Na estabilização, as rolhas ao saírem da estufa 1, são colocadas na estufa 2, que consiste em manter o valor da humidade relativa das rolhas.

A colmatagem (Figura 4.5) consiste em preencher os poros da superfície das rolhas de cortiça natural lavadas com uma mistura de pó de cortiça e cola. Esta operação tem como objetivo melhorar a apresentação das rolhas com muitos poros e obter uma melhor vedação do arrolhamento (IT.05, 2016).



Figura 4.5- Processo da colmatagem.

As rolhas são colocadas num bombo e espalha-se cola sobre as mesmas. O bombo roda durante 20 min. De seguida é adicionado o pó de cortiça ao bombo, rodando durante 30 min. Por fim, de forma a despejar as rolhas, estas são transferidas para o bombo de rede, atuando durante 30 min (IT.05, 2016).

O melhoramento, ou revestimento, (Figura 4.6) é obrigatório em rolhas após a passaram na colmatagem. Nas restantes é opcional e depende do acordado com cliente. Esta etapa consiste na aplicação de uma camada na superfície das rolhas. Isto possibilita uniformizar o acabamento (cor/aspecto) na superfície das rolhas. Para isto, são utilizados produtos químicos, tal como *Cifix* e *Igual T cork* (IT.02, 2016).



Figura 4.6- Processo do melhoramento.

A marcação (Figura 4.7) consiste em gravar um texto e/ou logotipo na superfície das rolhas. A marcação pode ser a tinta ou a fogo, dependendo da zona da rolha. Nos topos das rolhas, a marcação é executada, unicamente, a fogo. No corpo da rolha, a marcação pode ser a tinta ou a fogo. A marcação tem de ser obrigatoriamente realizada antes do tratamento de superfície (IT.10, 2020).

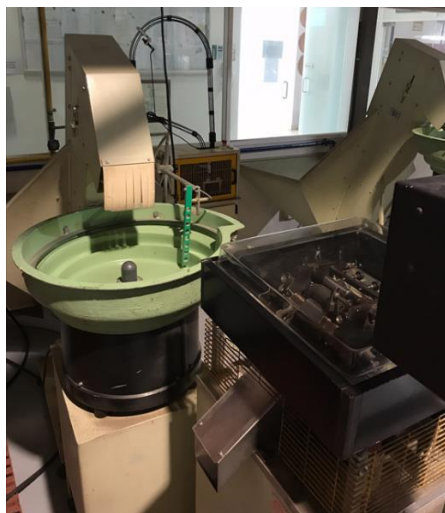


Figura 4.7- Processo da marcação.

A escolha (Figura 4.8) pode ser feita manual ou automaticamente e constitui uma etapa processo de muita importância. Aqui é escolhido do lote de acordo com a ficha técnica e especificado no caderno de encargos do cliente (IT.16, 2014).



Figura 4.8- Processo da escolha automática.

A parafinação (Figura 4.9) consiste em depositar uma película de parafina e silicone à superfície da rolha, com o objetivo de lubrificar, facilitar a introdução no gargalo das garrafas, permitir a sua extração e melhorar a vedação (IT.04, 2016).



Figura 4.9- Processo da parafinação.

Na colagem (Figura 4.10) colam-se as rolhas de cortiça em cápsulas, que podem ser de madeira, plástico ou metal. Esta operação é efetuada em rolhas naturais, colmatadas e micro(aglomeradas) (IT.06, 2020). Esta etapa ocorre unicamente para o fabrico de rolhas capsuladas.



Figura 4.10- Processo da colagem.

Na escolha final/embalagem (Figura 4.11), após a conclusão do processo produtivo, escolhe-se e acondiciona-se o produto finalizado em sacos resistentes. Aqui, o produto acabado é submetido a um processo de higienização e os sacos são selados hermeticamente, sendo que, em cada saco deve apenas conter rolhas com as mesmas características (IT.12, 2016).



Figura 4.11- Processo do embalamento.

No final o produto acabado embalado é expedido para a respetivas instalações dos clientes (IT.17, 2016).

Na Figura 4.12 está representado a planta da fábrica da J.A. Beira.

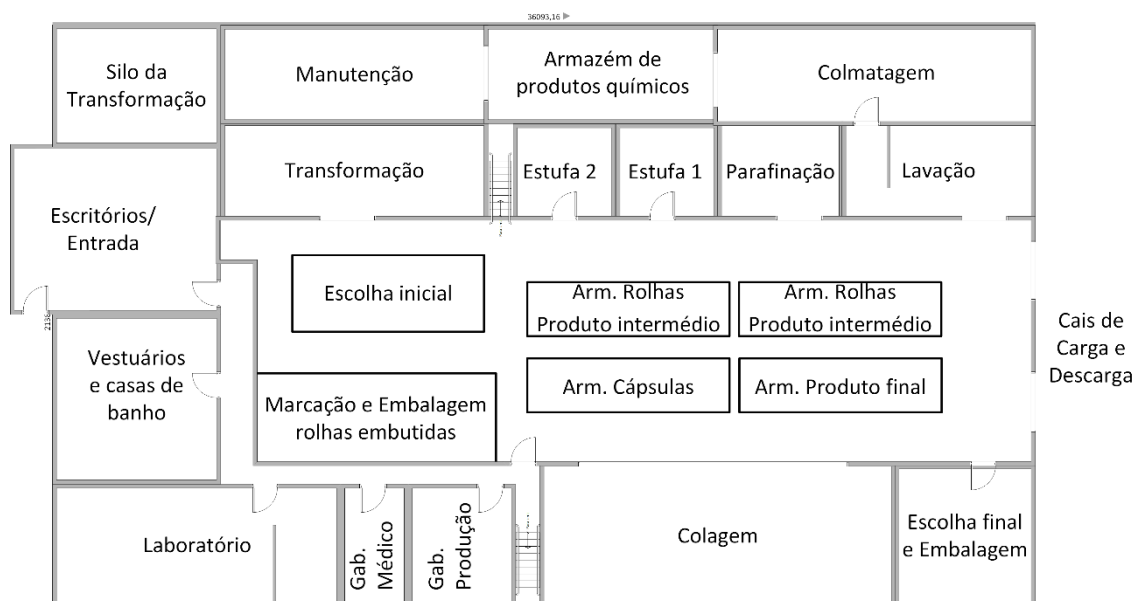


Figura 4.12- Planta das instalações da J.A. Beira (não se encontra à escala).

Em 2021 a J.A Beira vendeu 94.375.960 rolhas.

4.2. Relevância dos ODS para a J.A. Beira

Neste estudo são apenas avaliados os ODS relacionados com o ambiente, identificados na Figura 2.4. Segundo o Regulamento (UE) 2020/852, que estabelece os critérios para determinar se uma atividade económica é qualificada como sustentável do ponto de vista ambiental, é necessário que a empresa seja qualificada nos seguintes objetivos:

- a) A mitigação das alterações climáticas;
- b) A adaptação às alterações climáticas;
- c) A utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos;
- d) A transição para uma economia circular;
- e) A prevenção e o controlo da poluição;
- f) A proteção e o restauro da biodiversidade e dos ecossistemas.

Desta forma é possível perceber quais os ODS mais relevantes para a J.A. Beira. Na Figura 4.13



Figura 4.13- Importância e Exequibilidade dos ODS para a J.A. Beira.

Segundo a Figura 4.13, ficou estabelecido que os ODS 6, 7, 9, 12 e 13 são os mais relevantes estudar, de acordo com os recursos e objetivos da empresa. Os principais motivos para a escolhas de cada um destes ODS passam por:

É cada vez mais fundamental diminuir o consumo de água. Esta diminuição também é responsabilidade de todas as empresas. Com isto, é de grande relevância para a J.A. Beira procurar medidas de diminuição do consumo de água, e por sua vez, diminuir a água residual.



É de grande importância para J.A. Beira otimizar o seu consumo energético, aumentando a percentagem de consumo a partir de energias renováveis. Isto traz diversas vantagens para empresa, não só ambientais, como a redução da pegada de carbono, mas também económicos.



A J.A Beira tem de continuamente procurar modernizar os seus processos ao implementar equipamentos mais modernos e eficientes. Isto faz com que a empresa se torne mais sustentável.



Para a J.A. Beira é importante procurar medidas para tornar a produção mais eficiente e reduzir o desperdício de matérias-primas, levando a empresa para uma visão de Economia Circular.



É fundamental para todas as empresas diminuir o seu impacto ambiental. Desta forma, é necessário procurar medidas na J.A. Beira para reduzir as emissões de GEE, sejam estas direta ou indiretas.



4.3. Inventário de entradas e saídas de materiais desde a chegada de rolhas/granulado até ao final de vida

De forma a avaliar o impacto da J.A. Beira de acordo com os ODS seleccionados, é necessário, primeiramente, recolher todos os dados do inventário de entradas e saídas de materiais do processo produtivo da empresa.

Para isso foi realizado o inventário dos fluxos de materiais e energia desde a receção das rolhas/granulado até ao fim de vida das rolhas produzidas. Esta inventariação requer uma análise cuidada dos diversos processos. Foi utilizado uma unidade funcional (UF=1000 rolhas), que permite relacionar com a utilização de cada matéria-prima.

A inventariação dos fluxos de materiais e energia consumidos ou gerados durante o processo produtivo da J.A. Beira implica a listagem de matérias-primas, energia e

emissões para o ar, solo e água consumidos e gerados pelo processo em análise. Todos os dados obtidos são referentes ano de 2021.

Na Figura 4.14 estão esquematizadas quais as entradas e saída de matérias e energia em cada processo.

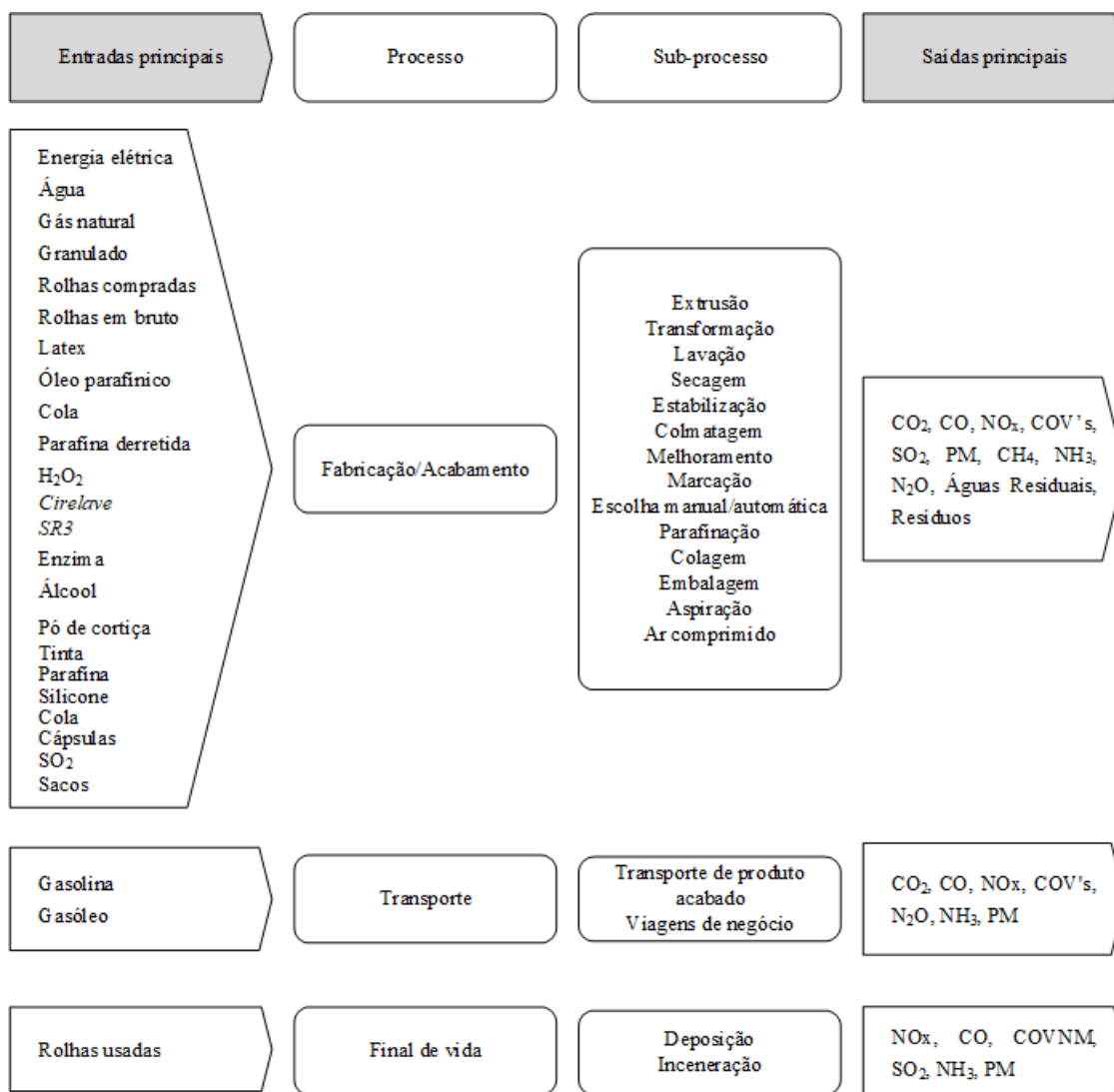


Figura 4.14- Entradas e saídas de materiais e energia do sistema em análise por subprocesso, desde a recepção das rolhas/granulado até ao fim de vida das rolhas produzidas.

Em seguida são apresentados, para cada um dos processos estudados do ciclo de vida das rolhas produzidas pela J.A. Beira, os materiais e energia usados bem como as emissões geradas para o ar, solo ou água. Os dados do inventário foram recolhidos a partir da consulta de vários documentos disponibilizados pela empresa ou por consulta de bibliografia.

4.3.1. Fabricação/Acabamento

Relativamente ao inventário de todos os materiais e energia usados no processo produtivo da J.A Beira, os dados foram recolhidos a partir de registos internos da empresa ou por medição direta.

Em relação ao inventário de energia, a empresa realiza medição direta em três subprocessos: extrusão, transformação e colagem. A energia consumida nas etapas da lavagem, marcação, escolha e parafinação foi estimada a partir dos diferentes manuais de instrução dos equipamentos utilizados nestas etapas. A restante energia foi obtida pela diferença entre as etapas anteriormente mencionadas e a energia total da J.A. Beira. Com isto, pode existir alguma incerteza associada a estes dados. Foi possível estimar a quantidade de matérias por UF utilizados nas etapas da extrusão, lavagem, parafinação e colagem através das instruções de trabalho disponibilizados pela empresa (Tabela 4.1).

Na saída estão expostas as emissões associadas ao consumo elétrico, obtidos a partir dos fatores de emissão (FE) presentes em (Lewis, 1997). Já nas emissões relativas à combustão de gás natural utilizada na caldeira, foram utilizados fatores de emissão presentes em (EMEP/EEAd, 2019), exceto o do dióxido de carbono, que foi retirado de (EIA, 2021). Relativamente às restantes entradas, os valores foram obtidos a partir de dados disponibilizados pela empresa ou pelas instruções de trabalho. No Anexo A estão disponibilizados todos os dados e cálculos necessários para obtenção dos valores obtidos relativos a todos os materiais e energia elétrica no inventário da Fabricação/Acabamento.

Tabela 4.1- Fluxos de entrada e saída de todo o processo produtivo da J.A. Beira por UF, no ano de 2021.

Processo	Subprocesso	Entrada (Unidade/UF)		Saída (kg/UF)		
Fabricação/ Acabamento	Extrusão	Energia Elétrica	6,68	kWh	CO ₂	4,10
					CO	8,18E-04
					NO _x	1,22E-02
					COV's	1,29E-03
					SO ₂	3,03E-02
					CH ₄	8,64E-03
					PM	1,43E-03
		Granulado	9,23	kg		
		Latex	185	mL		
		Óleo parafínico	18,5	mL		
		Cola	1,48	kg		
Parafina derretida	185	mL				

Otimização dos processos e recursos de uma indústria corticeira com base na sustentabilidade

Tabela 4.2- (Continuação) Fluxos de entrada e saída de todo o processo produtivo da J.A. Beira por UF, no ano de 2021.

Processo	Subprocesso	Entrada (Unidade/UF)		Saída (kg/UF)			
Fabricação/ Acabamento	Transformação	Energia Elétrica	5,89	kWh	CO ₂	3,61	
					CO	$7,20 \times 10^{-4}$	
					NO _x	$1,07 \times 10^{-2}$	
					COV's	$1,14 \times 10^{-3}$	
					SO ₂	$2,67 \times 10^{-2}$	
					CH ₄	$7,61 \times 10^{-3}$	
						PM	$1,26 \times 10^{-3}$
	Lavação	Energia Elétrica	1,35	kWh	CO ₂	0,830	
					CO	$1,66 \times 10^{-4}$	
					NO _x	$2,47 \times 10^{-3}$	
					COV's	$2,62 \times 10^{-4}$	
					SO ₂	$6,14 \times 10^{-3}$	
					CH ₄	$1,75 \times 10^{-3}$	
						PM	$2,89 \times 10^{-4}$
	Lavação	Água	0,0188	m ³	Água residual	18,61	
		H ₂ O ₂	0,0818	L			
		NaOH	0,0197	L			
		C ₆ H ₈ O ₇ · H ₂ O	0,157	L			
		Catalase	$3,04 \times 10^{-4}$	L			
		Álcool	$1,52 \times 10^{-3}$	L			
Marcação	Energia Elétrica	0,448	kWh	CO ₂	0,275		
				CO	$5,48 \times 10^{-5}$		
				NO _x	$8,18 \times 10^{-4}$		
				COV's	$8,66 \times 10^{-5}$		
				SO ₂	$2,03 \times 10^{-3}$		
				CH ₄	$5,79 \times 10^{-4}$		
					PM	$9,58 \times 10^{-5}$	
Escolha manual/ automática	Energia Elétrica	0,134	kWh	CO ₂	$8,20 \times 10^{-2}$		
				CO	$1,64 \times 10^{-5}$		
				NO _x	$2,45 \times 10^{-4}$		
				COV's	$2,58 \times 10^{-5}$		
				SO ₂	$6,07 \times 10^{-4}$		
				CH ₄	$1,73 \times 10^{-4}$		
					PM	$2,86 \times 10^{-5}$	
Parafinação	Energia Elétrica	0,511	kWh	CO ₂	0,313		
				CO	$6,25 \times 10^{-5}$		
				NO _x	$9,33 \times 10^{-4}$		
				COV's	$9,88 \times 10^{-5}$		
				SO ₂	$2,32 \times 10^{-3}$		
				CH ₄	$6,60 \times 10^{-4}$		
					PM	$1,09 \times 10^{-4}$	
Parafinação	Parafina	1,00	kg				
	Silicone	5,00	g				
Colagem	Energia Elétrica	1,48	kWh	CO ₂	0,907		
				CO	$1,81 \times 10^{-4}$		
				NO _x	$2,70 \times 10^{-3}$		
				COV's	$2,86 \times 10^{-4}$		
				SO ₂	$6,71 \times 10^{-3}$		
				CH ₄	$1,91 \times 10^{-3}$		
					PM	$3,16 \times 10^{-4}$	

Tabela 4.3- (Continuação) Fluxos de entrada e saída de todo o processo produtivo da J.A. Beira por UF, no ano de 2021.

Processo	Subprocesso	Entrada (Unidade/UF)			Saída (kg/UF)	
Fabricação/ Acabamento	Colagem	Cola	0,180	kg		
	Secagem				CO ₂	4,83
	Estabilização				CO	9,63×10 ⁻⁴
	Colmatagem				NO _x	1,44×10 ⁻²
	Melhoramento	Energia	7,87	kWh	COV's	1,52×10 ⁻³
	Embalagem	Elétrica			SO ₂	3,57×10 ⁻²
	Aspiração				CH ₄	1,02×10 ⁻²
	Ar comprimido				PM	1,68×10 ⁻³
	Instalação				CO ₂	2,93
					NO _x	1,52×10 ⁻⁴
		Gás natural	0,0535	m ³	CO	5,01×10 ⁻⁵
					SO _x	2,92×10 ⁻⁶
					PM	9,39×10 ⁻⁷
				COVNM	7,51×10 ⁻⁷	

É importante referir que para o consumo energético em Portugal é habitual utilizar o fator de emissão presente no Despacho n.º 17313/2008 de 26 de junho, no entanto este FE não especifica a emissão dos diferentes GEE, daí ter-se optado pelos fatores de emissão do (Lewis, 1997). Por outro lado, sendo o FE do Despacho n.º 17313/2008 mais baixo (0,47 kgCO₂eq/kWh) que o FE utilizado (que corresponde a cerca de 0,61 kgCO₂/kWh), ter-se-ia obtido uma emissão de CO₂ cerca de 23% menor.

Para além das saídas anteriormente mencionadas, a empresa produz outros resíduos. Estes resíduos estão associados, de uma forma geral, a todo o processo produtivo. Na Tabela 4.2 estão identificadas as produções dos restantes resíduos formados ao longo do processo produtivo, em kg e em mg por UF.

Tabela 4.4- Resíduos produzidos ao longo do processo produtivo, em 2021.

Resíduo	Código LER	Produção em 2021	
		kg	g/UF
Plástico	02 01 04	129	1,37
Serradura, aparas, fitas de aplainamento, madeira, aglomerados não abrangidos em 03 01 04.	03 01 05	2.060	21,83

Tabela 4.5- (Continuação) Resíduos produzidos ao longo do processo produtivo, em 2021.

Resíduo	Código LER	Produção em 2021	
		kg	g/UF
Outros resíduos não anteriormente especificados	03 01 99	1.280	13,56
Outros resíduos não anteriormente especificados	03 01 99	100	1,06
Resíduos de colas ou vedantes contendo solventes orgânicos ou outras substâncias perigosas.	08 04 09 *	220	2,33
Óleos minerais não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08 *	80	0,85
Outros solventes e misturas de solventes	14 06 03 *	164	1,74
Embalagens de papel e cartão	15 01 01	5.291,5	56,07
Embalagens de plástico	15 01 02	1.601,5	16,97
Embalagens de metal	15 01 04	772	8,18
Embalagens contaminadas por resíduos de substâncias perigosas	15 01 10 *	18	0,19
Embalagens de metal incluindo recipientes vazios sob pressão, com uma matriz sólida perigosa	15 01 11 *	18	0,19
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza, contaminados com	15 02 02 *	80	0,85
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção não abrangidos em 15 02 02	15 02 03	700	7,42
Resíduos orgânicos contendo substâncias perigosas	16 03 05 *	107	1,13
Metais	20 01 40	1.090,5	11,55
Outros resíduos urbanos e equiparados, incluindo mistura de resíduos	20 03 01	1.400	14,83

4.3.2. Transporte

Neste processo apenas se considerou o transporte externo da empresa, aquele que é realizado fora das instalações fabris, nomeadamente, no transporte por via terrestre (uso de carrinhas) de matéria-prima e rolas e veículos utilizados em viagens de negócios (uso de carros) (Tabela 4.3). A empresa contabiliza a quantidade de combustível que utiliza nos veículos, que é o principal consumo deste processo. Assim, foi possível calcular as

emissões resultantes da queima desses combustíveis a partir de fatores de emissão presentes em (EMEP/EEAc, 2019).

No Anexo B estão disponibilizados todos os dados e cálculos necessários para obtenção dos valores obtidos relativos a todos os materiais e energia elétrica no inventário do Transporte.

Tabela 4.6- Fluxos de entrada e saída do processo de Transporte de produto acabado e de viagens de negócio por UF, em 2021.

Processo	Subprocesso	Entrada (L/UF)	Saída (kg/UF)		
Transporte	Transporte de produto acabado	Gasóleo ¹	0,0452	CO ₂	0,121
				CO	2,82×10 ⁻⁴
				NO _x	5,69×10 ⁻⁴
				COV's	5,88×10 ⁻⁵
				N ₂ O	2,14×10 ⁻⁶
				NH ₃	1,45×10 ⁻⁶
				PM	4,20×10 ⁻⁵
	Viagens de negócio	Gasolina ¹	5,62×10 ⁻³	CO ₂	1,38×10 ⁻²
				CO	3,69×10 ⁻⁴
				NO _x	3,80×10 ⁻⁵
				COV's	4,38×10 ⁻⁵
				N ₂ O	8,97×10 ⁻⁷
				NH ₃	4,82×10 ⁻⁶
				PM	1,31×10 ⁻⁷

¹ Fatores de emissão relativos à emissão de compostos de combustão são apresentados em (EMEP/EEAc, 2019).

4.3.3. Final de vida

Relativamente ao destino das rolhas produzidas pela J.A. Beira a jusante do seu processo produtivo, foi realizado o inventário do processo de Fim de Vida (Tabela 4.4). A rolha, após utilização (vedação de uma garrafa de vinho), toma em geral o mesmo percurso dos resíduos sólidos urbanos (RSU), sofrendo aos mesmos processos de recolha e tratamento final. A recolha é essencialmente efetuada por meio rodoviário (camião) e os tratamentos de fim de vida são de dois tipos: a incineração ou a deposição em aterro. Nesta análise, o processo de reciclagem não será analisado, uma vez que, em Portugal ainda não apresenta uma relevância considerável.

De referir que o destino das rolhas depende das características das vias de fim de vida de cada país consumidor de vinho. No entanto, para este estudo, foi considerado apenas o destino dos RSU em Portugal, referidos no Anexo C. Com isto, sabe-se que 32% das rolhas foram vendidas em Portugal. São esses 32% que irão ser avaliados.

Sabendo qual o destino das rolhas produzidas pela J.A. Beira, foram calculadas as emissões de diferentes compostos, segundo fatores de emissão presentes em (EMEP/EEAa, 2019), no caso da deposição, e em (EMEP/EEAb, 2019) para a inceneração.

No Anexo C estão disponibilizados todos os dados e cálculos necessários para obtenção dos valores obtidos relativos a todos os materiais e energia elétrica no inventário do Final de Vida.

Tabela 4.7- Fluxos de entrada e saída do processo de Fim de Vida por UF, em 2021.

Processo	Subprocesso	Entrada (kg/UF)	Saída (kg/UF)	
Final de vida	Deposição	1,90	COVNM	$2,96 \times 10^{-3}$
			PM	$4,15 \times 10^{-7}$
			NOx	$5,50 \times 10^{-4}$
			CO	$2,11 \times 10^{-5}$
	Inceneração	0,51	COVNM	$3,03 \times 10^{-6}$
			SO2	$4,47 \times 10^{-5}$
			NH3	$1,54 \times 10^{-6}$
			PM	$1,54 \times 10^{-6}$

De referir que os valores apresentados da saída de gases são apenas estimativos uma vez que se referem a RSU e não especificamente a rolhas de cortiça.

Todos os exemplos de cálculo necessários para a realização do inventário estão expostos no Anexo D.

5. Medidas de otimização para atingir os ODS

Neste capítulo, primeiramente, irão ser propostos medidas para melhorar o desempenho do processo produtivo da J.A. Beira. Por fim, é feita uma relação das propostas analisadas com os ODS, percebendo se, para a empresa, estas medidas são viáveis.

5.1. Minimizar o consumo de Água

5.1.1. Consumo de água da J.A. Beira

A J.A. Beira apresenta dois tipos de consumo de água, consumo da rede e consumo a partir de um furo. O consumo de água a partir da rede, tem como destino as instalações gerais da fábrica, como instalações sanitárias, refeitório, laboratório, etc. Relativamente ao consumo de água a partir do furo é utilizado no processo produtivo da empresa, unicamente na etapa da lavação. Com isto, na Figura 5.1 está apresentado o consumo de água do furo e da rede em cada mês do ano de 2021.

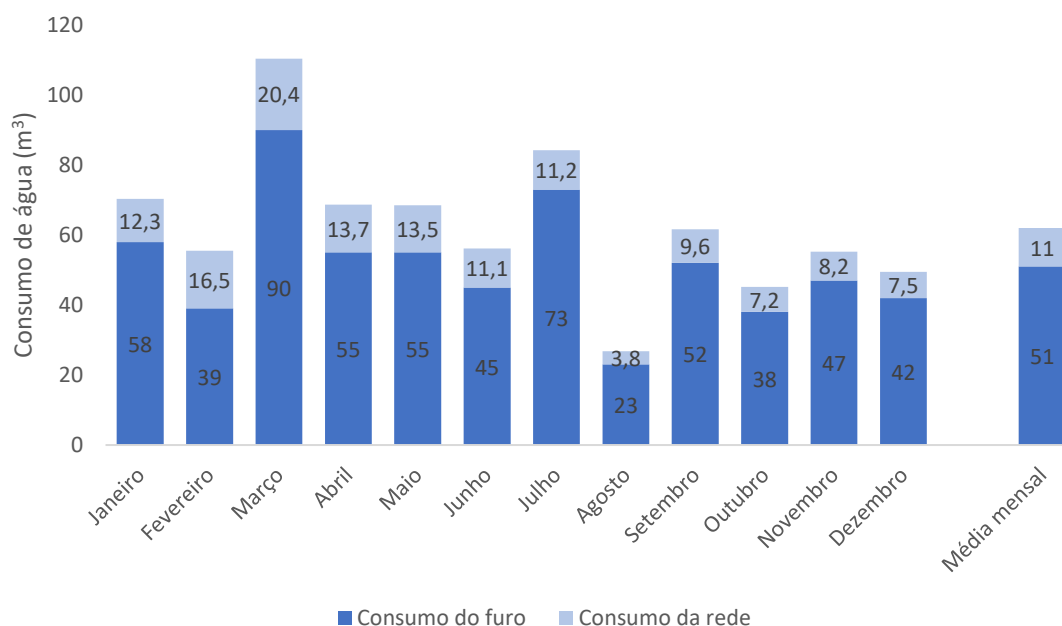


Figura 5.1- Consumo de água (m³) do furo e da rede em cada mês do ano 2021.

5.1.2. Otimização do consumo de água na lavação

A etapa da lavação ocorre num bombo, tal como representado na Figura 4.4, e é a única etapa do processo produtivo onde existe consumo de água. Sendo assim, é de grande importância procurar medidas para reduzir o consumo de água.

A lavação ocorre a partir de vários programas, já estipulados para os diferentes tipos de rolha. Ou seja, independentemente do número de rolhas que entram numa lavação, o consumo de água é sempre o mesmo. Com isto, é imprescindível otimizar o número de rolhas que entram no bombo da lavação, procurando sempre estando perto da capacidade máxima.

A J.A. Beira mantém registo de todos os tipos de lavação realizados ao longo do ano. Com isto, foi possível perceber qual a capacidade de rolhas em cada lavação realizada. No Anexo B estão expostos todos os dados relativos à etapa da lavação.

No ano de 2021 foram realizadas 1018 diferentes lavações, que no qual foram lavadas 32.888.454 rolhas. No entanto, sabendo que a capacidade máxima do tombo é de cerca de 50.000 rolhas, ao realizar o mesmo número de lavações, seria possível lavar cerca de 50.900.000 rolhas, ou seja, o consumo de água passaria de 0,0188 m³/UF (Tabela 4.1) para 0,0121 m³/UF, uma redução de 35%. Com isto, o principal objetivo é reduzir o número de lavações.

Para uma capacidade do bombo perto do seu máximo, e sabendo que foram lavadas 32.888.454 rolhas em 2021, seria necessário realizar, no mínimo, 658 lavações, ou seja, uma redução de 360 lavações, o que equivale a uma poupança de cerca de 246 m³ de água.

Percebe-se assim que esta etapa precisa de especial atenção, sendo necessário haver um planeamento para que apenas se realize a lavação quando existir um número de rolhas perto da capacidade do bombo, isto sem prejudicar as etapas a jusante.

5.2. Minimizar o desperdício de matérias-primas

5.2.1. Implementação de um sistema de registo de materiais

A recolha do inventário de entradas e saídas do processo produtivo da empresa é uma ferramenta muito útil para perceber a quantidade de materiais utilizados. Esta ferramenta, tem sido cada vez mais utilizada pelas empresas uma vez que possibilita às mesmas avaliar o consumo de energia, materiais e os seus impactos ambientais,

facilitando a identificação de alguma possível anormalidade no consumo de materiais. Desta forma, a empresa poderá formular medidas de otimização desse consumo anormal.

Era de grande relevância fazer um inventário anual para cada um dos tipos de rolhas, ou seja, recolher todos os dados relativos a entradas e saídas de materiais e energia relativos a cada um dos tipos de rolha produzidos pela J.A. Beira. Com isto, o trabalho realizado constitui um dos primeiros passos nesse sentido. Para além do tipo de rolha, é necessário ter em conta o seu calibre, uma vez que o tamanho da rolha vai influenciar a limitação dos diferentes equipamentos utilizados no processo produtivo.

5.2.2. Diminuir o consumo de reagentes utilizados na Lavação

Para além de água, a lavação utiliza outros reagentes. Ao reduzir o número de lavagens utilizando o mesmo raciocínio anteriormente mencionado, é natural que o consumo destes reagentes também vá diminuir. Com isto, ao ser possível reduzir 360 lavações, o consumo atual dos reagentes pode diminuir até 35%. Na Tabela 5.1 estão indicados os consumos atuais dos reagentes, o consumo mínimo e a possível poupança total em 2021.

Tabela 5.1- Consumo atual e mínimo (L/UF) dos reagentes utilizados na lavação e a possível poupança total em 2021.

Regentes	Consumo atual (L/UF)	Consumo mínimo (L/UF)	Poupança total anual (L)
H ₂ O ₂	0,0818	0,0528	953,9
Solução NaOH	0,0197	0,0127	229,4
C ₆ H ₈ O ₇ · H ₂ O	0,157	0,1013	1829,9
Catalase	3,04E-04	1,96E-04	3,5
Álcool	1,52E-03	9,81E-04	17,7

Como é possível perceber, a possível poupança nos reagentes como H₂O₂ e C₆H₈O₇ · H₂O é significativa, realçando mais uma vez a importância em otimizar esta etapa.

5.2.3. Reutilização de rolhas excluídas

Ao longo do processo de produção existem a exclusão de rolhas com defeitos, principalmente na etapa da escolha, onde se faz a avaliação das condições das rolhas. Uma medida de Economia Circular adotada pela empresa foi a incorporação dessas rolhas de volta ao processo produtivo através da sua trituração, realizado numa empresa subcontratada pela J.A. Beira. A apara resultante pode ser utilizada na produção de rolhas aglomeradas a partir da extrusão. Em 2021, a J.A. Beira aproveitou um total de 2.786,3 kg de apara de cortiça, o que corresponde a cerca de 301.874 rolhas de cortiça.

5.3. Minimizar o consumo energético

5.3.1. Consumo energético da J.A. Beira

Os dados relativos ao consumo energético da J.A. Beira foram disponibilizados pela empresa. Na Figura 5.2 estão expostos os consumos de energia (tep) em cada mês, em 2021.

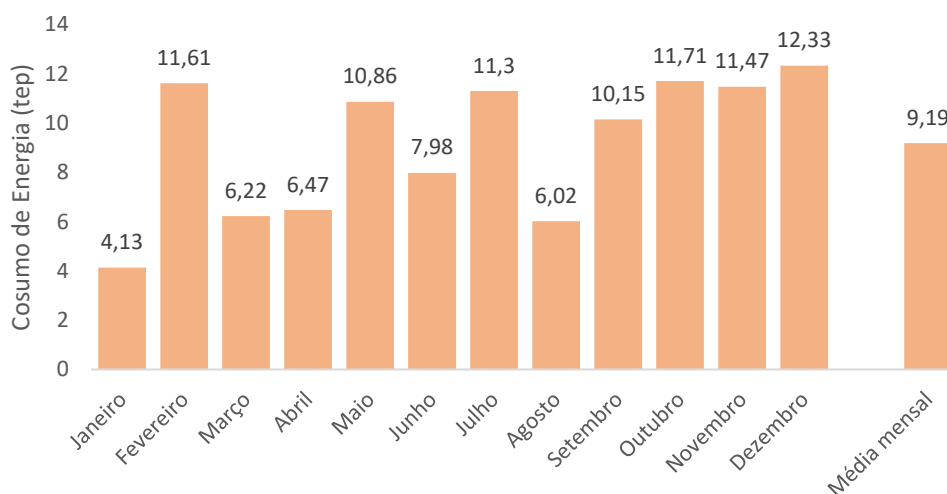


Figura 5.2- Consumo energético (tep) da J.A. Beira em 2021.

O fornecedor de eletricidade da J.A. Beira é a empresa Fenosa. Com isto, é importante saber qual a origem da energia que é fornecida à empresa. Na Figura 5.3 está representado a origem da energia fornecida à J.A. Beira em 2021.

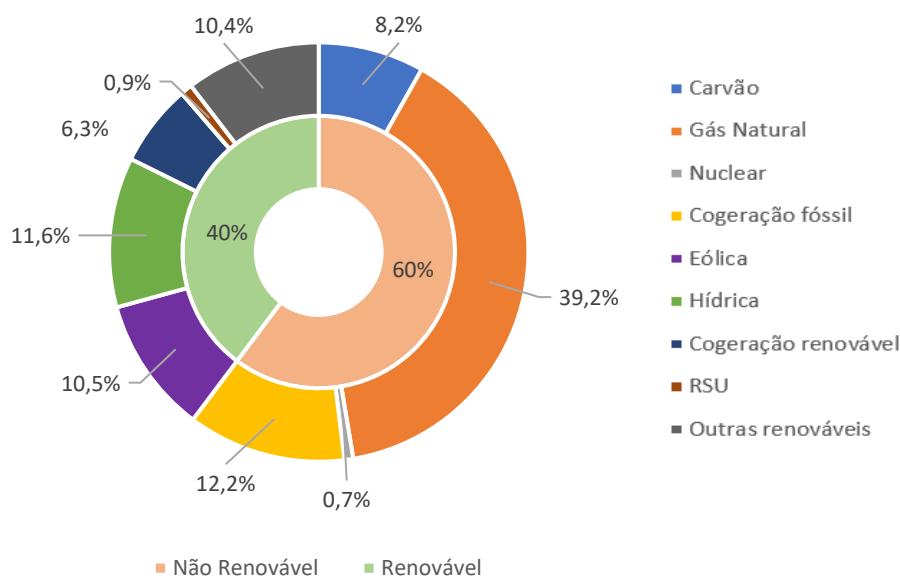


Figura 5.3- Origem da energia fornecida à J.A. Beira em 2021.

5.3.2. Instalação de contadores nos setores

Atualmente a empresa faz medição de energia elétrica em três setores da produção: transformação, extrusão e colagem. É de grande importância perceber qual o consumo energético dos diferentes setores da empresa, mesmo não sendo uma medida que reduza diretamente a eletricidade consumida, ajuda a determinar quais os setores que mais consomem energia elétrica e com isto, monitorizar esse consumo ao longo dos anos e também procurar medidas para diminuir o consumo. Desta forma, é mais fácil tomar medidas para reduzir o consumo energético nos principais setores, bem como, verificar a existência de uma determinada anomalia. Para além disto, tornaria a recolha de dados a partir do inventário mais correta.

Os principais setores onde a instalação de contadores de eletricidade se justifica são na parafinação, marcação, lavação, escolha e embalagem.

No decorrer do trabalho, foram instalados contadores associados ao compressor e a aspiração na transformação.

5.3.3. Plano de implementação de painéis fotovoltaicos

As fontes de energia renováveis estão a tornar-se cada vez mais populares no que diz respeito à poluição e à não sustentabilidade das fontes de energia comuns. Um dos

recursos mais abundantes é a energia solar, que se manifesta diretamente, como irradiação solar. A forma mais eficiente de obter energia elétrica é a partir da irradiação solar direta através de células fotovoltaicas (FV).

A J.A. Beira tem planeado a instalação de painéis fotovoltaicos nas suas instalações. A proposta técnica foi realizada pela empresa AXPO em fevereiro de 2022. Neste estudo considerou-se que a instalação do campo fotovoltaico seria realizada na cobertura da fábrica, com um ângulo de azimute e ângulo de inclinação dos módulos otimizado, de acordo com as coordenadas geográficas do local.

Desta forma, segundo um software europeu especializado, foi simulado uma central fotovoltaica de potência pico de 199,80 kWp e potência nominal de 160,00 kWn (AXPO, 2022).

Segundo os dados do consumo de energia elétrica em 2020, foi estimado a produção de energia necessário para o sistema FV ao longo dos meses, representado na Figura 5.4.

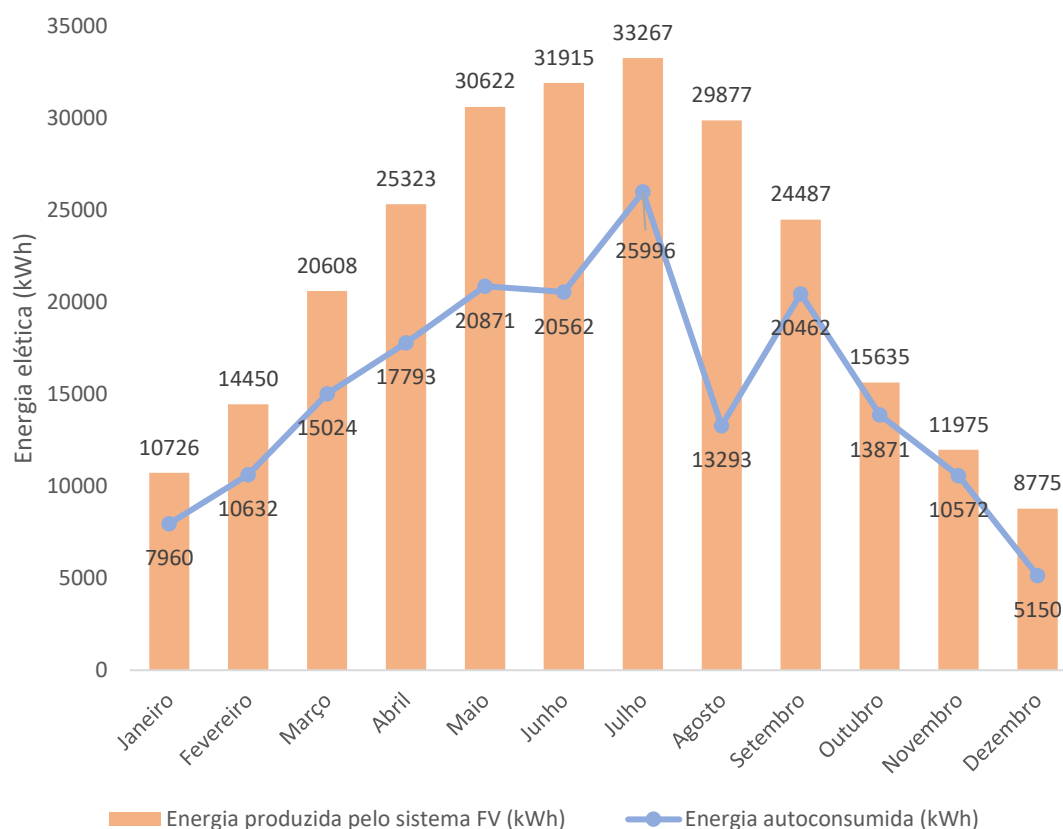


Figura 5.4- Produção de energia pelo sistema FV e a energia autoconsumida ao longo dos meses, segundo os dados do consumo de energia elétrica de 2020 (Adaptado de (AXPO, 2022)).





Ficou estipulado que a percentagem de autoconsumo seria de 71%.

O dimensionamento da solução fotovoltaica foi realizado obedecendo os critérios:

- Os dados de consumo de energia elétrica de janeiro de 2020 a dezembro de 2020;
- A otimização económica do projeto, de acordo com o modelo de remuneração pela venda de excedente à rede previsto na legislação;
- A área existente para a implementação do campo fotovoltaico.

Segundo o projeto técnico realizado pela AXPO, na Tabela 5.2 estão indicados os componentes que fazem parte do campo fotovoltaico projetado para a J.A. Beira.

Tabela 5.2- Componentes que fazem parte do campo fotovoltaico projetado para a J.A. Beira (Adaptado de (AXPO, 2022)).

	Componentes	Quantidade
	Módulos fotovoltaicos LR5-HPH 540 ou similar	370
	Inversores Huawei Sun2000 10KTI/ Huawei Sun2000 60KTL ou similar	2
	Equipamento para monitorização da central fotovoltaica	1
	Estruturas de fixação. Proteção de interligações à RESP. Equipamentos de proteção. Serviços de engenharia e formação. Acompanhamento na ligação à rede e instalação.	1

Na Figura 5.5 está representado o esquema geral da zona de instalação dos painéis fotovoltaicos na fábrica da J.A. Beira, realizado pela “sinersol”.

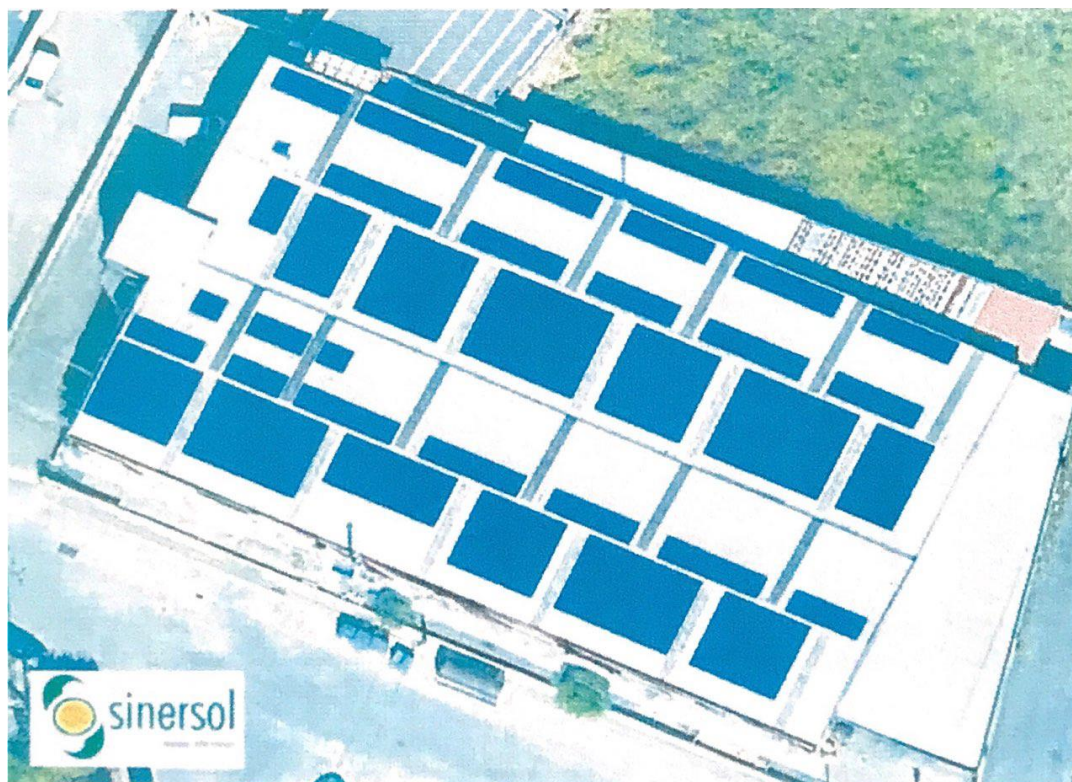


Figura 5.5- Esquema geral da zona de instalação dos painéis fotovoltaicos na fábrica da J.A. Beira (Retirado de (AXPO, 2022)).

Estima-se que com a instalação de painéis fotovoltaicos a J.A. Beira conseguirá poupar ao longo de 25 anos um valor acumulado de 708.971€, obtendo uma energia autoconsumida de 182 MWh no primeiro ano (AXPO, 2022).

5.4. Minimizar o consumo de gás natural

O gás natural é utilizado na caldeira da lavação, no gerador de ar quente da estufa e nas marcadeiras a fogo utilizadas na marcação. Em 2021 foi utilizado cerca de 6.199,0 kg de gás natural, sendo um valor considerável. Este gás é muito poluente e apresenta um grande impacto ambiental, daí ser muito importante procurar medidas para reduzir o seu consumo.

5.4.1. Substituição do gerador de ar quente da estufa

Atualmente, a J.A. Beira apresenta um gerador de ar quente necessário para aquecer a estufa. Este gerador, tal como anteriormente dito, é alimentado com gás natural e já é relativamente antigo. A J.A. Beira utiliza um gerador Blowthermw3 IH/AR 75 com

uma potência elétrica de 1,1 kW e capacidade de produção de 5.500 m³/h de ar, a uma temperatura entre 38-43°C (Figura 5.6).



Figura 5.6- Gerador de ar quente utilizado na J.A. Beira.

Com isto, surge uma oportunidade de melhoria ao substituir este gerador por um gerador alimentado com biomassa. Para além de eliminar a utilização de gás natural, é possível aproveitar o pó de cortiça que é gerado na transformação como combustível do próprio gerador. De referir que este pó já era valorizado energeticamente por uma empresa subcontratada, e assim, passa a ser utilizada na própria empresa.

Posto isto, com base nas especificações do gerador atual da empresa, foi possível recolher alternativas disponíveis no mercado. Um exemplo de gerador de ar quente a biomassa disponível no mercado é a gama de geradores da MET MANN (Figura 5.7).



Figura 5.7- Gerador de ar quente BIO MANN (Adaptado de (MET MANN, 2022)).

Na Tabela 5.3 estão identificados alguns dos modelos disponíveis deste gerador de ar quente (MET MANN, 2022).

Tabela 5.3- Diferentes modelos do gerador de ar quente BIO MANN e as respetivas especificações (Adaptado de (MET MANN, 2022)).

Modelo	Potência kW	Rendimento %	Caudal de ar m ³ /h	Aumento térmico °C	Potência elétrica kW	Custo €
BM 050	43	>90	4.000	28	0,79	9.208
BM 070	69	>90	5.000	36	0,76	12.422
BM 105	100	>90	7.100	37	1,50	14.153
BM 160	145	>90	11.000	38	2,20	18.187

Considerando os modelos apresentados na Tabela 5.3, o seu custo e a necessidade atual de ar quente, considerou-se que o Modelo BM 050 era capaz de substituir o atual gerador de ar quente.

5.4.2. Substituição da marcadeira a fogo

Outra oportunidade de melhoria na empresa é a substituição das marcadeiras a fogo, que utilizam o gás natural, por marcadeiras a laser. Estas marcadeiras são mais

avançadas e precisas, e para além de não necessitarem a utilização de gás natural, não requerem a utilização de carimbos, que podem se tornar dispendiosos. A empresa Portlaser tem disponível um modelo de marcadeira a laser, a PTL C Mark CORKTOPS 2 (Figura 5.8).



Figura 5.8- Marcadeira a laser PTL C Mark CORKTOPS 2 (Obtido de (Portlaser, 2022)).

Esta marcadeira tem uma capacidade produtiva de 12.000 rolhas/hora e uma potência elétrica entre 0,75-1 kW (Portlaser, 2022). Ao comparar com as duas marcadeiras a fogo utilizadas pela empresa, uma com capacidade de 10.000 rolhas/hora e potência de 1,1 kW (MF/C-3000) e outra com capacidade de 6.000 rolhas/hora e potência 0,8 kW (MCT), é possível afirmar que a marcadeira a laser em questão é uma boa alternativa.

Tendo em conta que a marcadeira a laser da Portlaser tem um preço a rondar os 60.000€, valor este obtido a partir do contacto com a mesma, a J.A. Beira terá de analisar se o investimento é viável.

Para além destas medidas, a redução do número de lavagens na lavação levaria a uma redução de gás natural consumido na caldeira da lavação.

Não foi possível estimar qual a diminuição do consumo de gás natural após propor estas medidas uma vez que a empresa não mede separadamente o uso deste gás. Mesmo assim, sabe-se que com a implementação destas medidas, a empresa passa apenas a consumir gás natural na caldeira da lavação, o que significa uma redução considerável do consumo deste gás.

5.5. Melhoramento dos meios de transporte da J.A Beira

Uma medida cada vez mais implementada nas empresas é a substituição dos veículos a combustão por veículos elétricos. A J.A. Beira está sensibilizada para esta implementação, tendo já adquirido dois veículos elétricos, no entanto, atualmente ainda possui dois veículos ligeiros a combustão, utilizados para realização de viagens de negócios pelos colaboradores da empresa. Estes veículos consumiram em 2021, 530,4 L de gasolina 95 simples. Tendo em conta o custo médio da gasolina 95 simples em 2021 foi de 1,615 €/L (DGEG, 2022), a J.A Beira teve, nesse mesmo ano, um custo total de cerca de 856,5€.

Para além da questão económica, a substituição destes veículos por veículos elétricos permite que se extinga emissões diretas de GEE para atmosfera.

Atualmente existe um leque significativo de veículos elétricos no mercado. Na Tabela 5.4 estão identificados alguns dos veículos mais comuns, disponíveis em Portugal, indicando o respetivo preço e a autonomia.

Tabela 5.4- Alguns veículos elétricos disponíveis no mercado, indicando o respetivo preço e autonomia.

Veículo	Preço (€)	Autonomia (km)	Referência bibliográfica
Zoe E-Tech	33.500	558	(Renault, 2022)
Nissan LEAF	29.400	385	(Nissan, 2022)
Peugeot E-208	25.775	362	(Peugeot, 2022)
Dacia Spring	17.500	230	(Dacia, 2022)

Com base nos veículos apresentados, cabe à empresa decidir se a compra de veículos elétricos, de forma a substituir os veículos a combustão, é viável

economicamente. Tendo em conta que, numa perspetiva ambiental da sustentabilidade, esta substituição é claramente viável.

5.6. Relação entre as medidas estudadas com os ODS

Todas as medidas anteriormente mencionadas tem por objetivo encaminhar a J.A. Beira para um caminho mais sustentável e foram propostas tendo por base os ODS relevantes para a empresa.

Assim, as medidas de melhoria propostas à empresa estão direcionadas para um ou mais ODS:

➤ Otimização do consumo de água na lavação:

Tendo em vista a diminuição do consumo de água, uma preocupação constante das empresas, procurou-se oportunidades de melhoria na utilização deste bem essencial. Uma medida já implementada pela empresa foi a substituição de torneiras manuais por torneiras automáticas.

Em relação ao processo produtivo, apenas a lavação utiliza água, com isto, ao analisar esta etapa percebeu-se que era possível otimizá-la ao reduzir o número de lavagens tendo por base a utilização do bombo perto da sua capacidade máxima. Ao reduzir o número de lavagens necessárias para o número de rolhas produzidas, é possível reduzir significativamente o consumo de água,

Podemos então afirmar que esta medida está direcionada para o ODS 6, sendo que esta otimização também está de acordo com ODS 12.

➤ Implementação de um sistema de registo de materiais

Esta medida, apesar de não ser uma forma de otimização direta, ajuda a identificar os gastos da empresa, para assim, ser possível propor medidas de otimização caso necessário, tal como explicado na etapa do Inventário da ACV. Assim, de acordo com o ODS 9, que se foca na investigação e inovação através de equipamentos ou programas, e com o ODS 12, que procura uma produção e consumo sustentável, esta medida está direcionada para estes objetivos.

➤ **Diminuição do consumo de reagentes utilizados na lavação**

Da mesma forma que a redução de lavagens reduz o consumo de água, também vai diminuir o consumo de todos os reagentes utilizados na lavação, ou seja, esta medida está igualmente direcionada para o ODS 12. Para além disto, ao reduzir o número de lavagens, faz com que haja uma redução do consumo energético, ou seja, direcionada para o ODS 7.

➤ **Reutilização de rolhas excluídas**

Outra medida tendo em vista o ODS 12 implementada pela empresa é a reutilização de rolhas excluídas. Estas rolhas são excluídas ao longo do processo caso apresentem algum tipo de anomalia, daí existir a etapa da escolha. Ao reutilizar estas rolhas, triturando-as e voltando a entrar no processo produtivo como granulado, estamos perante uma medida que respeita a economia circular.

➤ **Instalação de contadores nos setores**

Esta medida também não é uma forma de otimização direta, mas é de grande importância. De forma a obter um consumo mais preciso do gasto de energia em cada etapa, é necessário implementar contadores em cada um dos setores. Esta implementação ajuda, mais uma vez, a identificar se há um consumo anormal em algum dos setores, para assim, corrigir e otimizar a respetiva etapa. Desta forma, esta medida está ligada à eficiência do consumo energético, ou seja, ao ODS 7 e à inovação tecnológica, ou seja, ao ODS 9.

➤ **Plano de implementação de painéis fotovoltaicos**

A implementação de painéis fotovoltaicos na J.A. Beira é um passo importante para o caminho da sustentabilidade da empresa. Esta medida está diretamente relacionada com o ODS 7, mas para além desta, está relacionada com o ODS 9, na medida em que é uma alternativa de inovação a nível sustentável, e com o ODS 13, uma vez a utilização de uma fonte renovável de energia elimina a emissão indireta de GEE da empresa.

➤ **Substituição do gerador de ar quente**

A substituição do gerador de ar quente a gás natural por um a biomassa é uma boa oportunidade de melhoria. Primeiramente, sendo o gerador atual da empresa antigo, ao

substituí-lo por um gerador moderno e mais eficiente faz cumprir com o ODS 9. Em segundo lugar, com a troca de gás natural, que é um combustível fóssil, por biomassa faz reduzir o impacto ambiental, ao reduzir as emissões de GEE para a atmosfera, ou seja, favorece o ODS 13. Para além disto, visto que a biomassa utilizada no gerador provem de resíduos formados numa das etapas do processo produtivo (pó de cortiça), faz com a reutilização deste resíduo favoreça uma economia circular e o ODS 12.

➤ **Substituição da marcadeira a fogo**

A substituição das marcadeiras a fogo por marcadeiras a laser é algo a ter em conta pela empresa. Esta substituição, não só melhora a eficiência e moderniza o processo de marcação, ajudando a atingir o ODS 9, como elimina a necessidade de utilização de gás natural, que, como anteriormente referido, favorece o ODS 13.




















➤ **Substituição dos veículos ligeiros a combustão**

Por fim, a medida de substituição de veículos a combustão por veículos elétricos acaba por ser sempre uma boa oportunidade de melhoria. É uma medida simples e eficaz uma vez que, principalmente, elimina a emissão de GEE, favorecendo o ODS 13, modernizando os veículos da empresa, ou seja, relacionado com o ODS 9.

5.7. Viabilidade das medidas propostas de melhoria

Por fim, foi discutido qual a viabilidade de implementação das medidas propostas. A viabilidade destas medidas foi definida pela empresa. Na Tabela 5.5 estão indicados os ODS relacionados, os indicadores estudados e a viabilidade para cada uma das medidas propostas, ordenados de A a I.

Tabela 5.5- Relação dos ODS, indicadores e a viabilidade para cada uma das medidas proposta.

Medida	ODS	Indicadores	Viabilidade
A Otimização do consumo de água na lavação	 	- Consumo de água Nº lavações	Viável
B Implementação de um sistema de registo de materiais	 	- Consumo de materiais por UF	Viável
C Diminuição do consumo de reagentes utilizados na lavação	 	- Consumo de reagentes - Nº de lavações	Viável
D Reutilização de rolhas excluídas		- Nº de rolhas excluídas	Implementado
E Instalação de contadores nos setores	 	- Consumo energético	Viável e em curso
F Plano de implementação de painéis fotovoltaicos	  	- Autoconsumo - Potência instalada - Área de instalação	Viável e em curso
G Substituição do gerador de ar quente da estufa	  	- Potência e Capacidade do gerador - Custo	Viável, mas necessária certificação
H Substituição da marcadeira a fogo	 	- Potência e capacidade da marcadeira a laser - Custo	Não viável
I Substituição dos veículos ligeiros a combustão	 	- Autonomia - Custo	Viável e em curso

Com podemos perceber pela Tabela 5.5, a única medida que não é viável para a empresa é a H, isto porque, segundo a empresa, o custo de uma marcadeira a laser é neste momento demasiado elevado. Mesmo assim é uma medida interessante e significativa e por isso, é algo a ter em conta no futuro. Relativamente às restantes medidas, a empresa considera que são todas viáveis, sendo que a medida D já está implementada e as medidas, E, F e I estão a ser implementadas. Relativamente à medida G, a empresa considera ser viável, no entanto, o gerador tem de ser certificado do ponto de vista sustentável. Para a empresa, a medida B só é viável ao realizar o inventário separado para cada calibre de rolhas. As medidas A e C, que estão relacionadas com a mesma etapa são viáveis, sendo que a empresa vai ter em atenção esta medida.

6. Conclusão e propostas para trabalhos futuros

Neste estudo foi proposto analisar todo o processo produtivo da empresa J.A. Beira, especializada na produção de vários tipos de rolhas de cortiça, de forma a procurar propostas de melhoria do ponto de vista ambiental, com base nos ODS.

Ficou estabelecido que os ODS relacionados com o ambiente mais relevantes de analisar, de acordo com os recursos e objetivos da empresa, são os ODS 6, 7, 9, 12 e 13.

Como ferramenta para melhor analisar e perceber os consumos de matérias e energia elétrica da empresa, foi realizado um inventário, como preconizado pela metodologia ACV, de fluxos de materiais e energia consumidos ou gerados durante o processo produtivo da J.A. Beira. O inventário realizado refere-se ao ano de 2021, onde se produziu, na empresa, 94.375.960 rolhas. De forma relacionar com a utilização de cada matéria-prima foi definido uma unidade funcional de 1000 rolhas. Foram recolhidos dados de três processos referentes à produção de rolhas de cortiça da J.A. Beira: Fabricação/Acabamento, Transporte e Final de Vida das rolhas:

Na Fabricação/Acabamento foram contabilizadas as entradas de materiais e energia elétrica e todas as saídas de emissões indiretas de gases poluentes, água residual e resíduos, deste a receção de rolhas/granulado até à saída de rolhas finalizadas. Esta contabilização foi obtida de diferentes formas, com base na etapa do processo produtivo. Em algumas etapas existe a medição direta dos materiais e energia elétrica consumida, no entanto, para outras etapas foi necessário estimar o consumo de materiais, a partir das instruções de trabalho, e do consumo de energia elétrica, a partir dos manuais de instrução referente aos equipamentos respetivos. Desta forma, pode-se afirmar que existe algum erro associado a esses valores, algo que nos trabalhos futuro deve-se ter em conta. Para além disto, a escolha dos fatores de emissão associados ao consumo energético, presente em (Lewis, 1997), deveu-se ao facto de ser feita a especificação de cada um dos gases poluentes, enquanto no Despacho n.º 17313/2008, os FE não especificam a emissão dos diferentes GEE.

No Transporte considerou-se o transporte realizado pelos veículos pesados da empresa das rolhas produzidas aos respetivos clientes e à utilização de veículos ligeiros para viagens de negócio. Para tal, foi contabilizado o consumo de gasolina (veículos ligeiros) e de gasóleo (veículos pesados).

No Final de Vida foi estimado o comportamento do final de vida das rolhas produzida pela J.A. Beira após utilização da mesma pelo consumidor final. Aqui apenas foram contabilizadas as rolhas vendidas para o mercado nacional, que se refere a 32% da produção da empresa. Nesta estimativa foi considerado que as rolhas seriam inseridas nos RSU, sendo que a reciclagem das mesmas, em Portugal ainda não apresenta uma relevância considerável. Com base no destino final dos RSU em Portugal, considerando que as rolhas de cortiça podem ser depositadas em aterro ou incineradas, foi possível estimar qual o comportamento das rolhas produzidas na J.A. Beira. Os valores obtidos podem apresentar algum erro devido à incerteza associada com o destino final das rolhas e de cada tipo de rolha.

Este inventário poderia ser otimizado ao realizá-lo para cada um dos tipos de rolha e respetivos calibres. Desta forma seria possível reduzir os erros associados, obtendo valores mais precisos. De referir que o inventário realizado neste estudo teve como principal objetivo melhorar o tratamento de dados da empresa, ao comparar anualmente o consumo de materiais e energia e emissão gases e resíduos, estabelecendo-se como uma base para trabalhos futuros.

Posto isto, foram propostas várias medidas de melhoramento do processo a nível ambiental, tendo por base o inventário, de forma a poder estimar, se possível, a redução do consumo de algum material/energia. As medidas propostas focaram-se na minimização do consumo de água, do desperdício de matérias-primas, de energia e de gás natural, bem como no melhoramento dos transportes da empresa.

Relativamente à minimização do consumo de água, foi possível otimizar a etapa da lavagem, conseguindo-se reduzir em cerca de 35% o consumo de água. O mesmo se pode dizer sobre o consumo de reagentes utilizados na mesma etapa.

Com o âmbito de minimizar o desperdício de matérias-primas, foi proposto a realização contínua do inventário realizado neste estudo num período anual, tendo em conta as medidas de melhoria consideradas na realização deste inventário. Para além disto, a medida de reutilização de rolhas excluídas permitiu à empresa aproveitar um total de 2.786,3 kg de aparas de cortiça em 2021, o que corresponde a cerca de 301.874 rolhas de cortiça.

Em relação ao consumo energético, foi proposto a implementação de contadores nos restantes setores da fábrica, medida que se considera muito relevante, permitindo um

maior controlo do consumo de energia elétrica nas diferentes etapas do processo produtivo, algo que a empresa já tem em consideração. A medida mais significativa neste aspeto, é a implementação de painéis FV, medida esta que já começou a ser implementada na empresa, permitindo poupar ao longo de 25 anos um valor acumulado de 708.971€, obtendo uma energia autoconsumida de 182 MWh no primeiro ano.

Também foi possível encontrar medidas para minimizar o consumo de gás natural da empresa. A substituição do gerador de ar quente a gás natural por um a biomassa, não só eliminava o consumo de gás natural, como permitia a reutilização de resíduos formados no processo da empresa, como a o pó de cortiça gerado na transformação, como combustível necessário para o novo gerador de ar quente. Esta medida está relacionada com a Economia Circular. Para além disto, seria interessante do ponto de vista ambiental, substituir a marcadeira a fogo utilizada na marcação por uma marcadeira a laser, o que permitia a eliminação da utilização de gás natural, não requerendo a utilização de carimbos, que podem se tornar dispendiosos. Associado à redução do número de lavagens na lavação, haveria também uma redução de gás natural consumido na caldeira da lavação. Não foi possível estimar qual a diminuição do consumo de gás natural após propor estas medidas uma vez que a empresa não mede separadamente o uso deste gás, algo a ter em conta em trabalhos futuros.

Por fim, foi proposto melhorar os meios de transporte da empresa, ao substituir os veículos ligeiros a combustão por veículos elétricos, indicando as alternativas disponíveis no mercado. Atualmente, ainda não é possível obter veículos pesados elétricos, uma vez que não existem opções viáveis no mercado atual.

Tendo por base as medidas propostas, é necessário perceber a mais-valia destas medidas do ponto de vista da sustentabilidade ambiental. Para tal, foi relacionado cada uma destas medidas com os ODS. Posto isto, juntamente com a empresa, foi analisado e definido qual destas melhorias seriam viáveis de implementar num futuro próximo.

Para concluir, é possível perceber que existem oportunidades de melhoria na J.A. Beira, com objetivo de levar a empresa para um caminho mais sustentável do ponto de vista ambiental. Para tal é necessário procurar continuamente medidas de melhoramento.

Bibliografia

- APA. 2021. Relatório Anual Resíduos Urbanos 2020. *Agência Portuguesa do Ambiente*. [Online] outubro de 2021. <https://apambiente.pt/residuos/dados-sobre-residuos-urbanos>.
- APCER. 2018. Sustentabilidade e a Economia Circular. *APCER*. [Online] 2018. <https://apcergroup.com/zh/newsroom/218/sustentabilidade-e-a-economia-circular>.
- APCOR. 2022. [Online] 2022. [Citação: 02 de março de 2022.] <https://www.apcor.pt>.
- APCOR. 2020. Boletim Estatístico 2020. [Online] 2020. <https://www.apcor.pt/portfolio-posts/boletim-estatistico-2020/>.
- AXPO. 2022. *Proposta Técnica Fotovoltaica à J.A.Beira, LDA*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2022.
- BCSD Portugal. 2022. Sustentabilidade. [Online] 2022. [Citação: 02 de março de 2022.] <https://bcdsptugal.org/sustentabilidade/>.
- Beattie, A. 2021. The 3 Pillars of Corporate Sustainability. *Investopedia*. [Online] 29 de junho de 2021. [Citação: 16 de março de 2022.] <https://www.investopedia.com/articles/investing/100515/three-pillars-corporate-sustainability.asp>.
- Bouwma, Irene, et al. 2018. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies. *Ecosystem Services*. 2018, Vol. 29, pp. 213-222.
- Braungart, M., McDonough, W. e Bollinger, A. 2007. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*. 2007, Vol. 15, 13-14, pp. 1337-1348.
- Clune, W. H. e Zehnder, A. J. 2018. The three pillars of sustainability framework: approaches for laws and governance. *Journal of Environmental Protection*. 2018, Vol. 9, 3, pp. 211-240.
- Curran, Mary Ann. 1996. Environmental life-cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 1 de setembro de 1996, Vol. 1, p. 179.
- Dacia. 2022. Novo Dacia Spring. *Dacia*. [Online] 2022. <https://dacia.gilauto.pt/a-nossa-gama/gama-passageiros/novo->

spring/35?gclid=Cj0KCQjwspKUBhCvARIsAB2IYuvEzUt1etEBonZyi_TAeh9L9ScoBAWdAXvJws0_VFPYpfShK2afCYAaAq9sEALw_wcB.

- Dalampira, Evropi Sofia e Setfanos, A. Nastis. 2020. Back to the Future: Simplifying Sustainable Development Goals Based on the Three Pillars of Sustainability. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*. 6, 2020, Vol. 3, pp. 226-240.
- DGEG. 2022. Preço médio diário (Continente). *Precos dos combustiveis online*. [Online] 2022. <https://precoscombustiveis.dgeg.gov.pt/estatistica/preco-medio-diario/>.
- Eco.nomia. 2022. O que é a economia circular? *eco.nomia*. [Online] 2022. <https://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias>.
- EIA. 2021. Carbon Dioxide Emissions Coefficients. *Energy Information Administration*. [Online] 18 de novembro de 2021. https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.php.
- EMEP/EEAa. 2019. 5.A- Biological treatment of waste - solid waste disposal on land. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*. 2019.
- EMEP/EEAb. 2019. 5.C.1.a- Municipal waste incineration. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*. 2019.
- EMEP/EEAc. 2019. Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*. 2019, pp. 19-22.
- EMEP/EEAd. 2019. 1.A.4 Small combustion. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*. 2019.
- Gil, L. 2012. Ciência e Engenharia de Materiais de Construção. *Cortiça*. 2012, pp. 663-715.
- Gray, M.C., Hunter, B. e Biddle, N. 2014. The Economic and Social Benefits of Increasing Indigenous Employment . *Australian National University Centre for Aboriginal Economic Policy Research*. 2014.
- Hansmann, R., Mieg, H. A. e Frischknecht, P. 2012. Principal sustainability components: empirical analysis of synergies between the three pillars of sustainability. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 2012, Vol. 19, 5, pp. 451-459.

- IT.01. 2021. *Instrução de trabalho da lavação*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2021.
- IT.02. 2016. *Instrução de trabalho de revestimento (melhoramento)*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2016.
- IT.04. 2016. *Instrução de trabalho da paraafinação*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2016.
- IT.05. 2016. *Instrução de trabalho da colmatagem*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2016.
- IT.06. 2020. *Instrução de trabalho da colagem*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2020.
- IT.08. 2016. *Instrução de trabalho da secagem*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2016.
- IT.10. 2020. *Instrução de trabalho da marcação*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2020.
- IT.11. 2021. *Instrução de trabalho de transformação*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2021.
- IT.12. 2016. *Instrução de trabalho de escolha final/embalagem*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2016.
- IT.16. 2014. *Instrução de trabalho de escolha*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2014.
- IT.17. 2016. *Instrução de trabalho de expedição de produto acabado*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2016.
- IT.43. 2020. *Instrução de trabalho da extrusão*. s.l. : Documento facultado pela empresa, 2020.
- J.A. Beira. 2022. [Online] 2022. [Citação: 02 de março de 2022.] <https://www.jabeira.pt>.
- Krausmann, Fridolin, et al. 2018. From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015. *Global Environmental Change*. 2018, Vol. 52, pp. 131-140.
- Leitão, A. 2015. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*. 2015, Vol. 1, 2, pp. 150-171.
- Lewis, C. A. 1997. Fuel and energy production emission factors. 1997.

- Malik, Radosław, Visvizi, Anna e Skrzek-Lubasińska, Małgorzata. 2021. The Gig Economy: Current Issues, the Debate, and the New Avenues of Research. *Sustainability*. 2021, Vol. 13, 9.
- MET MANN. 2022. Gerador de ar quente a biomassa BIO MANN. [Online] 2022. <https://www.agriexpo.online/pt/prod/met-mann/product-176810-20569.html>.
- Morais, Dafne e Silvestre, Bruno S. 2018. Advancing Social Sustainability in Supply Chain Management: Lessons From Multiple Case Studies in an Emerging Economy. *Journal of Cleaner Production*. 2018, Vol. 199, pp. 222-235.
- Natalia, Vega, et al. 2018. Implications of the Western Diet for Agricultural Production, Health and Climate Change. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2018, Vol. 2, p. 88.
- Nissan. 2022. Nissan Leaf. *Nissan*. [Online] 2022. <https://www.nissan.pt/veiculos/novos-veiculos/leaf.html>.
- Nunes, Leonel J.R., et al. 2018. Economic and environmental benefits of using textile waste for the production of thermal energy. *Journal of Cleaner Production*. 2018, Vol. 171, pp. 1353-1360.
- ODS. 2022. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o BCSD Portugal*. [Online] 2022. [Citação: 02 de março de 2022.] <https://www.ods.pt>.
- Peugeot. 2022. PEUGEOT E-208. *Peugeot*. [Online] 2022. <https://www.peugeot.pt/showroom/peugeot-e-208.html>.
- PORDATA. 2022. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. [Online] 2022. [Citação: 02 de março de 2022.] <https://www.pordata.pt/ODS>.
- Portlaser. 2022. *Manual de instrução da PTL C MARK CORKTOPS 2*. 2022.
- Purvis, B., Mao, Y. e Robinson, D. 2019. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability science*. 2019, Vol. 14, 3, pp. 681-695.
- Rede Brasil do Pacto Global. 2017. Integração dos ODS na estratégia empresarial. *Contribuições do Comitê Brasileiro do Pacto Global para a Agenda 2030*. 2017.
- Renault. 2022. ZOE E-TECH Elétrico. *Renault*. [Online] 2022. <https://www.renault.pt/veiculos-eletricos/renault-zoe.html>.
- Repsol a. 2015. Gasóleo Rodoviário. *Gestão Técnica de Combustíveis*. outubro de 2015.
- Repsol b. 2015. Gasolina simples 95. *Gestão Técnica de Combustíveis*. outubro de 2015.

- SAIC, Scientific Applications International Corporation e Curran, M. A. 2006. *Life-cycle assessment: principles and practice*. 2006.
- Sanchez, Y. 2019. Por que os ODS são importantes para as empresas? *EKOS BRASIL*. [Online] 2019. <https://ekosbrasil.org/por-que-os-ods-sao-importantes-para-as-empresas/>.
- Silva, S. P., et al. 2005. Cork: properties, capabilities and applications. 2005, Vol. 50, 6, pp. 345-365.
- Vandyck, Toon, et al. 2018. Air quality co-benefits for human health and agriculture counterbalance costs to meet Paris Agreement pledges. *Nature Communications*. 2018, Vol. 9, p. 4939.
- VGR. 2020. 15 perguntas e respostas sobre os ODS. [Online] 21 de setembro de 2020. <https://www.vgresiduos.com.br/blog/15-perguntas-e-respostas-sobre-os-ods/>.
- Xavier, Lúcia H., et al. 2021. Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. *Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining*. 2021, Vol. 74.

Anexos

Anexo A- Dados e cálculos necessários para realização do inventário na Fabricação/Acabamento

Anexo A.1- Rolhas produzidas em cada etapa

A J.A. Beira produziu um total de 94.375.960 rolhas no ano de 2021. Essas rolhas passam por diferentes etapas. Na Tabela A.1 está exposto a quantidade rolhas que passaram pelas diferentes etapas do processo produtivo. Estes dados foram fornecidos pela empresa.

Tabela A.1- Rolhas produzidas na J.A. Beira ao longo dos meses de 2021, em cada etapa.

Mês	Etapa						
	Extrusão	Transformação	Lavação	Escolha	Marcação	Parafinação	Colagem
Janeiro	1.774.827	1.856.810	1.352.092	3.666.752	1.917.082	6.792.066	5.290.036
Fevereiro	1.774.827	3.010.246	2.121.577	3.975.369	1.828.210	6.571.900	5.251.716
Março	1.774.827	1.514.116	3.243.669	4.696.143	2.136.235	7.584.454	5.682.982
Abril	1.774.827	1.663.116	2.570.293	3.493.802	1.743.380	5.960.032	5.431.127
Mai	1.780.816	2.372.125	3.207.530	3.212.306	2.002.480	6.453.808	5.520.846
Junho	1.214.516	2.545.127	3.500.622	3.532.791	1.501.950	5.920.566	4.345.835
Julho	2.591.465	4.200.220	3.908.556	6.006.451	2.344.543	10.049.764	8.203.973
Agosto	672.900	1.354.559	1.507.401	1.671.017	1.359.230	4.314.650	4.032.285
Setembro	2.443.404	3.407.736	3.094.539	5.812.966	1.763.640	9.183.343	6.970.598
Outubro	2.207.580	3.219.778	3.467.938	4.754.595	2.124.440	9.332.902	8.424.655
Novembro	1.775.964	3.484.634	3.103.286	4.871.476	2.336.335	10.514.106	9.237.591
Dezembro	1.511.968	2.199.014	1.810.951	2.983.843	1.848.308	6.627.367	5.340.025
Total	14.198.613	30.827.481	32.888.454	48.677.511	22.905.833	89.304.958	73.731.669

Anexo A.2- Consumo energético em cada etapa

Tal como referido anteriormente, a empresa apenas contabiliza o consumo energético em três processos, extrusão, transformação e colagem. As restantes etapas foram estimadas segundo as especificações dos equipamentos respetivos. Na Tabela A.2

estão expostos os consumos energéticos (kWh) por mês, em cada etapa, em 2021. Valores disponibilizados pela empresa.

Tabela A. 2- Consumo energético da J.A. Beira por mês, em cada etapa, em 2021.

Mês	Etapa (y) (kWh)						
	Extrusão	Transformação	Lavação	Escolha	Marcação	Parafinação	Colagem
Janeiro	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Fevereiro	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Março	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Abril	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Mai	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Junho	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Julho	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Agosto	11.862,6	15.119,0	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.071,4
Setembro	13.956,0	20.468,8	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	7.210,6
Outubro	14.188,6	12.095,2	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.187,7
Novembro	12.095,2	11.862,6	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	9.187,7
Dezembro	7.210,6	16.049,4	3.710,0	542,3	855,2	3.802,2	10.815,9
Total	181.428,0	142.351,2	44.520,0	6.508,1	10.262,8	45.626,1	10.8973,1

De forma a ser possível estimar os consumos energéticos das etapas onde não existe contadores, foi recolhido dados relativos aos equipamentos utilizados nas respetivas etapas a partir dos manuais de instruções dos equipamentos, disponibilizados pela empresa, onde foi recolhido informações como potência do equipamento, número de máquinas, horário de funcionamento/nº de utilizações e uma taxa de utilização (Tabela A.3). Segundo a Equação A.1, calculou-se a energia elétrica consumida.

$$EE_y(kWh) = P_t \times t_h \times t_d \times n_{maq}^o \times tx \quad (\text{Equação A. 1})$$

Sendo:

- EE_y - Consumo energia elétrica na etapa y, em kWh;
- P_t - Potência do equipamento, em kW;

- t_h - Tempo de horas de funcionamento por dia;
- t_d - Dias de funcionamento por mês;
- n°_{maq} - Número de máquinas em cada etapa;
- t_x - Taxa de utilização.

Relativamente ao t_h , t_d e t_x , foram obtidos com base no que a empresa sugeriu.

Tabela A.3- Dados relativos aos equipamentos utilizados nas respetivas etapas, como potência do equipamento, número de máquinas, horário de funcionamento/nº de utilizações e taxa de utilização.

Etapa (y)	Equipamento	Potência (Pt)(kW)	Nº de máquinas	Funcionamento		Taxa de utilização	Energia elétrica (EE)	
				Horas/dia (th)	Dias/mês (td)		(kWh)	
Escolha	Tapete transportador de rolhas TTR	0,37	2	9	23	0,5	76,59	542,3
	Máquina eletrónica de escolher IVE-300	1,5	3	9	23	0,5	465,75	
Marcação	Marcadeira a fogo MF/C-3000	1,1	1	16	23	0,7	283,36	855,2
	Marcadeira a tinta MTH	0,71	2	16	23	0,7	365,792	
	Marcadeira a fogo MCT	0,8	1	16	23	0,7	206,08	
Parafinação	Máquina de tratamento superficial de rolhas MTS	7,38	2	16	23	0,7	3802,2	3802,2

Etapa (y)	Equipamento	Potência (kW)	Quantidade	Duração da lavagem (h)	Nº de lavagens/mês	Energia elétrica (kWh)
Lavação	Máquina de lavagem TECNOLAVE	3	1	2	35	210
	Caldeira CTM-100	50	1	2	35	3500
						3710

Segundo a Equação A.2 é possível estimar o consumo energético por UF.

$$EE_{UF}(kWh/UF) = \frac{EE_y \times UF}{n^\circ \text{ rolhas } y} \quad (\text{Equação A. 2})$$

Sendo:

- EE_{UF} - Consumo de energia elétrica por UF, em kWh/UF;
- n° rolhas y- número de rolhas processadas pela etapa y.

Anexo A.3- Dados relativos à extrusão

A empresa faz recolha da quantidade de granulado recebido para ser utilizado na extrusão. Na Tabela A.4 estão expostos a quantidade de granulado processado na extrusão e o respetivo número de rolhas produzidos. Uma vez que a recolha destes dados só foi feita a partir de maio de 2021, só existem valores depois desse mês.

Tabela A.4- Quantidade de granulado processado na extrusão, em cada mês, e o respectivo número de rolhas produzidas.

Mês	Quantidade de granulado (kg)	Nº de rolhas
Maio	14.900	1.780.816
Junho	12.600	1.214.516
Julho	23.575	2.591.465
Agosto	8.200	672.900
Setembro	21.350	2.443.404
Outubro	23.325	2.207.580
Novembro	16.200	1.775.964
Dezembro	10.925	1.511.968
Total	131.075	14.198.613

Com isto é possível determinar a quantidade de granulado necessária por UF (Equação A.3).

$$Granulado (kg/UF) = \frac{m_T \text{ Granulado (kg)} \times UF}{n^\circ \text{ rolhas ext}} \quad (\text{Equação A.3})$$

Sendo:

- m_T granulado- quantidade de granulado total processado na extrusão.
- n° rolhas ext- número de rolhas processadas na extrusão.

Relativamente aos restantes aditivos usados na extrusão, estes foram estimados por UF a partir da instrução de trabalho da extrusão, onde relaciona a quantidade de cada um destes aditivos pela quantidade de granulado, tal como apresentado na Tabela A.5.

Tabela A.5- Relação entre a quantidade de granulado e a quantidade dos aditivos.

Aditivo (por 30 kg de granulado)			
Latex	Óleo de parafina	Cola	Parafina derretida
20 mL	2 mL	0,16 kg	20 mL

Com isto, é possível determinar a quantidade de cada um dos aditivos por UF (Equação A.4)

$$Aditivo\ y/UF = Aditivo\ y \times m_{T\ granulado} \times \frac{UF}{n^{\circ}\ rolhas\ ext} \quad (Equação\ A.4)$$

Anexo A.4- Dados relativos à lavação

A empresa realiza diferentes tipos de lavações, sendo estas devidamente contabilizadas. Foram então definidos 6 tipos de programas na lavação e de forma a facilitar a compreensão, estes programas foram denominados entre A a F. Na Tabela A.6 estão apresentados os números de lavações para cada tipo de programa, em cada mês de 2021.

Tabela A.6- Números de lavações para cada tipo de programa, em cada mês de 2021.

Mês	Tipo de lavação						Total
	A	B	C	D	E	F	
Janeiro	0	13	0	14	22	7	56
Fevereiro	0	19	0	16	55	0	90
Março	0	30	0	17	48	2	97
Abril	0	7	2	13	35	0	57
Maiο	0	25	5	16	45	0	91
Junho	48	12	0	9	33	0	102
Julho	87	33	3	4	0	0	127
Agosto	10	18	0	1	25	0	54
Setembro	0	17	0	3	60	0	80
Outubro	0	24	5	6	52	0	87
Novembro	0	35	7	0	72	0	114
Dezembro	0	21	4	1	37	0	63
Total	145	254	26	100	484	9	1018

Cada um destes programas consome quantidades diferentes de reagentes. Na instrumentação de trabalho estão identificadas essas quantidades para cada programa. Na Tabela A.7 está exposto a quantidade de reagente que é utilizado em cada programa.

Tabela A.7- Quantidade de reagente que é utilizado em cada programa

Tipo de Lavagem	Consumo (L)			Consumo (mL)	
	H ₂ O ₂	NaOH	C ₆ H ₈ O ₇ · H ₂ O	Catalase	Álcool
A	3	1	5		
B	0,5				
C	0,5				
D				100	500
E	4	1	9		
F	20	2	9		

Posto isto, ao multiplicar o número de lavagens de cada programa pela quantidade de reagentes, temos o consumo de reagentes no ano 2021. Na Tabela A.8 está apresentado o consumo de cada um dos reagentes e o respectivo número de rolhas processadas na lavagem, em cada mês de 2021.

Tabela A.8- Consumo de cada um dos reagentes e o respectivo número de rolhas processadas na lavagem, em cada mês de 2021

Mês	Rolhas produzidas	Consumo (m ³)			Consumo (mL)	
		H ₂ O ₂	NaOH	C ₆ H ₈ O ₇ · H ₂ O	Catalase	Álcool
Janeiro	1.352.092	234,5	36	261	1,4	7
Fevereiro	2.121.577	229,5	55	495	1,6	8
Março	3.243.669	247	52	450	1,7	8,5
Abril	2.570.293	144,5	35	315	1,3	6,5
Mai	3.207.530	195	45	405	1,6	8
Junho	3.500.622	282	81	537	0,9	4,5
Julho	3.908.556	279	87	435	0,4	2
Agosto	1.507.401	139	35	275	0,1	0,5
Setembro	3.094.539	248,5	60	540	0,3	1,5
Outubro	3.467.938	222,5	52	468	0,6	3
Novembro	3.103.286	309	72	648	0	0
Dezembro	1.810.951	160,5	37	333	0,1	0,5
Total	32.888.454	2.691	647	5162	10	50

Assim é possível quantificar o consumo de cada um dos reagentes por UF (Equação A.5).

$$Reagente\ x/UF = \frac{Reagente\ x \times UF}{n^{\circ}\ rolhas\ lav} \quad (Equação\ A.5)$$

Sendo:

- Reagente x- Quantidade de reagente x;

- n° rolhas lav- Número de rolhas processadas na lavação.

Anexo A.5- Emissão indireta de gases associado ao consumo energético

Tal como mencionado, as emissões de gases poluentes associados ao consumo de energia elétrica estão associadas aos fatores de emissão do (Lewis, 1997), e são referentes a Portugal (Tabela A.9).

Tabela A.9- Fatores de emissão para cada poluente (Adaptado de (Lewis, 1997)).

Poluente (pe)	FE	Unidade
CO ₂	170,4	kg/GJ
CO	34	g/GJ
NO _x	507,1	g/GJ
NMHC	53,7	g/GJ
SO ₂	1260,7	g/GJ
CH ₄	359	g/GJ
PM	59,4	g/GJ

Sabendo que 1 kWh corresponde a 0,0036 GJ, pela Equação A.6 obtém-se a emissão de cada um dos poluentes.

$$Emiss\tilde{a}o\ pe\ (kg/UF) = EE_{y,UF} \times 0,0036 \times FE_{pe} \quad (Equa\tilde{c}\tilde{a}o\ A.\ 6)$$

Sendo:

- Emissão pe- Emissão do poluente pe associado ao consumo energético, em kg/UF;
- FE_{pe}- Fator de emissão do poluente pe, em kg/GJ.

Anexo A.6- Emissão de gases poluentes associados à combustão de gás natural

Os fatores de emissão relativos às emissões associadas à combustão de gás natural na caldeira estão presentes em (EMEP/EEAd, 2019), exceto o do dióxido de carbono, que foi retirado de (EIA, 2021). Na Tabela A.10 estão apresentados os fatores de emissão referentes à combustão de gás natural.

Tabela A. 10- Fatores de emissão referentes à combustão de gás natural (Adaptado de (EIA, 2021) (EMEP/EEAd, 2019)).

Poluente	FE	Unidade
CO ₂	54,87	kg/m ³
NO _x	73	g/GJ
CO	24	g/GJ
SO _x	1,4	g/GJ
PM	0,45	g/GJ
COVNM	0,36	g/GJ

Em 2021 a J.A. Beira consumiu 6,86 tep de gás natural. Sabendo que 1 tep corresponde a 41,868 GJ, foi possível determinar a quantidade emitida de cada poluente.

Anexo B- Dados e cálculos necessários para realização do inventário no transporte

Anexo B.1- Consumo de combustível

Na Tabela B.1 está exposto o consumo de gásóleo e gasolina da J.A. Beira em 2021.

Tabela B. 1- Consumo de gásóleo e gasolina da J.A. Beira em 2021.

Mês	Consumo (L)	
	Gasóleo	Gasolina
Janeiro	408,7	53,9
Fevereiro	245,0	-
Março	478,3	43,7
Abril	400,0	83,5
Maió	346,6	55,7
Junho	247,5	-
Julho	189,7	-
Agosto	383,5	-
Setembro	124,2	-

Mês	Consumo (L)	
	Gasóleo	Gasolina
Outubro	485,0	101,1
Novembro	400,2	109,8
Dezembro	552,8	82,8
Total	4261,6	530,4

Com isto, é possível determinar a quantidade de gasóleo e gasolina por UF (Equação B.1)

$$\text{Consumo gasolina (L/UF)} = \frac{V_{gas} \times UF}{n^{\circ} \text{ total rolhas}} \quad (\text{Equação B. 1})$$

Anexo B.2- Emissão de gases associados à queima do combustível

Os fatores de emissões associadas à queima do gasóleo e gasolina estão expostos na Tabela B.2.

Tabela B.2- Fatores de emissões para cada poluente associadas à queima do gasóleo e gasolina (Adaptado de (EMEP/EEAc, 2019)).

Poluente (pt)	Fator de Emissão		Unidade
	Gasóleo	Gasolina	
CO ₂	3,169	3,169	kg/kg
CO	7,4	84,7	g/kg
NO _x	14,91	8,73	g/kg
COV's	1,54	10,05	g/kg
N ₂ O	0,056	0,206	g/kg
NH ₃	0,038	1,106	g/kg
PM	1,1	0,03	g/kg

Sabendo que a massa volúmica (a 15°C) do gasóleo e da gasolina 95 simples é, respetivamente, 0,845 kg/m³ e 0,775 kg/m³ (Repsol a, 2015) (Repsol b, 2015), é possível

determinar a emissão de cada poluente, em kg. Na Equação B.2 está representado o cálculo para o caso da gasolina.

$$Emissão_{pt} (kg/UF) = Consumo_{gasolina} \times \rho_{gasolina} \times FE_{gp} \quad (Equação B.2)$$

Sendo:

- Emissão_{pt}- Emissão do poluente pt associado ao transporte, em kg/UF;
- $\rho_{gasolina}$ - massa volúmica da gasolina, em kg/m³.
- FE_{gp} - Fator de emissão da gasolina para cada poluente pt.

Anexo C- Dados e cálculos necessários para realização do inventário no final de vida

Anexo C.1- Caracterização do comportamento das rolhas no final de vida

A avaliação do comportamento das rolhas no seu final de vida teve por base o destino final do Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em Portugal. Segundo o Relatório Anual Resíduos Urbanos 2020 realizado pela APA, os principais destinos dos RSU em Portugal estão identificados na Figura C.1.

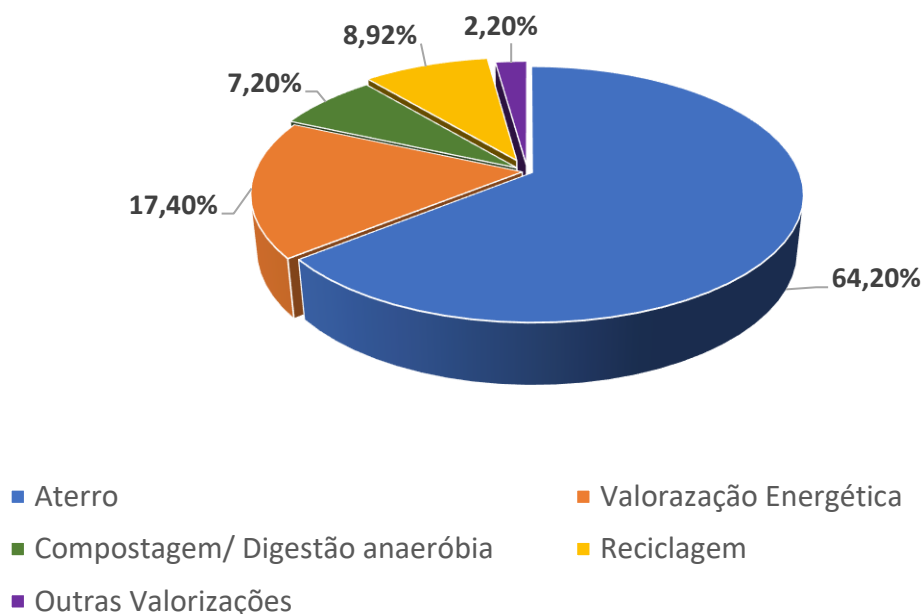


Figura C.1- Destino final dos RSU em Portugal no ano de 2020 (Adaptado de (APA, 2021)).

Com isto, é possível assumir que ocorre deposição de 64,2 % das rolhas, referente ao aterro e incineração (valorização energética) de 17,4 %, das mesmas. Para além disto, sabe-se que 32% das rolhas vendidas pela J.A. Beira são em mercado nacional. Assim, com base na quantidade de granulado por UF (Tabela 4.1) é possível estimar a quantidade de rolhas de cortiça que é depositado e incinerado (Equação C.1)

$$m_d \text{ (kg/UF)} = m_{\text{granulado}} \times t_{\text{nacional}} \times t_{\text{deposição}}$$

Sendo:

- m_d - massa de cortiça depositada por UF;
- $m_{\text{granulado}}$ - massa de granulado por UF;
- t_{nacional} - taxa de rolhas de cortiça vendidas pela J.A. Beira no mercado nacional;
- $t_{\text{deposição}}$ - taxa de RSU que são depositadas em aterro, em Portugal.

Para a incineração é mesmo procedimento.

Anexo C.2- Emissão de gases associado à deposição e incineração de resíduos

As emissões de gases poluentes associados à deposição e incineração de RSU foram calculadas a partir de fatores de emissão presentes em (EMEP/EEAa, 2019) e (EMEP/EEAb, 2019), respetivamente. Estes FE estão expostos na Tabela C.1.

Tabela C. 1- Fatores de emissão da deposição e incineração de RSU (Adaptado de (EMEP/EEAa, 2019) (EMEP/EEAb, 2019)).

Poluente (pf)	Fatore de emissão (g/Mg)	
	Deposição	Inceneração
COVNM	1560	5,9
PM	0,219	3,0
NOx	-	1071
CO	-	41
SO ₂	-	87
NH ₃	-	3,0

Perante a Equação C.2 é possível calcular a quantidade de emissão para cada poluente, por UF (exemplo para a deposição).

$$Emiss\tilde{a}o\ pf\ (kg/UF) = \frac{m_d \times FE_{pf}}{1.000.000} \quad (Equa\tilde{c}\tilde{a}o\ C.\ 2)$$

Sendo:

- Emiss\tilde{a}o\ pf- Emiss\tilde{a}o\ do poluente pf associado \tilde{a}\ deposi\tilde{c}\tilde{a}o/incenera\tilde{c}\tilde{a}o, em kg/UF
- FE_{pf}- Fator de emiss\tilde{a}o\ do poluente pf para a deposi\tilde{c}\tilde{a}o/incenera\tilde{c}\tilde{a}o, em g/Mg.

Anexo D- Exemplos de c\tilde{a}lculo

De seguida ir\tilde{a}\ ser apresentado um exemplo de c\tilde{a}lculo para todas as equa\tilde{c}\tilde{a}o\ anteriormente mencionadas.

- Exemplo de c\tilde{a}lculo para Equa\tilde{c}\tilde{a}o\ A.1 (parafina\tilde{c}\tilde{a}o):

$$\begin{aligned} EE_y(kWh) &= P_t \times t_h \times t_d \times n^{\circ}_{maq} \times tx \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow EE_y(kWh) &= 7,38 \times 16 \times 23 \times 1 \times 0,7 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow EE_y(kWh) &= 3802,2\ kWh \end{aligned}$$

- Exemplo de c\tilde{a}lculo para Equa\tilde{c}\tilde{a}o\ A.2 (parafina\tilde{c}\tilde{a}o):

$$\begin{aligned} EE_{UF}(kWh/UF) &= \frac{EE_y \times UF}{n^{\circ}\ rolhas\ y} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow EE_{UF}(kWh/UF) &= \frac{3802,2 \times 1000}{89.304.958} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow EE_{UF}(kWh/UF) &= 0,511\ kWh/UF \end{aligned}$$

- Exemplo de c\tilde{a}lculo para Equa\tilde{c}\tilde{a}o\ A.3:

$$Granulado\ (kg/UF) = \frac{m_T\ Granulado\ (kg) \times UF}{n^{\circ}\ rolhas\ ext} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Granulado (kg/UF)} = \frac{131.075 \times 1000}{14.198.613} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Granulado (kg/UF)} = 9,23 \text{ kg/UF}$$

- Exemplo de cálculo para Equação A.4 (Latex):

$$\text{Aditivo y/UF} = \text{Aditivo y} \times m_T \text{ granulado} \times \frac{UF}{n^\circ \text{ rolhas ext}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Aditivo y/UF} = 20 \times 131.075 \times \frac{1000}{14.198.613} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Aditivo y/UF} = 185 \text{ mL/UF}$$

- Exemplo de cálculo para Equação A.5 (H₂O₂):

$$\text{Reagente x/UF} = \frac{\text{Reagente x} \times UF}{n^\circ \text{ rolhas lav}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Reagente x/UF} = \frac{2.691 \times 1000}{32.888.454} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Reagente x/UF} = 0,0818 \text{ m}^3/\text{UF}$$

- Exemplo de cálculo para Equação A.6 (CO₂ na parafinação):

$$\text{Emissão p (kg/UF)} = EE_y \times 0,0036 \times FE_p \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Emissão p (kg/UF)} = 0,511 \times 0,0036 \times 170,4 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Emissão p (kg/UF)} = 0,313 \text{ kg/UF}$$

- Exemplo de cálculo para Equação B.1:

$$\text{Consumo gasolina (L/UF)} = \frac{V_{gas} \times UF}{n^\circ \text{ total rolhas}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Consumo gasolina (L/UF)} = \frac{530,4 \times 1000}{94.375.960} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Consumo gasolina (L/UF)} = 5,62 \times 10^{-3} \text{ L/UF}$$

- Exemplo de cálculo para Equação B.2 (CO₂):

$$\text{Emissão p (kg/UF)} = \text{Consumo gasolina} \times \rho_{gasolina} \times FE_{gp} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Emissão p (kg/UF)} = 5,62 \times 10^{-3} \times 0,775 \times 3,169 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Emissão p (kg/UF)} = 0,0138 \text{ kg/UF}$$

- Exemplo de cálculo para Equação C.1

$$m_d(kg/UF) = m_{granulado} \times t_{nacional} \times t_{deposição} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m_d(kg/UF) = 9,23 \times 0,32 \times 0,642 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m_d(kg/UF) = 1,90 \text{ kg/UF}$$

- Exemplo de cálculo para Equação C.1 (COVNM na deposição):

$$Emissão\ pf\ (kg/UF) = \frac{m_d \times FE_{pf}}{1.000.000} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Emissão\ pf\ (kg/UF) = \frac{1,90 \times 1560}{1.000.000} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Emissão\ pf\ (kg/UF) = 2,96 \times 10^{-3} \text{ kg/UF}$$