



ANA RITA TEIXEIRA BAJANCA

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

PROPOSTA DE UM GUIA DE VALORIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS EXCEDENTES PARA PROCESSOS PRODUTIVOS

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2022



PROPOSTA DE UM GUIA DE VALORIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS EXCEDENTES PARA PROCESSOS PRODUTIVOS

ANA RITA TEIXEIRA BAJANCA

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor Radu Godina
Professor Auxiliar, Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutora Ana Paula Ferreira Barroso
Professora Auxiliar da FCT-NOVA

Arguente: Doutora Helena Maria Lourenço Carvalho Remígio,
Professora Associada da FCT-NOVA

Orientador: Doutor Radu Godina,
Professor Auxiliar da FCT-NOVA

Proposta de um Guia de valorização e classificação de produtos excedentes para processos produtivos

Copyright © Ana Rita Teixeira Bajanca, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

“Grandmas hold our tiny hands for just a little while... but our hearts forever.”
à minha avó

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer ao Professor Doutor Radu Godina, pelo apoio e acompanhamento incondicionais. Por ter estado sempre lá para me ajudar e motivar a qualquer momento.

Ao Instituto da Soldadura e Qualidade (ISQ), nomeadamente ao Engenheiro Marco António Estrela por todo o conhecimento que me passou, e apoio e tempo que disponibilizou.

Aos meus grandes amigos da faculdade, com quem partilhei toda esta experiência académica, com quem ri e chorei nos melhores e mais difíceis momentos, que tornaram esta jornada melhor.

Aos meus melhores amigos, que me acompanharam bem antes do início desta longa etapa, que sempre me motivaram (e desencaminharam) para a sua concretização.

Ao Gonçalo, que esteve lá em todos os momentos, que sempre me colocou um sorriso na cara e com quem partilhei esta etapa de uma forma muito especial.

Um agradecimento muito especial aos meus queridos pais, por todo o amor e carinho, por tudo o que me ensinam e fazem por mim, por terem vivenciado todos os passos de todas as etapas da minha vida comigo, por me terem apoiado incondicionalmente, e a quem devo a maior gratidão possível. Quero ainda agradecer ao meu querido irmão por todo o carinho e apoio que me dá, ao meu avô que tanto me ensinou, à minha tia que sempre me compreendeu e ao meu primo com quem cresci e com quem sempre pude contar.

Por fim, agradeço à minha querida avó, que sempre se orgulhou de mim e com certeza se iria orgulhar. Agradeço-lhe por toda a bondade, amor, paciência e por me ter ensinado a ser sempre uma pessoa melhor.

“I only feel angry when I see waste. When I see people throwing away things we could use” (Madre Teresa de Calcutá).

RESUMO

Milhares de milhões de toneladas de lixo são produzidas anualmente e consequentemente outras tantas acabam em aterros que se encontram já sobrecarregados. Esta excessiva produção de resíduos muitas vezes tóxicos, provenientes de uma atividade industrial extremamente poluente, e uma fraca gestão de resíduos, faz com que os especialistas ambientais de todo o mundo, se questionem sobre qual será afinal o futuro do nosso planeta.

É neste mesmo conceito que se foca a presente dissertação, que visa desconstruir a forma como os produtores olham para os seus resíduos, expandindo horizontes no sentido da valorização e reutilização dos seus excedentes e, disseminando técnicas de Simbiose Industrial. Desta forma, é proposto um guia de valorização genérico, que ambiciona apoiar os produtores das mais variadas indústrias a tomarem decisões para a valorização dos seus resíduos.

São propostas várias etapas distintas que pretendem debloquear as barreiras de classificação e valorização de resíduos, que serão aplicadas na avaliação de resíduos provenientes das indústrias de peixe, para futura aplicação na produção de fertilizantes biológicos, que de forma sustentável e rentável, apresentam grandes potenciais para a fortificação nutricional dos solos.

Palavras chave: Economia Circular, Simbiose Industrial, Pesca, Aquicultura, Biofertilizantes

ABSTRACT

Billions of tons of waste are produced every year and, consequently, just as many end up in landfills that are already overloaded. This excessive production of waste, often toxic, from an extremely polluting industrial activity, and a weak waste management, makes environmental specialists around the world wonder what is the future of our planet.

Who knows, maybe it will be possible to balance our world a little if we learn how to fill the needs of some with the excess of others, making our society and planet more circular. And it is on this same concept that the present dissertation is focused, which aims to deconstruct the way producers look at their waste, expanding horizons towards the valorization and reuse of their surplus and, disseminating techniques of Industrial Symbiosis.

In this way, a generic valorization guide is proposed, which aims to support producers from the most varied industries to make decisions for the valorization of their waste. Several distinct steps are proposed that intend to break down the barriers of waste classification and valorization, which will be applied in the evaluation of waste from fish industries, for future application in the production of biological fertilizers, that in a sustainable and profitable way, present great potentials for the nutritional fortification of soils.

Keywords: Circular Economy, Industrial Symbiosis, Fisheries, Aquaculture, Biofertilizers

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contextualização e motivação	1
1.2	Problema e objetivo.....	2
1.3	Estrutura do documento adotada.....	3
1.4	Metodologia de Investigação	5
2	ECONOMIA CIRCULAR E SIMBIOSE INDUSTRIAL.....	7
2.1	Economia Circular - Origens Teóricas.....	7
2.2	Conceito de Simbiose Industrial	10
2.3	Relação entre Economia Circular e Simbiose Industrial	13
2.4	Identificação das principais barreiras à implementação de processos de Simbiose Industrial de Simbiose Industrial	15
2.5	Plano de Ação para a Economia Circular e Simbiose Industrial na União Europeia	18
3	PANORAMA DO DESPERDÍCIO DE PEIXE E MARISCO NAS INDÚSTRIAS PESQUEIRA E AQUICULTURA ..	23
3.1	Importância das Indústrias da Pesca e Aquicultura na Europa	23
3.2	Panorama geral das perdas e resíduos na Indústria da pesca e aquicultura.....	29
3.3	Principais fontes e causas que contribuem para o desperdício nos setores da pesca e da aquicultura.....	33
3.3.1	Setor da Aquicultura	34
3.3.2	Setor da Pesca	38
3.3.3	Indústrias de transformação de peixe	42
4	DESENVOLVIMENTO DE UM GUIA DE APOIO À SIMBIOSE INDUSTRIAL	45
4.1	Enquadramento	45

4.2	Resíduos vs. Subprodutos	50
4.3	Guia de valorização e classificação de produtos excedentes.....	53
4.3.1	Descrição do Guia de classificação e valorização de produtos excedentes para processos produtivos.....	55
4.3.2	Conclusão do capítulo: Aptidão para a aplicação da SI	72
5	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE APOIO À SIMBIOSE INDUSTRIAL.....	75
5.1	Potencial aplicação do Guia de classificação e valorização de produtos excedentes para processos produtivos	75
5.2	Aplicação do Guia de valorização e classificação de produtos excedentes aos setores da pesca e aquicultura	79
5.3	Diferentes aplicações da Indústria do peixe	86
5.4	Potencial para Portugal	94
6	CONCLUSÕES.....	97
A.	ANEXOS	111
A.1	Tabela de Legislação Aplicável	111
A.2	Lista de Laboratórios Colaborativos acreditados pela FCT, I.P e Centros Tecnológicos.....	116
A.3	Tabela de Decisões de Classificação de subprodutos.....	120
A.4	Formulário para declaração de Subprodutos da APA.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- Representação gráfica da metodologia adotada.....	4
Figura 2.1- Variação da taxa de circularidade na União Europeia ao longo dos anos (27 países)	10
Figura 2.2- 10 países com maior taxa de circularidade da União Europeia no ano de 2019.	10
Figura 2.3- Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	19
Figura 2.4- Relação entre práticas de Economia Circular e o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17DGs com 169 metas no total).....	20
Figura 3.1- Captura global de peixe selvagem por tipo de arte de pesca	25
Figura 3.2- Produção global de peixe e marisco: Captura de peixe selvagem vs. Aquicultura	27
Figura 3.3- 10 países da UE com o consumo mais elevado de produtos da pesca e da aquicultura (2017)	28
Figura 3.4- Dados comunicados pela FAO relativamente ao total global de capturas de peixe, separadas em desembarques declarados, desembarques não declarados e devoluções estimadas até ao ano de 2014 - estes dados excluem mamíferos marinhos, répteis e material vegetal, bem como todas as capturas de água doce	40
Figura 3.5- Partes de peixe não utilizadas na indústria transformadora	43
Figura 4.1- Definição esquemática de subproduto.....	51
Figura 4.2- Guia de valorização e classificação de produtos excedentes para processos produtivos	54
Figura 4.3- Plataforma Access2Markets da UE	69
Figura 5.1- Esquema de processo circular de produção de biofertilizantes	85
Figura 5.2- Exemplo de aplicação dos subprodutos do peixe.....	89

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1- Geração de resíduos industriais em 2010	11
Tabela 2.2- Lista dos ODS e suas metas específicas, às quais a aplicação da SI contribui na medida da sua execução	21
Tabela 3.1- Principais espécies consumidas na UE no ano de 2017 (quantidade em peso vivo (kg/habitante/ano)	29
Tabela 3.2- Exemplos para a utilização de diferentes farinhas de peixe como ingrediente para a alimentação de aquacultura	35
Tabela 4.1- Principais diferenças entre resíduos e subprodutos	52
Tabela 4.2- Lista das características de perigosidade	65
Tabela 5.1- Principais resíduos na indústria do peixe e marisco	79
Tabela 5.2- Análise SWOT da utilização de subprodutos do peixe	82
Tabela 5.3- Composição química de compostos de resíduos de peixe, em matéria seca	83

ÍNDICE DE SIGLAS

ANR- Agência Nacional de resíduos
ANR- Agência Nacional de Resíduos
APA- Agência portuguesa do ambiente
CAGR- *Compound annual growth rate* (taxa de crescimento annual composta)
CE- Comissão Europeia
DIA- Declaração de impacte ambiental
EC- Economia Circular
ECHA- *European Chemicals Agency*
EU- União Europeia
FAO- *Food and Agriculture organization*
FER - Fim do estatuto de resíduo
GEE - Gases de efeito de estufa
LER- Lei europeia de resíduos
ODS- Objetivos de desenvolvimento sustentável
ONU- Organização das nações unidas
OSHA- *Occupational Safety and Health Administration*
REI- Regime das emissões industriais
RGGR- Regime geral de gestão de resíduos
SI- Simbiose Industrial

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e motivação

A humanidade tem evoluído a uma velocidade inigualável, cujo desenvolvimento gerou uma batalha entre procura e oferta de recursos. A corrida entre o desenvolvimento do Homem e o ambiente que o sustenta tem sido desigual e difícil de acompanhar para o meio que nos envolve e que evolui ao seu ritmo natural.

O rápido salto tecnológico durante e pós a industrialização originou alterações marcantes no nosso estilo de vida, resultando numa maior esperança média de vida e consequentemente num aumento substancial da população global. Assim que o nível de saúde melhorou e a mortalidade diminuiu, o paradigma demográfico do mundo mudou rapidamente.

De facto, a população mundial aumentou de mil milhões de pessoas no ano 1800 para os 7,7 mil milhões que somos atualmente [1]. Prevê-se ainda que a população mundial possa vir a aumentar em cerca de 2 mil milhões em menos de 30 anos, passando dos 7,7 mil milhões de habitantes atuais para 9,7 mil milhões em 2050 [2].

O aumento de 7 vezes da população mundial ao longo de apenas dois séculos, amplificou fortemente o impacto da humanidade sobre o meio ambiente. Os dados relativos à tendência atual de crescimento demográfico sugerem que em relativamente poucos anos o mundo terá de ter capacidade para sustentar milhares de milhões de pessoas adicionais e satisfazer as suas necessidades de consumo. Proporcionar espaço, alimentação e recursos a uma grande população mundial de forma sustentável a longo prazo é sem dúvida um dos maiores e mais críticos desafios da nossa existência [1]-[3].

Para assegurar uma vida digna e com qualidade para as atuais e futuras gerações, é necessário garantir a preservação de recursos básicos, tais como água, solo e energia. Contudo, este não é de todo o cenário atual que o mundo atravessa, sendo que atualmente os

processos de produção e distribuição de recursos alimentares são tão problemáticos que mais de 3,7 mil milhões de seres humanos se encontram em estado de subnutrição, equivalente a pouco menos de metade da população mundial [4].

A este contínuo desenvolvimento tecnológico e exponencial crescimento de uma população que embora extremamente desigual apresenta traços de consumo paradoxalmente semelhantes, sucedeu-se um disparo na produção que levou ao esgotamento dos recursos e ao aumento da produção de resíduos per capita [5]. Como seria de esperar, foi nos países mais desenvolvidos e com maior acesso a recursos que tem vindo a ocorrer o maior excesso de produção do mais variado tipo de bens, potenciando em maior escala esta grave consequência do excesso de geração de resíduos [6].

Em todo o mundo estão a ser deitadas fora toneladas de resíduos de todo o tipo, cenário este que pode vir a ser evitado se forem implementados métodos e técnicas que possibilitem a sua reutilização em novos recursos. A segunda vida dos resíduos é crucial para um funcionamento próspero das indústrias e até da vida, uma vez que a transformação de resíduos em recursos é não só uma urgência ambiental, como também uma potencial vantagem para muitos produtores [3], [5].

Todos estes problemas análogos ao crescimento insustentável da população, tais como escassez alimentar, fraca distribuição de recursos e produção excessiva de materiais desperdiçados pode ser reduzidos, ou num cenário perfeito mitigados se forem aplicadas estratégias e medidas eficazes de gestão de resíduos [3]. A palavra sustentabilidade que tanto ouvimos falar nos dias de hoje apela a uma reutilização benéfica, a uma produção eficiente e à redução do impacto ambiental [7].

Com o desequilíbrio crescente entre o número de habitantes e os recursos vitais que sustentam a vida, têm de ser encontradas soluções rápidas e urgentes para mitigar os problemas adjacentes ao desenvolvimento humano para que se consiga restabelecer alguma harmonia no nosso planeta. Assim, o presente trabalho resulta nessa mesma necessidade de explorar estratégias inovadoras para combater algumas das sequelas do desenvolvimento descontrolado da humanização.

1.2 Problema e objetivo

O problema em estudo foi proposto pelo ISQ (Instituto de Soldadura e Qualidade), com o principal objetivo de desenvolver um guia que ajudasse indústrias e produtores a reavaliar os seus resíduos de forma a reintroduzi-los noutros possíveis processos produtivos, facilitando assim a implementação de métodos de simbiose industrial nos mais variados setores de manufatura.

O maior problema face à Simbiose Industrial passa pelas barreiras da sua implementação, que se traduzem em bloqueios a nível legislativo, técnico, económico ou pela falta de conhecimento, comunicação ou confiança entre organizações.

O âmbito desta dissertação provém do caso de estudo proposto pelo projeto em que o ISQ está inserido, denominado por SEA2LAND, um projeto de simbiose industrial financiado pela União Europeia (UE) que visa reaproveitar os resíduos da indústria e sector da pesca e, desta forma, reutilizá-los para produzir fertilizantes biológicos para a indústria agrícola. O próprio nome remete para a fusão e associação entre recursos provenientes do mar (*sea*) e da terra (*land*), tendo como objetivo a aplicação a um modelo aplicado ao mundo real.

Tendo como base um paradigma de Economia Circular, o projeto SEA2LAND pretende comprovar a viabilidade e sustentabilidade da produção destes biofertilizantes que resultam da recuperação de nutrientes oriundos do processamento de peixes e subprodutos da aquacultura. Este modelo aplicado a uma situação real propõe e promove a produção de biofertilizadores em larga escala na Europa, a partir de matérias-primas próprias. Espera-se ainda como retorno desta análise que esta solução inovadora possa vir a mitigar o problema de desequilíbrios de nutrientes nos solos europeus.

Além deste caso de estudo, o maior objetivo deste trabalho é sem dúvida desbloquear barreiras para eventuais colaborações setoriais de forma a promover e otimizar a redução de desperdício nas indústrias e potenciar o apoio monetário aos diversos produtores, focando principalmente nas indústrias da pesca, aquicultura e indústria transformadora de peixe.

1.3 Estrutura do documento adotada

A metodologia adotada para a realização desta dissertação encontra-se representada na figura 1.1.

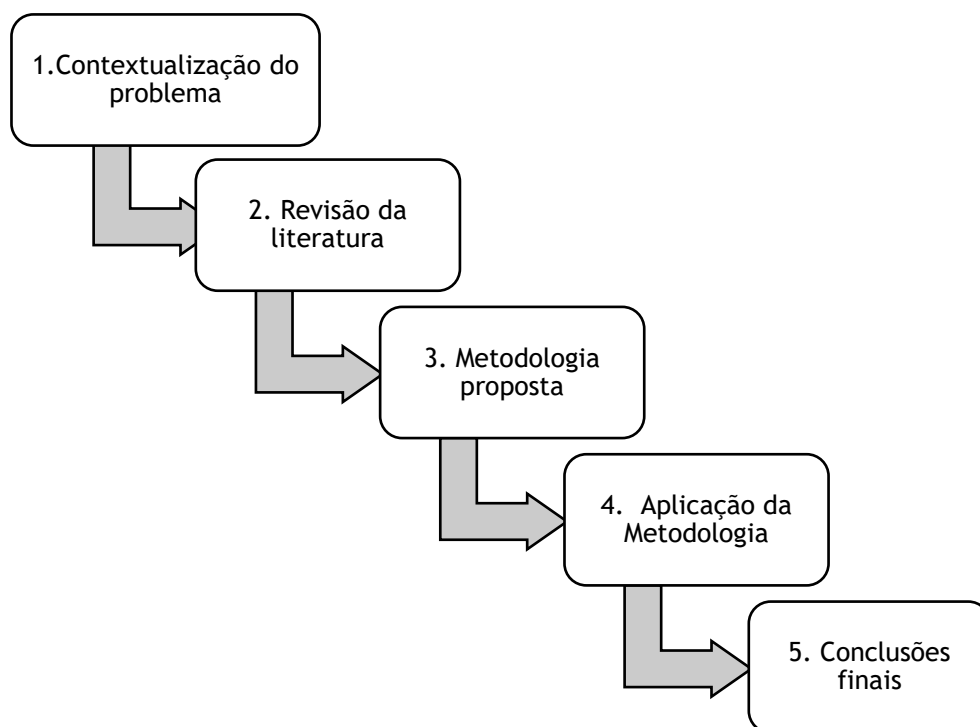


Figura 1.1- Representação gráfica da metodologia adotada

A abordagem primordial desta dissertação consistiu num levantamento das principais problemáticas relativas aos temas abordados pelo projeto SEA2LAND de forma a contextualizar a temática numa base de trabalho. Para tal foi inicialmente consultado cuidadosamente o *Grant Agreement* do projeto que incorpora os termos e condições do seu plano de ação. Ainda nesta fase foram realizadas várias reuniões com colaboradores do ISQ de departamentos do norte e centro do país numa tentativa de passagem direta de conhecimento e no sentido de compreender as necessidades do projeto.

1. A segunda etapa deste trabalho traduziu-se no levantamento e revisão da literatura e pesquisa bibliográfica de áreas subjacentes à temática abordada tais como, Economia Circular, Simbiose Industrial e processos de valorização de excedentes. Esta etapa foi ainda muito importante para identificar quais as maiores barreiras e impactos na reutilização de resíduos segundo a literatura.
2. Após a pesquisa bibliográfica foi feita uma recolha e tratamento de dados relativamente a requisitos de desclassificação de matérias e reconhecimento de excedentes em subprodutos. Foi durante este passo que foi elaborado o guia genérico de valorização de excedentes do setor produtivo. Para o efeito, foram levadas a cabo várias reuniões com

os responsáveis da empresa, no sentido de perceber as necessidades impostas e, assim, conseguir alinhá-las com os *outputs* do modelo. Ainda nesta fase, foram extraídos dados relativos a processos de transformação de matérias provenientes do setor da pesca e aquacultura, assim como legislação inerente à temática que fosse útil para perceber quais os maiores bloqueios na viabilidade do projeto. Esta fase foi ainda importante para identificar causas e boas práticas para combater o desperdício e a reutilização de recursos, que foram consideradas na abordagem do problema em estudo.

3. Neste penúltimo passo, foi aplicada a metodologia propostas, utilizando dados da literatura e fazendo apreciações gerais a cada uma das suas etapas. Este capítulo surge no seguimento da elaboração do guia, à qual houve a necessidade de o aferir num estudo de caso aplicado a duas indústrias específicas, a do peixe e dos biofertilizantes. Nesta fase apresenta-se ainda uma análise bastante genérica aos resultados obtidos.
4. É no passo final que são retiradas as conclusões das avaliações tiradas nos capítulos anteriores, onde se identificam as limitações e barreiras deste estudo e eventuais desenvolvimentos futuros.

1.4 Metodologia de Investigação

Para desenvolver a ferramenta (Guia de valorização) sugerida foram utilizados métodos de investigação qualitativos, quantitativos e pesquisa exploratória para contextualizar o problema e identificar oportunidades de melhoria nos processos de desclassificação de resíduos em subprodutos. Esta pesquisa seguiu primordialmente uma revisão bibliográfica subjacente aos temas da Simbiose Industrial, Redes Simbióticas, desperdício de produtos de origem em peixe e marisco e valorização de resíduos, bem como a aplicação destas áreas ao tema da produção de fertilizantes de base biológica. Esta investigação não procura um resultado efetivo, mas sim compreender qual a trajetória que levou ao problema do trabalho.

Foi desenvolvido um modelo conceptual ilustrado com um caso ilustrativo, de um guia de valorização de excedentes, que é suportado pela análise de várias ferramentas diferentes que são descritas durante a análise de cada etapa do guia sugerido. Relativamente à sua aplicação, serão utilizados dados representativos que serão utilizados como resultados para cada passo para sustentar a avaliação sequencial da ferramenta proposta. O objetivo será analisar a ferramenta, personificando o papel de um produtor de uma indústria do setor do peixe, seja esta aquicultura, pesca ou processos de transformação. Será feito um levantamento dos requisitos obrigatórios e legislações aplicadas no contexto da produção e aplicação de biofertilizantes na Europa.

Algumas considerações importantes a ter em conta no capítulo 5, da aplicação do guia de valorização, é a escassez de dados reais para este estudo dada a fase tão primária do projeto quando a dissertação foi proposta, sendo que em cada passo serão analisados dados retirados da literatura (dados secundários) sem seguimento ou concordância entre si. Esta aplicação será apenas uma simulação de como deverá ser seguida cada etapa da ferramenta, de forma a ilustrar e dar suporte à mesma.

A proposta apresentada incluirá uma lista de recursos à base de sobras das indústrias de peixe e marisco, que podem ser utilizados para a fabricação destes biofertilizantes de “segunda geração”. Espera-se ainda que a aplicação ajude a simplificar e desconstruir cada etapa da metodologia, apoiando os interessados, particularmente os produtores dos resíduos, na tomada de decisão em processos de reaproveitamento dos seus produtos de forma a desbloquear barreiras iniciais à sua possível inserção e processos de Simbiose Industrial.

Após esta análise foi desenvolvida uma listagem das possíveis aplicações dos subprodutos das indústrias da pesca, aquicultura e indústria transformadora do peixe, de forma a expandir as áreas de negócio com potencial para uma posterior e possível aplicação da SI.

ECONOMIA CIRCULAR E SIMBIOSE INDUSTRIAL

Este capítulo, destinado ao Estado da Arte, compreende a revisão bibliográfica e reflexão dos temas abordados na literatura, de forma a fortalecer uma base teórica a este trabalho. Neste capítulo será feita uma contextualização inicial a conceitos chave para este estudo, tais como a Economia Circular e a sua sucessora Simbiose Industrial. Incluirá ainda conceitos importantes relativos ao desperdício nos setores da pesca, aquacultura e outras áreas derivadas, assim como uma contextualização do panorama do uso de biofertilizantes no mercado atual.

A Economia Circular e Simbiose Industrial, são dois conceitos chave na realização deste trabalho. Este capítulo pretende abordar e aprofundar cada uma destas definições, contextualizando-as nos objetivos adjacentes. Pretende ainda avaliar a relação entre ambas e compreender a sua importância nas principais organizações europeias.

2.1 Economia Circular - Origens Teóricas

A economia global tem-se mostrado cada vez mais volátil nos dias de hoje e os indícios que apontam para um eventual esgotamento de recursos propagam-se rapidamente por todo o mundo [8]. Dados revelam que a produção global de resíduos atinge em média uma quantidade de 3,5 milhões de toneladas por dia. Além disto, estudos preveem que se o comportamento excessivo de produção e consumo e os hábitos de desperdício de resíduos se mantiverem, este valor duplicará até 2050, podendo ainda triplicar até 2100 [9].

O modelo convencional económico que tem sido seguido ao longo dos últimos anos da nossa evolução e diversificação, descrito e denominado como modelo de economia linear

começou a apresentar variadas falhas devido à progressiva indisponibilidade dos recursos. Este paradigma linear do “*take-make-dispose*” bastante notável nos padrões de produção e consumo atuais tem vindo a impedir o cumprimento dos objetivos globais de sustentabilidade e como consequência, estratégias para manter o valor acrescentado dos recursos têm sido discutidas como promissoras para o futuro [10].

Numa procura de melhorar substancialmente o rendimento e desempenho dos recursos em toda a economia, as empresas começaram a explorar formas de reutilizar produtos ou componentes dos mesmos, de forma a potenciar o seu ciclo de vida. Ainda aliada à vantagem económica, uma maior consciencialização ambiental foi crescendo instalando-se nos nossos modos de vida e trazendo consigo a urgência da adoção de um novo modelo económico [8]. A crescente complexidade dos aspetos da sustentabilidade significa que a engenharia e a gestão/economia tradicionais por si só não podem enfrentar os novos desafios e chegar às soluções adequadas [11].

E foi a partir desta necessidade de mudar para abordagens mais sustentáveis, longe do modelo linear dominante de produção e consumo que surgiu o modelo de Economia Circular (EC) [12]. A Economia Circular, apesar de um conceito cada vez mais falado e repetido nos tempos que correm, carece muitas vezes de uma definição clara. A origem deste conceito não provém de uma fonte única ou de uma descoberta singular, sendo fruto da necessidade existencial e da influência de várias escolas de pensamento ao longo dos últimos anos [13]. Este conceito é na verdade um sistema que se baseia na recuperação de materiais e foi introduzido pela Comissão Europeia como resposta a problemas ambientais e sociais [9].

A economia circular (EC) é vista como uma alternativa, um modelo circular que substitui o conceito de “fim de vida” com ciclos de vida fechados de materiais, produtos e recursos sendo reduzidos, alternativamente reutilizados ou reciclados [12]. Este conceito baseia-se em estratégias, práticas, políticas e tecnológicas para alcançar princípios relacionados com reutilização, reciclagem, redesenhar, repor, renovar e recuperar matérias, resíduos e nutrientes para preservar os recursos naturais [11].

Usa-se uma taxa de utilização de material circular, designada por taxa de circularidade, para mensurar a fração de recursos materiais utilizados provenientes de resíduos reciclados. A taxa de circularidade faz parte do quadro de monitorização da União Europeia (UE) sobre a Economia Circular, indicando diretamente a poupança real de extrações de matérias-primas primárias. De acordo com os dados da Eurostat sobre a utilização de material reciclado na UE, pode-se verificar pela figura 2.1 que em 2020 a taxa de circularidade atingiu os 12,8%, sendo este o número mais elevado alguma vez atingido até esta data, demonstrando que praticamente 13% dos recursos materiais utilizados na UE neste ano provieram de resíduos reciclados. Os dados mostram ainda que a taxa de circularidade na UE

tem mantido uma tendência relativamente otimista analogamente aos padrões e objetivos europeus, apresentando um crescimento estável desde 2010 [14].

São vários os países em todo o mundo que têm vindo a explorar a transição para a economia circular como uma possibilidade de gerir o excedente de resíduos remanescentes do súbito crescimento económico e desenvolvimento industrial [15]. Países como a Holanda, Bélgica e França têm liderado a UE na corrida à sustentabilidade, apresentando as taxas de circularidade mais elevadas da União Europeia. Como se pode verificar na figura 2.2, que apresenta dados da Eurostat relativos a 2019, a Holanda apresenta a maior taxa de circularidade de toda a UE, com 30%, sendo a média de todos os seus países constituintes de apenas 11,7% [14].

A Economia Circular (EC) é geralmente entendida como uma oportunidade para enfrentar os desafios ambientais e sociais do atual sistema económico linear insustentável. Espera-se que a implementação da EC transforme a forma como as empresas e as cadeias de abastecimento fornecem bens e serviços e tragam uma mudança paradigmática para a forma como os cidadãos e organizações consomem e utilizam os seus recursos [16]. É necessária uma visão sistémica que exija assim uma mudança na base paradigmática, mais precisamente na forma como todos os atores sociais, sejam indivíduos, empresas ou governos consomem e produzem [12].

O desenvolvimento da economia circular nas cidades, províncias ou regiões envolve a integração e a reestruturação de quatro sistemas: o sistema industrial (por exemplo, a alteração da dimensão das empresas de pequena para grande dimensão, ou a eliminação progressiva das empresas poluentes pesadas, em favor de atividades económicas mais “verdes”, tais como indústrias de alta tecnologia, turismo ou cultura), o sistema de infraestruturas que presta serviços (sistemas de transporte e comunicação, sistemas de reciclagem de água, energia limpa e linhas elétricas, etc.), o quadro cultural e por fim o sistema social [17].

Uma transição para a prática de EC requer uma reflexão não só na forma como toda a nossa economia funciona fundamentalmente, mas também na forma como os negócios, os materiais, o *design* de produtos, os modelos de negócio, as cadeias globais de fornecimento e o comportamento dos consumidores são geridos [10]. A Economia Circular (EC) é um conceito com o objetivo de criar um mundo mais próspero, de forma a beneficiar o meio ambiente e a humanidade, sendo já considerada como uma condição essencial para um futuro sustentável [18].

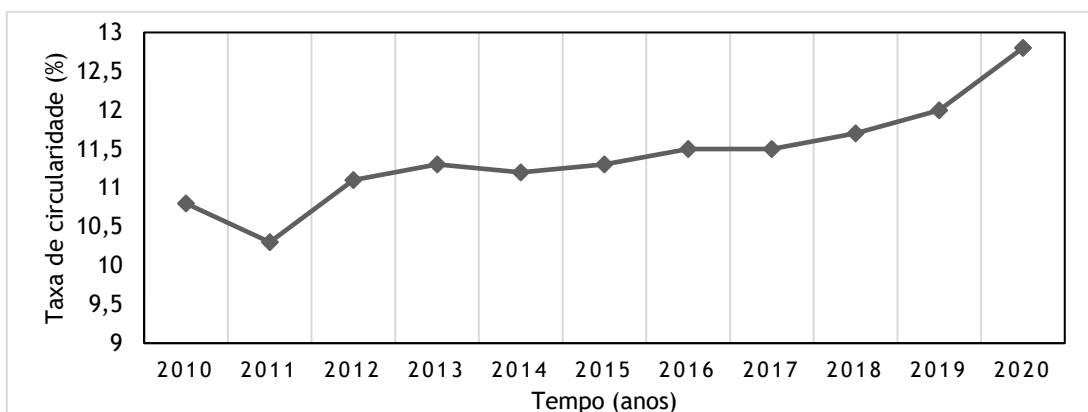


Figura 2.1- Variação da taxa de circularidade na União Europeia ao longo dos anos (27 países)

(Adaptado de [14]).

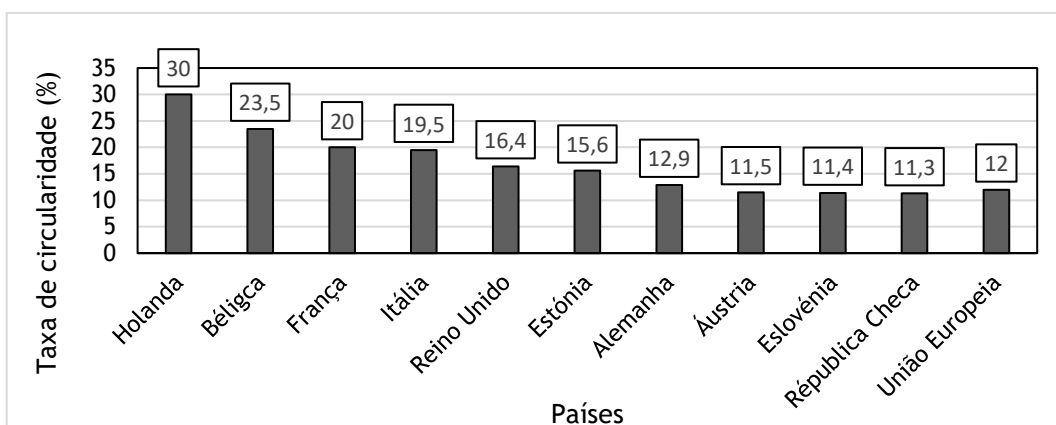


Figura 2.2- 10 países com maior taxa de circularidade da União Europeia no ano de 2019

2.2 Conceito de Simbiose Industrial

Nas últimas décadas, a contradição entre o crescimento económico e a poluição ambiental provocada pela rápida industrialização suscitou várias preocupações mundiais. A difícil transformação económica, o esgotamento severo dos recursos naturais aliados a um consumo intensivo tem vindo a amplificar um dos maiores problemas que a nossa sociedade enfrenta, o desperdício e a excessiva criação de resíduos [19].

O desperdício é um problema generalizado em todo o mundo que afeta seriamente o desenvolvimento sustentável, comprometendo a conservação do meio ambiente. O desperdício, de modo genérico trata-se de um problema intrínseco ao rápido crescimento económico e à industrialização, relacionado diretamente com a forma como a sociedade atual produz e consome [20]. Só em 2010 a geração de resíduos global rondou perto dos 10 mil milhões de toneladas como mostram os dados da tabela 2.1, revelando ainda que nesse ano

a quantidade de resíduos efetivamente recolhida foi apenas aproximadamente 65% da quantidade produzida [21]. Todos os anos, só na União Europeia, são deitados fora 2,7 mil milhões de toneladas de resíduos, das quais 98 milhões são matérias perigosas. Em média, apenas 40% dos nossos resíduos sólidos são reutilizados ou reciclados, o resto vai para aterro ou incineração [22].

Tabela 2.1- Geração de resíduos industriais em 2010 (Extraída de [21]).

	Europa	América	África e Médio Oriente	Ásia-Pacífico	Global
Quantidade de resíduos gerada (10 ⁶ toneladas)	1933.19	914.7	921.24	5357.45	9176.68
Quantidade de resíduos recolhida (10 ⁶ toneladas)	1531.71	765.8	270.91	3346.02	5914.5
Países chave	Alemanha, Reino Unido, França, Rússia e Bulgária	Estados Unidos, Brasil, Canadá, Chile e Colômbia	África do Sul, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Egito e Tunísia	China, Japão, Índia, Coreia do Sul e Austrália	-

Ao mesmo tempo que promove o desenvolvimento económico das cidades dependentes dos recursos, a indústria traz também sérias questões ambientais e ecológicas [19]. No entanto, nos últimos anos os países mais desenvolvidos têm vindo a fazer grandes progressos na abordagem da gestão de resíduos, particularmente desde que o tema “Ambiente” entrou na agenda internacional nos anos 60 [20]. Tem sido um novo desafio para as Indústrias identificar e discutir áreas críticas relacionadas com um desenvolvimento industrial mais consciente e amigo do ambiente, apostando em produtos e serviços que possam apoiar sociedades mais sustentáveis e equitativas [23].

Aliada à necessidade de promover um desenvolvimento sustentável do nosso planeta, foi necessário criar práticas de poupança de energia e conservação de recursos, práticas essas em que se insere a Simbiose Industrial (SI), uma das estratégias mais eficazes na redução do consumo de recursos e emissões de carbono da indústria [24]. A palavra simbiose

significa interação entre organismos e o conceito é comumente usado na biologia para descrever as interdependências entre espécies em ecossistemas. No entanto, o conceito de simbiose pode-se aplicar também aos sistemas industriais, onde as empresas trocam resíduos e subprodutos, a fim de reduzir a sua quantidade coletiva de utilização de recursos [25]. A SI tem como principal objetivo melhorar a eficiência dos recursos transversais à indústria através de trocas comerciais de materiais, energia e água e da partilha de bens, logística e conhecimentos. A SI permite a gestão sustentável dos resíduos industriais, subprodutos e resíduos municipais, tal como a sua conversão em material ou energia [26].

A utilização da Simbiose Industrial fornece uma nova solução para os desafios ambientais e ecológicos decorrentes do desenvolvimento económico industrial e regional [19]. Este conceito promove os fluxos circulares no setor industrial e conseqüentemente procura criar oportunidades de negócio e proporcionar benefícios mútuos às empresas através da permuta de recursos [27].

A Simbiose Industrial (SI) é um subcampo da ecologia industrial que envolve indústrias separadas numa abordagem coletiva de vantagem competitiva que engloba uma troca física de materiais, energia e serviços. A SI foi reconhecida pela UE como um instrumento promissor para o crescimento sustentável e eficiente na sua gestão de recursos em sistemas industriais, mostrando inclusive um forte potencial económico com capacidade de aumentar a competitividade das empresas da união europeia [28]. Segundo dados da comunicação da Comissão Europeia ao conselho e comité económico e social europeu e comité das regiões, a implementação da SI “permitiria poupar 1,4 mil milhões de euros por ano e gerar 1,6 mil milhões de euros em vendas” em toda a UE [22].

A Simbiose Industrial é uma abordagem inovadora que visa criar redes industriais para benefícios económicos, ambientais e sociais, reunindo empresas de todos os setores de negócio através da negociação de materiais e partilha de ativos para acrescentar valor, reduzir custos e proteger o ambiente [29]. O seu intuito foca-se em reduzir os excedentes industriais e a necessidade de extração de matérias virgens, tendo como objetivo a utilização de resíduos resultantes de um processo de produção como entradas primárias (materiais ou energia) para outros processos de produção distintos, isto é, sustenta que o desperdício de uma indústria pode ser a matéria-prima de outra [28].

A simbiose industrial é um modelo de negócio promissor que empurra as empresas a passar da produção linear para um caminho circular [27]. Permite alcançar vantagens ambientais, económicas e sociais e resulta na potencial redução de resíduos e emissões [15]. A sua conveniência económica provém da poupança resultante de custos significativamente mais reduzidos na compra de matérias-primas e eliminação de resíduos e ainda, no seu forte potencial em criar novas empresas e postos de trabalho [30], [31].

Estimativas recentes antecipam que as cidades duplicarão a sua produção de resíduos até 2025 e utilizarão 80% da energia global até 2040, assim sendo, é urgente meter em prática conceitos como a SI que ajudem a contrabalançar estes valores [28].

Existem já vários exemplos de casos reais de aplicações da SI, disponíveis tanto em países em desenvolvimento como em países desenvolvidos, comprovando a sua eficácia na procura de um desenvolvimento eco sustentável. O parque eco industrial em Kalundborg, na Dinamarca, representa o exemplo mais conhecido de Simbiose Industrial no mundo, com uma complexa rede de trocas simbióticas entre empresas. Os principais benefícios ambientais que resultaram deste caso real consistiram em 50 toneladas de combustíveis fósseis poupados por ano, 200 toneladas por ano de resíduos não eliminados no aterro, e 150 toneladas por ano de gases de efeito de estufa não emitidos [28]. Desta forma, a SI comprova que a realização de tais relações colaborativas entre vários participantes numa proximidade geográfica estreita é uma prática vantajosa para reduzir drasticamente os resíduos [32].

2.3 Relação entre Economia Circular e Simbiose Industrial

Como foi visto no ponto anterior, a Simbiose Industrial é uma abordagem emergente que trata da partilha cooperativa de fontes de várias empresas (por exemplo, energia, resíduos, subprodutos de materiais) e ajuda a alcançar a sustentabilidade na cadeia de abastecimento. O caminho para a simbiose industrial exige que as empresas mudem de modelos de negócio lineares convencionais para modelos de negócio circulares, conceito este sustentado pela Economia Circular [33]. Na verdade, este recente conceito de Simbiose Industrial é um dos principais pilares para uma industrialização sustentável dentro da área da Economia Circular, sendo que em 2012 foi considerada uma das sete áreas prioritárias pela Plataforma Europeia de Eficiência de Recursos [32].

A SI comprova ter potencial tanto para reduzir significativamente a quantidade de resíduos industriais subaproveitados como a necessidade de extração de matérias virgens, utilizando os resíduos gerados por uma indústria como matéria-prima para outra. A correspondência entrada-saída é uma abordagem frequentemente utilizada para identificar potenciais parcerias da SI, e expandir e ligar potenciais doadores e recetores de matéria [33]. Neste sentido, pode-se afirmar que a Simbiose Industrial promove o desenvolvimento da Economia Circular, visto que procura identificar oportunidades para utilizar mais recursos secundários através da ligação de setores industriais anteriormente não relacionados [30].

Os problemas que se sucederam à evolução da indústria no mundo, trazem ao de cima sérias questões ambientais e ecológicas que tanto a EC como a SI visam solucionar. Neste sentido, ambos os conceitos estão presentes nos objetivos de desenvolvimento sustentáveis das cidades e nas estratégias para mitigar as suas disfunções ambientais e aumentar o seu potencial económico e ambiental [19]. Um exemplo dessas estratégias é o conceito de parque eco industrial, que segue um modelo de fluxo circular, em que se dá uma partilha de

recursos e troca de produtos, ligando diferentes fábricas ou empresas através da transferência de material ou energia, numa área geográfica próxima [34]. Estes parques aplicam os conceitos da Economia Circular em termos de um sistema de cascata e reciclagem e da Simbiose Industrial por seguirem a sua convenção e beneficiarem de redes de simbiose energética ou material, de forma a reduzir o consumo de energia, matérias-primas e emissões de carbono [35].

A evolução das políticas ambientais tanto na Europa como na China têm feito esforços para acelerar a transição para a Economia Circular. Na China, por exemplo os parques eco industriais têm sido bastante apoiados pelo governo [31]. Já do lado da UE, com base na estratégia Europa 2020, a Comissão Europeia lançou em 2015 um plano de ação para a Economia Circular chamado “Fechar o ciclo - plano de ação da UE para a economia circular”, que compreende medidas de transição para uma economia mais circular, abrangendo todo o ciclo de matérias-primas, desde a produção e consumo, até à gestão de resíduos e mercado de matérias-primas secundárias. O programa refere-se, especificamente ao papel da SI como uma abordagem inovadora para “transformar resíduos ou subprodutos de uma indústria para se tornarem insumos para outra” ([34]), e propõe ainda que a revisão das diretivas relativas aos resíduos contribua para clarificar as regras referentes aos subprodutos para criar condições equitativas para a implementação da SI na Europa [31].

Ao contrário da economia linear tradicional, o conceito de Economia Circular defende a autossuficiência das cidades no que diz respeito à sua utilização de recursos. Sendo esta uma das três funções mais básicas do desenvolvimento sustentável, a autossuficiência melhora a resiliência e a estabilidade das regiões, evitando dependências vulneráveis. A autossuficiência de uma região dá-lhe o controlo de gestão de forma a “fechar o *loop*” de qualquer recurso, numa relação simbiótica urbana-industrial [30]. A investigação indica ainda que o desenvolvimento de parcerias de simbiose industrial tem a capacidade de fechar laços materiais, reduzir o uso de energia e, assim, fornecer um modelo económico mais circular para as empresas modernas [25].

A Simbiose Industrial está desta forma, uma vez mais, diretamente ligada aos objetivos e ambições da Economia Circular, sendo que ambas defendem uma gestão de resíduos mais sustentável, e pretendem aumentar a eficiência dos recursos, reduzir a produção de resíduos e as emissões de gases de efeito de estufa. A Simbiose Industrial, através do intercâmbio de materiais, energia e subprodutos entre diferentes processos, tem sido incluída no cerne de estratégias para promover a transição para a Economia Circular, através da promoção de fluxos de recursos, por meio de múltiplos ciclos através de diferentes setores de cadeias de abastecimento [31].

A Economia Circular e a Simbiose Industrial partilham muitas visões e convicções, de tal forma que a SI é considerada como uma chave indispensável para uma transição efetiva

para a Economia Circular [36]. Nos últimos dez anos, o conceito de Economia Circular ganhou cada vez mais popularidade na política e no mundo acadêmico, sendo que este último reconhece o papel fundamental da SI na formação e implementação do conceito de CE [25], [37].

Como foi dito, a comunidade acadêmica considera a SI como um componente fundamental da literatura da EC, no entanto, uma clara diferença entre os dois conceitos é que a literatura sobre a Simbiose Industrial se foca praticamente apenas numa vertente de produção, enquanto que em relação à Economia Circular, a literatura já cobre todo o ciclo, desde a extração de recursos, produção, até ao consumo e regresso a novos produtos, sustentando a ideia de que a simbiose industrial é uma subcategoria da EC [25]. Outra diferença entre os conceitos é que a SI é vista como uma iniciativa apenas local, à escala regional, isto devido à sua condicionante geográfica, uma vez que para existir a prática da SI as entidades devem estar posicionadas relativamente perto umas das outras. No entanto a EC defende o fecho do ciclo pode ocorrer em qualquer escala, até mesmo a global [37].

2.4 Identificação das principais barreiras à implementação de processos de Simbiose Industrial de Simbiose Industrial

O estímulo ao desenvolvimento da SI avalia a necessidade de apoio financeiro, operacional e legislativo que quando não são satisfeitas tornam-se as principais barreiras à sua implementação [25]. Criar redes de simbiose industrial é uma prática de conhecimento intensivo, onde a informação é crucial para descobrir potenciais ligações simbióticas entre fluxos de materiais, resíduos e/ou outros recursos relacionados com instalações industriais [29]. A base da Simbiose Industrial é estabelecer parcerias entre entidades produtivas, onde se dá uma troca entre materiais, energia, água e/ou subprodutos [19].

Para existir uma simbiose entre indústrias, é necessário definir uma relação em pelo menos dois participantes que se dispõem a efetuar trocas físicas de forma mutuamente benéfica [32]. Envolve a colaboração entre empresas, nas quais é crucial obter uma correspondência entre resíduos e matérias-primas nos seus diversos setores industriais, de forma a tornar possível uma troca de matérias recíproca. Para identificar estas possíveis parcerias de Simbiose Industrial e encontrar correspondências eficazes entre entidades, é necessário fazer uma análise de cada entrada e saída de resíduos e matérias. Para encontrar esta correlação recorre-se por norma a recolhas de dados, por meio de inquéritos feitos facultativamente às empresas potenciais [33]. A interpretação e análise desta informação para obter ligações entre empresas é atualmente uma técnica inteiramente manual, feita por consultores e profissionais. Este levantamento e tratamento de informação, além de não ser um processo automatizado é ainda dispendioso e moroso, podendo até mesmo meter em risco a confidencialidade dos dados das empresas que são muitas vezes considerados “segredos industriais” [26].

Adicionalmente, a Simbiose Industrial envolve uma transformação complexa que exige que as empresas repensem e redesenhem as suas cadeias de abastecimento. Desta forma, as entidades envolvidas têm de considerar o envolvimento de novos *stakeholders*, introdução de resíduos ao mesmo tempo que avaliam o seu impacto no desenvolvimento de produtos, investimentos económicos e recursos tecnológicos. Como resultado, as empresas precisam de ferramentas inovadoras de modelização capazes de capturar, investigar e quantificar os resultados destas alterações e trabalhar no planeamento estratégico, design, implementação e gestão das suas redes de simbiose industrial [27]. A complexidade e profundidade envolvida nestas mudanças não é acessível a todas as entidades por diversas incompatibilidades que estas colocam, nomeadamente referentes a elevados custos associados ao desenvolvimento dos projetos e falta de apoios à sua implementação [25], [27].

Além disto, muitos dos fatores que impedem as empresas de fazer uma transição circular por meios da implementação da Simbiose Industrial, deve-se à sua falta de conhecimento e consciencialização relativamente aos benefícios desta prática. Muitos empresários veem ainda o desperdício como matérias inúteis e não estão cientes da tecnologia que existe para tirar o seu partido e reaproveitá-lo [38]. Esta resistência à mudança prende-se ainda à incerteza que as empresas mantêm em relação aos resíduos face a terceiros e ao seu medo de se tornarem dependentes de outros estabelecimentos [36]. Esta falta de confiança é resultado da falta de fluidez na comunicação entre os intervenientes da SI, como empresas, universidades e câmaras municipais [38].

Para combater esta relutância natural e falta de garantias, devem ser realizados *workshops*, apresentações de grupos de trabalho e outros eventos que possam fornecer às empresas informações essenciais sobre a SI e sobre o seu potencial criando assim ligações mais fortes de crença e participação. No entanto, mais uma vez estas práticas poderão ser demasiado dispendiosas para muitas empresas se forem realizadas por entidades privadas, porém as instituições potencialmente facilitadoras como os governos locais e associações têm falhado na concretização destas iniciativas [26].

Além da ausência de ações de sensibilização sobre as vantagens da Simbiose Industrial, existe ainda uma falta ou desconhecimento de incentivos dados pelos governos aos seus participantes, relativamente ao seu envolvimento nas práticas de SI [38]. Muitos exemplos de projetos de SI são desenvolvidos num panorama com um quadro político dominado por uma regulamentação indireta que não se destina especificamente à área da Simbiose Industrial. É desta forma que a falta de regulamentação ou a sua falta de flexibilidade face à SI se torna uma das maiores barreiras num contexto de quadro político, que apresenta uma insuficiência de normas e leis diretas e é responsável por bloquear os benefícios simétricos das entidades.

Além disto, a utilização de subprodutos e recursos de resíduos nas redes simbióticas pode muitas vezes cruzar fronteiras entre entidades públicas e privadas. Nestes casos, verifica-se que não existe disponível uma regulamentação conexa para esta tarefa. Existe uma insuficiência de linguagem suficientemente precisa e flexível no sistema jurídico para desenvolver uma regulamentação abrangente adequada que possa promover da melhor forma novos sistemas intersectoriais. Por exemplo, questões de produção e utilização de serviços públicos, questões fiscais e opções de financiamento, são desenvolvidas apenas para entidades privadas ou públicas e não para construções híbridas [25]. Outras das razões pela qual os setores políticos e regulamentares podem ser problemáticos, é o facto dos seus intervenientes responsáveis serem difíceis de identificar ou não conhecerem as suas responsabilidades [25].

A SI reflete-se numa estratégia de reutilização direta de resíduos entre setores empresariais e cadeias produtivas a uma relativa proximidade geográfica que cooperam numa gestão de recursos bilateral [39]. Consequentemente a sua implementação implica uma proximidade física das entidades colaborativas, limitando mais uma vez as opções de potenciais empresas correspondentes [37]. Ainda aliada à componente geográfica, os altos custos nos processos de logística e transportes associados às redes simbióticas, comportam outra grande barreira para a implementação da SI [26]. Em alguns projetos verificaram-se ainda entraves logo nas fases primárias da sua implementação, tais como a oposição inicial da comunidade local, problema que no geral é rapidamente solucionado, mas também problemas operacionais, como a falta de rapidez e eficiência nos intensivos processos administrativos municipais [25].

A utopia da Simbiose Industrial é um conceito em que não é eliminada qualquer quantidade de resíduos orgânicos em aterros, enquanto não são adquiridas entradas primárias fora do sistema considerado. Neste cenário perfeito, as cidades são autossuficientes do ponto de vista de energético, ou seja, toda a energia elétrica necessária é produzida explorando resíduos urbanos [40]. No entanto, o panorama real da implementação da SI nas cidades está muito longe de corresponder à sua visão idealista. Um estudo feito à eficiência da SI por V.Albino, ([28]) mostra que apesar de se comprovar que a SI é uma prática eficaz na mitigação do problema da eliminação de resíduos, a eficiência simbiótica mantém valores bastante baixos quando aplicada em casos reais. Este estudo mostra que o baixo desempenho da SI se deveu maioritariamente à sua dificuldade na resolução dos problemas associados ao consumo energético, uma das áreas em que a SI se propões a mitigar.

2.5 Plano de Ação para a Economia Circular e Simbiose Industrial na União Europeia

Na União Europeia (UE), os planos de ação são geralmente constituídos por propostas concretas para uma melhor política, regulação, financiamento e conhecimento. No contexto das políticas públicas, um plano de ação é geralmente entendido como um documento que declara uma grande preocupação ou desafio público, delineando grandes prioridades e objetivos a seguir, enquanto define um conjunto de estratégias e ações a desenvolver por determinados grupos de partes interessadas dentro de uma comunidade [41]. Isto exige uma abordagem integrada que inclua uma combinação da política correta, da legislação, do reforço das capacidades, dos serviços, das infraestruturas e da tecnologia, bem como de uma compreensão aprofundada do cenário sociocultural [6].

Neste subcapítulo o plano de ação abordado será na ótica da Economia Circular e Simbiose Industrial, mostrando alguns dos seus contornos para mitigar os maiores problemas associados à sua implementação e a forma como estes dois conceitos estão alinhados com os propósitos e ambições da UE.

Na sequência dos desafios da União Europeia, os Estados-Membros adotaram planos e estratégias de Economia Circular, com objetivos e medidas para fomentar a circularidade [41]. Em 2011, a Comissão Europeia (CE) introduziu o "Roteiro para uma Europa de Recursos Eficientes" [22]. Neste comunicado da Comissão Europeia ao Conselho e Comité Económico e Social Europeu e Comité das Regiões, fala-se sobre alguns objetivos relacionados com a transição para uma Economia Circular e declara-se ainda que a UE e os seus Estados-Membros devem fazer um esforço por eliminar os obstáculos que retêm a eficiência dos recursos. Nessa sequência, o documento foca-se ainda na criação de um conjunto adequado de incentivos às decisões de produção, e comportamentos de consumo [22], [41]. Este roteiro refere-se à EC como um caminho sustentável onde os resíduos se tornam um recurso, resultando numa utilização mais eficiente de matérias-primas como minerais e metais. Apela ainda à criação de medidas que tenham mais em consideração os ciclos de vida dos materiais, que aumentem a eficácia relativamente à perda e desaproveitamento de resíduos, sensibilizando ainda para a reutilização, reciclagem, melhor investigação e inovação para melhorar as estruturas do mercado [22].

Mais tarde em 2015, a Comissão Europeia aprovou o primeiro plano de ação da UE para a EC, "Fechar o Loop". Este plano de ação visa uma transição para a EC e uma mudança sistemática para criar as condições de aplicação e implantação deste conceito. Centrou-se nos padrões de consumo e produção, e na mudança do desperdício para os recursos, especialmente, em termos de matéria-prima secundária e reutilização de resíduos. Mais recentemente, em 2020, foi adotada uma nova versão deste plano de ação da UE, "Um novo plano

de ação de Economia Circular para uma Europa mais limpa e competitiva" [42]. Este novo plano tenciona proporcionar uma agenda orientada para o futuro para alcançar uma Europa mais limpa e competitiva na cocriação com os agentes económicos, consumidores, cidadãos e organizações da sociedade civil e está associada ao recente “*European Green Deal*”. Este acordo “verde” Europeu, foi aprovado em 2020, e consiste num conjunto de medidas e iniciativas políticas da Comissão Europeia, tendo como objetivo fundamental tornar a UE climaticamente neutra até 2050 [43]. Após os estes desafios e planos de ação lançados pela Comissão Europeia, vários Estados-Membros têm vindo a adotar também planos de ação próprios para a CE, propondo diferentes objetivos e medidas para os cidadãos de diferentes setores económicos [41].

A ONU (Organização das Nações Unidas) realizou ainda a célebre “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, que foi adotada por todos os Estados-Membros das Nações Unidas, em 2015. Esta agenda fornece um plano partilhado para a paz e prosperidade da humanidade e do planeta. No seu cerne estão os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ilustrados na figura 2.3. Estes 17 objetivos são ainda compostos por 169 metas, que representam um apelo urgente à ação de todos os países, sejam estes desenvolvidos ou em desenvolvimento, numa parceria global. Estas metas pretendem acabar com a pobreza, definir estratégias que melhorem a saúde e a educação, reduzir desigualdades, impulsionar o crescimento económico e combater as alterações climáticas de forma a preservar os nossos oceanos e florestas [44].



Figura 2.3- Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (adaptado de [44])

Um estudo feito por Patrick Schroder e colegas, discute e analisa a relação entre as práticas da Economia Circular e o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Embora a EC esteja profundamente relacionada com o ODS 12, “Produção e Consumo Sustentáveis”, esta correlação não é especificamente mencionada no contexto dos ODS na Agenda 2030. No entanto, uma vez que as noções e princípios da EC são consideradas transversais, o autor defende que a adoção das suas práticas será necessária para atingir muitos

objetivos delineados em vários dos ODS e não apenas para o ODS 12. Para perceber em que medidas adicionais a EC é relevante para o cumprimento dos ODS, foi feita uma avaliação às 169 metas integrantes dos ODS, fazendo uma correspondência das mesmas a cinco categorias, de forma a determinar a relação qualitativa entre as práticas EC e estas 169 metas propostas pelos ODS, como se pode ver no gráfico da figura 2.4 [45]. As categorias utilizadas para estabelecer esta relação foram:

- Contribuição direta das práticas da EC para atingir o objetivo;
- Contribuição indireta (através de outras metas dos ODS);
- Progressos no cumprimento dos objetivos contribuem para a adesão à EC;
- Fraco/ Sem ligação;
- Oportunidades de cooperação para a promoção da CE.

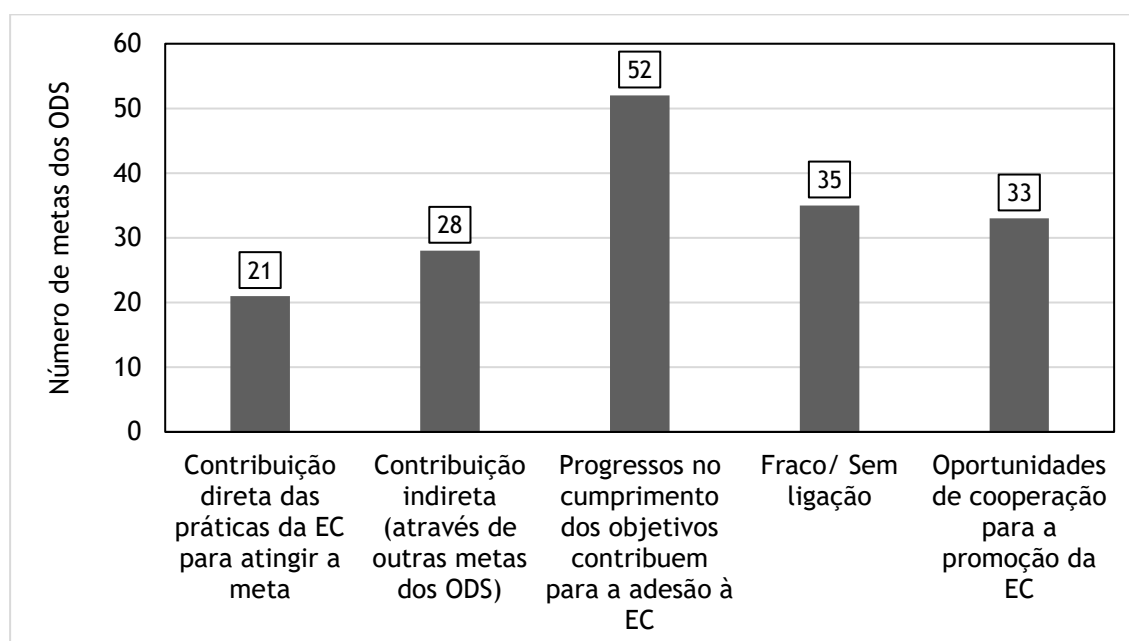


Figura 2.4- Relação entre práticas de Economia Circular e o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17DGs com 169 metas no total)[46].

Nesta análise, concluiu-se que a EC contribui diretamente para o alcance de 21 das metas dos ODS e indiretamente para a conquista de 28. Verificou-se ainda que 33 das 169 metas apresentam um grande potencial para oportunidades de cooperação em iniciativas de CE, e os dados afirmam ainda que o cumprimento de 52 das metas pode ajudar a alcançar a adesão à EC, sendo que as restantes metas não apresentam qualquer relação à EC [45]. Como foi abordado no ponto 2.1.3, a Simbiose Industrial está implicitamente ligada à Economia Circular que, como demonstrado está diretamente relacionada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis. Uma análise mais focada na relação da SI com os ODS, mostra que o seu potencial na ascensão dos objetivos, pode ser encarado facilmente como a promoção

da eficiência de recursos (material, energia ou água) para a indústria, que contribui para gerar poupanças de custos, maior competitividade e conseqüentemente, benefícios sociais, tais como criação de emprego [37].

Um estudo à relação da SI e ODS identificou as principais possíveis contribuições da SI para o sucesso dos ODS das Nações Unidas. Mais especificamente, os autores desta análise encontraram uma forte associação entre a SI e 5 dos ODS, sendo estes: o ODS 3, “Saúde de qualidade”, o ODS 6 “Água potável e saneamento”, o ODS 8 “Trabalho digno e crescimento económico”, o ODG 9 “Indústria, inovação e infraestrutura” e por fim ODS 12 “Produção e consumo sustentáveis”.

Com base neste estudo, foi elaborada a tabela 2.2, que identifica quais os ODS e as suas metas específicas às quais as potenciais aplicações da SI contribuem para o seu sucesso e cumprimento [37].

Tabela 2.2- Lista dos ODS e suas metas específicas, às quais a aplicação da SI contribui na medida da sua execução (Baseada em [37], [44]).

ODS	Meta específica
ODS 3 “Saúde de qualidade”	3.9 - Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças causadas por produtos químicos perigosos e pela poluição e contaminação do ar, da água e do solo.
ODS 6 “Água potável e saneamento”	6.4 - Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência na utilização da água em todos os setores e assegurar a captação e fornecimento sustentável de água doce para fazer face à escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem de escassez de água.
ODS 8 “Trabalho digno e crescimento económico”,	8.2 - Atingir níveis mais elevados de produtividade económica através da diversificação, atualização tecnológica.
	8.4 - Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência global das fontes de consumo e produção e tentar dissociar o crescimento económico da degradação ambiental, de acordo com o quadro de 10 anos de programas sobre consumo e produção sustentáveis, com os países desenvolvidos a assumirem a liderança.
ODS 9 “Indústria, inovação e infraestrutura”	9.2 - Promover a industrialização inclusiva e sustentável e, até 2030, aumentar significativamente a quota-parte da indústria no emprego e no produto interno bruto, de acordo com as circunstâncias nacionais, e duplicar a sua quota-parte nos países menos desenvolvidos.
	9.3- Aumentar o acesso das pequenas empresas industriais e outras companhias, em particular nos países em desenvolvimento, aos serviços financeiros, incluindo o crédito acessível, e a sua integração nas cadeias de valor e nos mercados.

ODS	Meta específica
<p style="text-align: center;">ODS 9</p> <p style="text-align: center;">“Indústria, inovação e infraestrutura”</p>	<p>9.4- Até 2030, melhorar as infraestruturas e adaptar as indústrias para as tornar sustentáveis, com uma maior eficiência na utilização dos recursos e uma maior adoção de tecnologias limpas e compatíveis com o ambiente e processos industriais, com todos os países a tomarem medidas de acordo com as suas respetivas capacidades.</p>
	<p>9B - Apoiar o desenvolvimento tecnológico interno, a investigação e a inovação nos países em desenvolvimento, nomeadamente assegurando um ambiente político propício à diversificação industrial e à adição de valor aos produtos.</p>
<p style="text-align: center;">ODS 12</p> <p style="text-align: center;">“Produção e consumo sustentáveis”</p>	<p>12.2 - Até 2030, conseguir a gestão sustentável e a utilização eficiente dos recursos naturais.</p>
	<p>12.3 - Até 2030, reduzir para metade o desperdício alimentar global per capita a nível de retalhistas e de consumidores e reduzir as perdas alimentares ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita.</p>
	<p>12.4 - Até 2020, conseguir uma gestão ambientalmente correta dos produtos químicos e de todos os resíduos ao longo do seu ciclo de vida, em conformidade com os quadros internacionais acordados, e reduzir significativamente a sua libertação para o ar, água e solo, a fim de minimizar os seus impactos adversos na saúde humana e no ambiente.</p>
	<p>12.5 - Até 2030, reduzir substancialmente a produção de resíduos através da prevenção, redução, reciclagem e reutilização.</p>

PANORAMA DO DESPERDÍCIO DE PEIXE E MARISCO NAS INDÚSTRIAS PESQUEIRA E AQUICULTURA

Neste capítulo será abordado o paradigma relativamente às várias envolventes da Indústria da pesca e aquicultura, será analisado o impacto de cada setor, a nível qualitativo e quantitativo, assim como as principais causas e fontes de desperdício de matérias deste domínio.

3.1 Importância das Indústrias da Pesca e Aquicultura na Europa

O aumento da população global e as mudanças nos padrões de consumo mundiais têm vindo a aumentar a procura e consumo de produtos de origem animal [46]. O peixe, por sua vez, seja ele proveniente da pesca ou da aquicultura, é considerado pela Comissão Europeia (CE) como uma importante fonte de proteína e um componente crucial para uma alimentação saudável do ser humano. Na verdade, o peixe desempenha um papel vital na sustentação da segurança alimentar em muitos países e comunidades, fornecendo-lhes uma fonte de nutrientes valiosos [6], [47]. A notoriedade do consumo do peixe faz-se notar nas estatísticas mundiais, representando assim, em 2017, cerca de 17% da ingestão global de proteínas animais [48]. Dados afirmam também que em 2018, a pesca de captura e a aquicultura produziram em conjunto 178,5 milhões de toneladas de peixe, das quais 88% foram destinadas ao consumo humano [6].

A autossuficiência pode ser expressa como a relação entre a produção própria (capturas da pesca mais aquicultura) e o consumo aparente total. Em 2015, a taxa de autossuficiência da UE situou-se em 43%, ou seja, as pessoas que vivem na UE consumiram cerca do dobro do que produziram. A produção da UE cobre mais de dois terços do seu consumo de peixe oceânico e mais de metade do seu consumo de moluscos. É mais dependente do abastecimento externo para salmonídeos, crustáceos e outros peixes [49].

Embora a pesca de captura fique aquém da procura mundial, o consumo anual de produtos do mar tem vindo a aumentar, duplicando nas últimas três décadas. As capturas marinhas de pesca consistem quase exclusivamente em peixes e invertebrados [50]. Neste setor da pesca de captura, existe uma grande variedade de maneiras de apreender peixe e marisco, dependendo da espécie de pescado, da sua quantidade, quotas legisladas a capturar, impactos ambientais e poder económico. Os métodos com vara e linha, palangre e rede de emalhar são mais comuns em países de baixo rendimento onde grande parte da atividade pesqueira é de subsistência ou de pequena escala. Os métodos de redes de cerco com retenida e de arrasto são mais comuns nas práticas de pesca industrial. Globalmente, o arrasto de fundo é o método mais comum, representando um quarto das capturas de peixe. A pesca de arrasto pelágico (em águas intermédias) representa mais 10%. Isto significa que todos os tipos de pesca de arrasto representam um pouco mais de um terço das capturas globais de peixe. Já a rede de cerco com retenida, representa o segundo método mais comum, representando pouco mais de 20% das capturas (dados da figura 3.1).

Em contraste, a pesca de arrasto pelo fundo está a tornar-se menos comum em toda a Europa. Em muitos países como o Reino Unido, Espanha e Portugal a pesca de arrasto pelo fundo foi intensa durante as décadas de 1950, 60 e 70, mas desde então tem diminuído significativamente. O fenómeno dessa diminuição tem sido parcialmente impulsionado pelos esforços para reduzir a sobrepesca e permitir a reconstituição dos recursos haliêuticos. Além disso, a Comissão Europeia proibiu a pesca de arrasto pelo fundo em águas com menos de 800m de profundidade em 2016 [51]. Ainda no setor da pesca, o ramo da pesca recreativa é também considerável, dada a sua atividade económica altamente participativa, com grande valor económico e benefícios sociais a nível global. Os dados relativos à pesca recreativa são reduzidos, existindo apenas informação disponível para alguns países. No entanto, a partir dos dados limitados existentes, estima-se que existam 8,7 milhões de pescas marítimas recreativas europeias, correspondendo a uma taxa de participação de 6% de todo o setor da pesca. O esforço dos pescadores de pesca recreativa é medido em número de dias, sendo que é estimado um nível de esforço médio anual global de cerca de 77,6 milhões de dias, com despesas correspondentes a 5,9 mil milhões de euros por ano. Nas últimas décadas tem-se presenciado uma maior participação, número de peixes, dias de pesca e despesas no Atlântico em comparação com o Mediterrâneo, no entanto as estimativas mediterrâneas são

geralmente menos precisas. Tanto para o robalo do norte da Europa como para o stock de bacalhau do Báltico ocidental, a pesca recreativa foi responsável por 27% das capturas totais globais destas duas espécies de peixe [52].

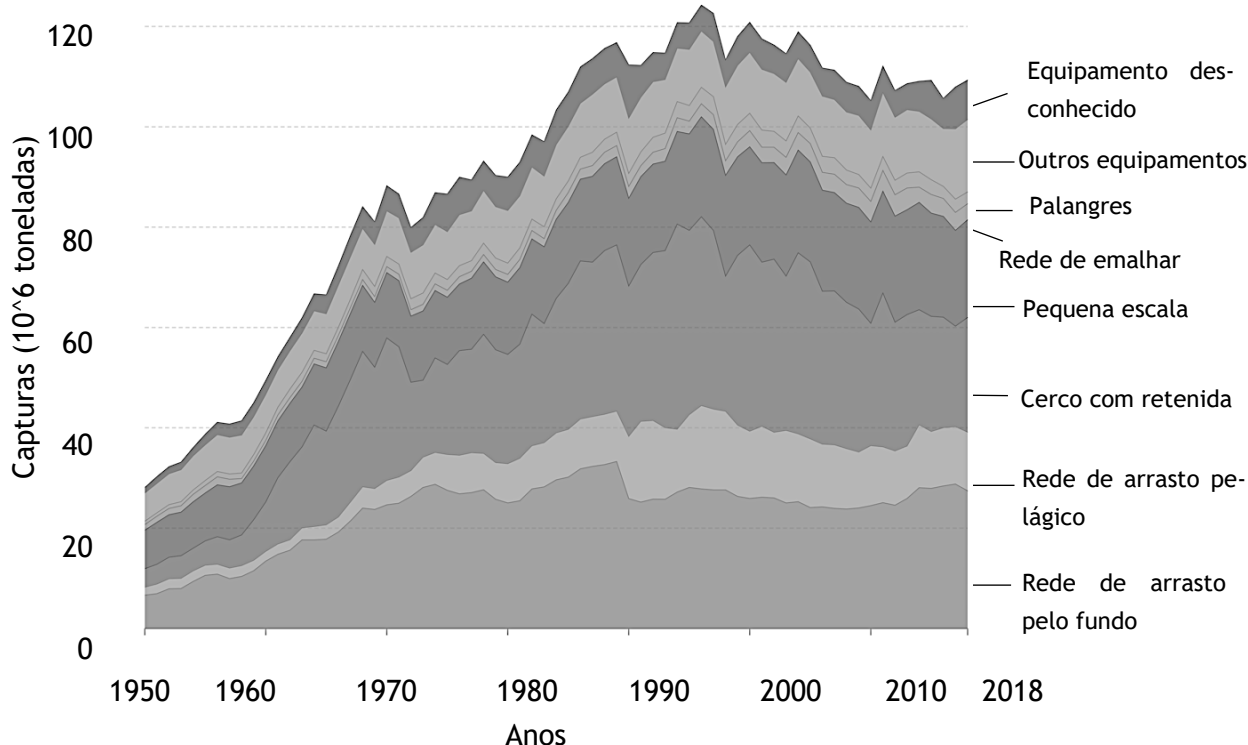


Figura 3.1- Captura global de peixe selvagem por tipo de arte de pesca (adaptado de [52])

Todos os dados apresentados anteriormente relativamente ao setor da pesca, excluem todas as capturas provenientes da pesca ilegal, não declarada e não regulamentada. No entanto, a pesca clandestina apresenta valores significativos e impactantes para o paradigma global. Estima-se que a pesca ilegal, não declarada e não regulamentada corresponda a cerca de 20% do valor das capturas mundiais, o que se traduz a cerca de 10 mil milhões de euros por ano. Este tipo de pesca é uma grande ameaça para os recursos marinhos globais, uma vez que a falta de quotas de pesca e regulamentação para proteção de espécies é responsável por esgotar grandes quantidades de recursos haliêuticos, destrói habitats marinhos, distorce a concorrência, coloca os pescadores honestos em desvantagem injusta, destruindo os meios de subsistência das comunidades costeiras, nomeadamente nos países em desenvolvimento [49].

A aquicultura é o setor de produção alimentar que regista o crescimento mais rápido do mundo, sustentado por declarações da FAO (*Food and Agriculture Organization of the United States*), que afirma que o setor fornecerá cerca de 60% do consumo mundial de peixe

até 2030, aumentando significativamente a sua quota atual, de pouco mais de 50% [53]. A aquicultura é um setor que representa um grande impacto para a economia da UE. Com valores da produção a atingir os 5,6 mil milhões de euros em 2017. Os principais produtores de aquicultura entre os Estados-Membros da UE em 2017 foram Espanha (21%), França (15%), Reino Unido (14%), Itália (14%) e Grécia (10%), que juntos representaram cerca de 74% da produção total de aquicultura. No entanto, em termos do valor da produção, o Reino Unido foi o principal produtor (21%), seguido da França (16%), Espanha (13%), Grécia (12%) e Itália (11%). Os moluscos (mexilhões, ostras e amêijoas) são dominantes em Espanha, França e Itália. O Reino Unido produziu principalmente salmão, enquanto a Grécia produzia principalmente robalo e brema do mar [54].

Como se pode ver, a aquicultura cresceu substancialmente em vários países da UE nos últimos anos, e é essencialmente um desenvolvimento económico no seio de pequenas e médias empresas em áreas remotas onde o emprego alternativo é bastante limitado. Isto tem sido particularmente evidente na aquicultura marinha, principalmente do salmão atlântico na Escócia, Noruega e Irlanda, robalo e dourada no Mediterrâneo e mexilhão cultivado na Irlanda, Espanha e França. Esta tendência geral foi reforçada devido a um declínio geral das unidades populacionais de peixes selvagens capturáveis e a um aumento da procura pública de recursos de peixes ósseos e crustáceos [44]. Este crescimento na aquicultura tem desempenhado um papel importante no aumento da produção global de peixe e marisco sem sacrificar stocks. A produção de peixe e marisco de cultura tem continuado a crescer, enquanto a produção da pesca selvagem tem abrandado. Esta mudança de paradigma permite manter níveis de pesca sustentáveis que não esgotam as populações de peixes selvagens [51]. Dados da figura 3.2, mostram a tendência do crescimento de ambos os setores desde o início dos anos 2000 até ao ano de 2019 [55].

Num contexto global, os Estados Unidos da América (EUA) e a China são os principais mercados que contribuem em termos de valor monetário para as exportações de produtos piscatórios e de aquicultura da UE, representando os dois países com maior procura de produtos de peixe e marisco da Europa. No entanto, curiosamente as maiores quantidades exportadas pela UE destinam-se na verdade, à Nigéria e à Noruega, sendo que estes resultados se devem aos diferentes valores dos produtos envolvidos nesses fluxos. Por exemplo, os EUA e a China importam principalmente produtos da UE mais valorizados, como o salmão e o alabote da Gronelândia, respetivamente, ao passo que a Nigéria importa principalmente pequenos pelágicos de valor inferior, como o arenque e o verdinho, e a Noruega importa apenas óleo de peixe.

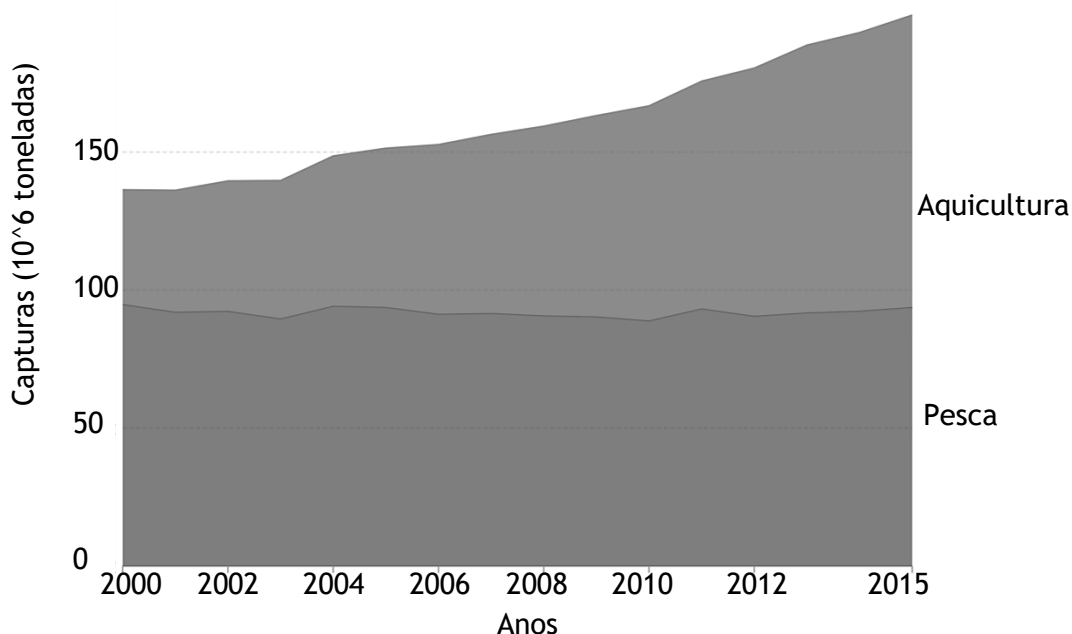


Figura 3.2- Produção global de peixe e marisco: Captura de peixe selvagem vs. Aquicultura (extraído de [56])

É também na Noruega onde se exporta mais peixe e marisco de toda a Europa, aos quais, mais de um quarto do peixe e marisco importados na UE é proveniente deste país [56]. É ainda nos países da União Europeia onde se consome mais peixe e marisco em todo o mundo, sendo que o consumo médio anual destes bens para uma pessoa média que vive na UE de 24,4 kg, o que se traduz em 4 kg mais do que o padrão de consumo do resto do mundo [49]. O consumo, no entanto, varia muito em toda a UE, sendo que o valor mínimo corresponde à Hungria, com 4,8 kg por pessoa por ano e o valor mais elevado a Portugal, com um consumo de 56,9 kg por pessoa por ano [49].

Portugal tem mantido a liderança relativamente ao consumo neste setor, sendo de longe o país mais relevante da UE em termos de consumo per capita de peixe e marisco. Dados da figura 3.3 mostram que em 2017, o nível de consumo aparente no território representou mais do dobro do consumo aparente de toda a UE. Adicionalmente, nesse ano, dois Estados-Membros atingiram o seu consumo máximo dos últimos 10 anos, nomeadamente, Malta e Dinamarca [56].

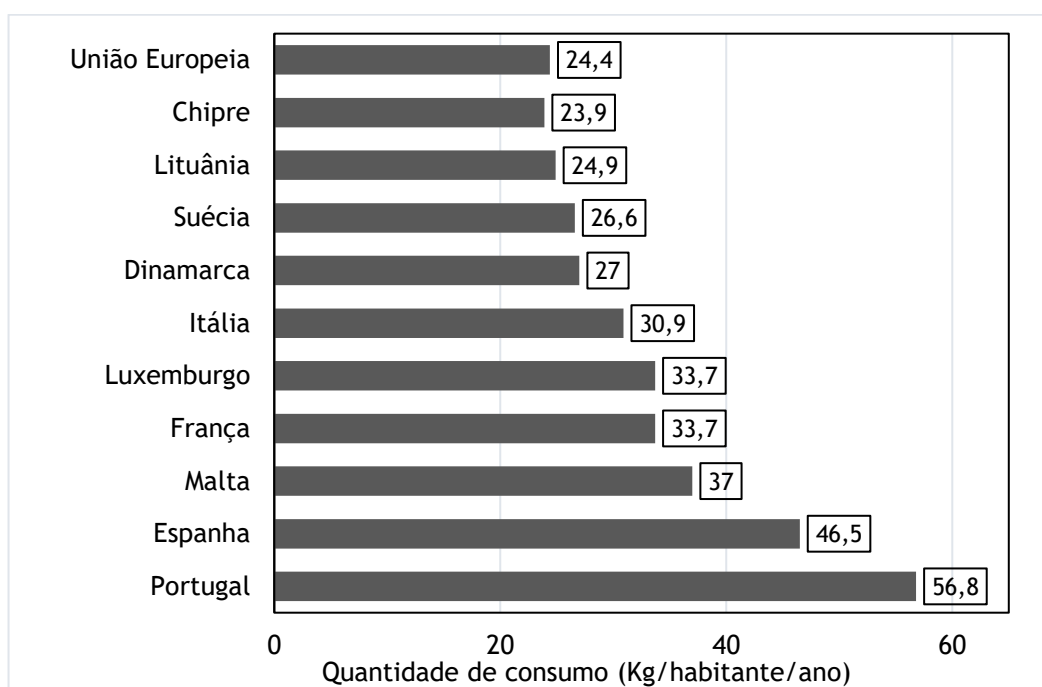


Figura 3.3- 10 países da UE com o consumo mais elevado de produtos da pesca e da aquicultura (2017) (adaptado de [57])

A indústria transformadora de peixe é constituída por cerca de 3.500 empresas na União Europeia e o grande pilar de produção da UE são os produtos enlatados e as refeições prontas, compostas por peixes, crustáceos e moluscos [57]. O Observatório Europeu do Mercado dos Produtos da Pesca e da Aquicultura (EUMOFA), que consiste num instrumento de gestão de informação sobre o mercado do setor da pesca e aquicultura, analisou os comportamentos de consumo do setor na UE e como tal, identificou as principais espécies consumidas no ano de 2019. Os resultados da investigação representados na tabela 3.1, evidenciam então que o atum, maioritariamente enlatado e o bacalhau são seguramente a preferência dos consumidores da UE. Já no nicho de mercado do peixe e marisco orgânicos, a espécie mais consumida na UE foi o salmão. A quota da produção biológica de peixe e marisco tem vindo a aumentar, sendo que entre os anos de 2014 e 2017 verificou-se um aumento de 28% neste mercado [56].

Tabela 3.1- Principais espécies consumidas na UE no ano de 2017 (quantidade em peso vivo (kg/habitante/ano) (adaptado de [57])

	Per capita (kg)	% Selvagem	% Viveiro
Atum (maioritariamente enlatado)	3,07	99%	1%
Bacalhau	2,31	100%	0%
Salmão	2,24	0%	100%
Escamudo-do-Alasca	1,59	100%	0%
Camarões	1,51	51%	49%
Mexilhão	1,28	8%	92%
Arenque	1,18	100%	0%
Pescada	0,94	100%	0%
Lula	0,67	100%	0%
Cavala	0,65	100%	0%

No contexto socio económico, a pesca desempenha um papel crucial no emprego e na atividade económica em várias regiões da UE. Em algumas comunidades costeiras europeias, o setor das pescas representa cerca de metade dos postos de trabalho locais. O emprego neste setor tende a concentrar-se em países com maior vantagem geográfica, tal como Espanha, que sozinha representa um quarto do emprego total da UE. Juntamente com Espanha, a Grécia e a Itália cobrem cerca de 62% da empregabilidade do setor [57] . Por sua vez, o setor da aquicultura, que em 2014, produziu pela primeira vez na história mais peixe para consumo humano a nível global do que a pesca selvagem, empregando cerca de 75 mil pessoas na UE, incluindo empregos a tempo parcial e a tempo inteiro na aquicultura marinha e de água doce [48].

3.2 Panorama geral das perdas e resíduos na Indústria da pesca e aquicultura

O ritmo de crescimento da população global tem provocado aumentos significativos na procura de alimentos, de forma a satisfazer as necessidades da sociedade. Juntamente com a rápida urbanização, combinada com um progresso lento no desenvolvimento de estratégias ineficazes de gestão de resíduos, surge a grande problemática da acumulação de resíduos em todo o mundo. Um estudo publicado pela UE em 2010 revelou que quase 90 milhões de toneladas de resíduos alimentares são expulsas todos os anos da indústria de

produção alimentar [48]. Os resíduos alimentares, sendo ricos em conteúdo nutricional, apodrecem por acumulação, proporcionando bases de criação de organismos causadores de doenças. Isto coloca sérios problemas ambientais que ainda não têm solução nos dias de hoje, devido à falta de procedimentos para lidar com eles [3].

Globalmente, cerca de 14% dos alimentos produzidos perdem-se desde a fase pós-colheita até à fase de retalho e consumo. A magnitude da emissão levou os autores dos ODS a recomendarem "Até 2030, reduzir para metade o desperdício alimentar global per capita a nível de retalhistas e de consumidores e reduzir as perdas alimentares ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita" (meta 12.3- tabela 2.3). Desta meta estabelecida foram lançadas várias iniciativas novas para darem resposta ao problema [6], [44].

Reconhecendo a importância de uma definição consistente, a FAO avançou para uma definição uniforme de perda de alimentos como uma "diminuição da quantidade ou qualidade dos alimentos resultantes de decisões e ações por parte de retalhistas, prestadores de serviços alimentares e consumidores" [58]. Conceptualmente, esta distinção separa as ações tomadas ao longo da cadeia de abastecimento alimentar, das tomadas pelos consumidores ou em nome dos consumidores. Isto é útil do ponto de vista político, uma vez que distingue decisões e circunstâncias que afetam o fornecimento de alimentos daqueles que são impulsionados pela procura de alimentos [3].

Como foi visto no subcapítulo anterior, o consumo mundial de peixe per capita tem vindo a aumentar gradualmente ao longo dos anos. Consequentemente, também a quantidade de desperdícios de peixe tem sofrido um aumento dramático em todo o mundo [59]. As indústrias da carne e do peixe são a maior fonte de resíduos da indústria alimentar animal. Os resíduos alimentares derivados de animais contêm quantidades bastante elevadas de proteínas e não podem ser descarregados para o ambiente sem um tratamento adequado [50].

O peixe é um alimento deteriorável que tem um elevado potencial de desperdício e perda, no entanto a falta de informação precisa limita análises rigorosas às perdas do setor da pesca e aquicultura, principalmente nos países de rendimentos baixos e médios. Não obstante, todas as regiões geográficas são afetadas com a problemática da excessiva produção de resíduos. Também em toda a cadeia de abastecimento, seja do setor da pesca ou da aquicultura se verificam perdas, assim como nas diferentes fases da cadeia produtiva destes setores, desde a captura ou produção primária até ao consumo final. A perda é influenciada por vários fatores, incluindo as espécies de peixes, as características físicas associadas (isto é, composição, peso e forma), o valor percebido do peixe, os volumes manipulados, o nível de sazonalidade presente e a localização geográfica [6].

A gestão dos resíduos de peixe tem sido um dos problemas com maior impacto no ambiente. As estimativas dos resíduos produzidos por tonelada de peixe produzido variam

consideravelmente. Vários estudos feitos estimaram a carga de resíduos de várias formas e metodologias por unidade de produção de peixe. No entanto, estima-se que mais de 50% do material remanescente da captura total de peixes não seja utilizada como alimento e envolve a criação de quase 32 milhões de toneladas de resíduos [44].

Só no setor da pesca, supõe-se que a produção mundial de peixe inclua 25% de resíduos de peixe e produtos de pesca indesejados [45]. Atualmente, no setor da pesca, as perdas de peixe após as capturas representam uma enorme preocupação económica e ambiental que ocorre na maioria das cadeias de distribuição de peixe, com grandes quantidades de peixe desembarcado perdido ou devolvido ao mar entre o desembarque e o consumo [59]. Na UE, os subprodutos gerados pelo sector das pescas representam 5,2 milhões de toneladas por ano. Algumas são capturas indesejadas, onde a sua mitigação é protegida pela lei Reg. (UE) n.º 1380/2013; Comissão Europeia, 2013 (Ver Anexo A1). A proibição de devoluções e a obrigação de detenção de todas as capturas de espécies entrou em vigor em janeiro de 2019. No entanto, uma quantidade significativa de resíduos é gerada por perdas nos processos de produção ou transformação [46].

Os efeitos prejudiciais para a aquicultura no meio marinho, em particular, tornaram-se uma questão de interesse público [44]. O impacto dos resíduos provenientes da aquicultura aumentou a preocupação do público e ameaça a sustentabilidade das práticas de aquicultura. No entanto, o mesmo aumento da população que exigiu um aumento da procura de peixe e produtos derivados de peixe, levou a uma maior concorrência às necessidades básicas de desenvolvimento da aquicultura, incluindo água, terra e outras fontes naturais. A intensificação da produção é uma alternativa para o necessário desenvolvimento na aquicultura [45].

Os setores de produção e captura de peixe, especialmente a pesca, gera ainda um outro grande e alarmante problema muito falado nos dias de hoje, o lixo marinho. O lixo marinho é uma questão universal, que ameaça a vida ao longo da costa e no mar e requer urgentemente uma solução sistemática [60]. O ODS 14, mais precisamente a meta nº 14.1 da ONU, estabelece que "toda a poluição marinha, especialmente proveniente de fontes terrestres, incluindo lixo marinho e nutrientes, deve ser prevenida e significativamente reduzida até 2025" [44]. Desta forma, o lixo marinho que não seja constituído por matérias de peixe, derivados e marisco é indiretamente também considerado resíduo destes setores, como por exemplo os microplásticos. No entanto, o foco desta dissertação irá cingir-se apenas a resíduos provenientes direta ou indiretamente de animais marinhos. De qualquer forma, é necessário realçar o grande desafio que se atravessa nos dias de hoje, relativamente à remoção de lixo marinho dos oceanos, nomeadamente as toneladas de plástico que existem no mar, afetando habitats, ecossistemas e colocando em risco a vida marinha [61].

Os esforços para reduzir a perda de peixe implicarão custos para os atores da cadeia de valor, que possivelmente poderão alterar a curva da oferta de peixe e produtos de pesca. Com isto em mente, é importante reconhecer que os cenários de perda zero são irrealistas, mesmo em cadeias de valor sofisticadas do ponto de vista tecnológico. É importante que os

atores da cadeia de valor trabalhem, com base num paradigma de tentativa de alcançar perdas ótimas. Estas perdas ótimas são definidas como aquelas que são comercialmente viáveis e não colocam uma carga indevida sobre o ambiente. Os setores público e privado terão de trabalhar em conjunto para assegurar que as medidas tomadas para reduzir perdas e desperdícios acabem por deslocar o sistema alimentar para uma conceção mais sustentável [6].

O consumo de peixe para fins alimentares pode ser controlado a nível comercial, industrial ou por cientistas da aquicultura para salvar recursos naturais de peixe [41]. É importante sublinhar que atualmente a expansão do consumo é impulsionada não só pelo aumento da produção, mas também por diferentes fatores, incluindo as preocupações em reduzir o desperdício. De facto, embora tenha sido observado o aumento contínuo do consumo de peixe em 2016, notou-se ainda um pequeno decréscimo na produção global da pesca de captura (90,9 milhões de toneladas) em comparação com os dois anos anteriores, revelando pequenos passos positivos em torno da mitigação deste problema [59].

Com uma população mundial que deverá atingir os 9,8 mil milhões até 2050, um setor sustentável das pescas desempenhará um papel fundamental na garantia da segurança alimentar, uma vez que o aumento da procura irá desafiar a produção de peixe nas próximas décadas. A perda de alimentos e a criação de resíduos, ocorrem na maioria das cadeias de abastecimento, ou até mesmo em todas. A necessidade de redução destas perdas e desperdícios está a tornar-se cada vez mais importante à medida que a procura de peixe aumenta [58]. Na Europa, o Artigo 4 da Diretiva-Quadro de Resíduos da UE, após a revisão atualizada em 2008, traça uma "hierarquia de resíduos" e destaca as vantagens financeiras e ambientais da redução, reutilização e reciclagem de materiais em comparação com a deposição em aterro. Atualmente, de acordo com a abordagem de economia circular baseada na teoria "reduzir, reutilizar, reparar e reciclar", os resíduos de alimentos podem ser valorizados levando à produção de proteínas e outros compostos valiosos. Esta situação conduz a questões tanto económicas como ambientais, tais como a possibilidade de utilizar resíduos como substratos para a criação de insetos ou de recuperar nutrientes valiosos no caso de subprodutos de marisco [46].

Existem várias utilizações alternativas dos resíduos do processamento de peixe, que serão analisados em maior detalhe nos próximos capítulos desta dissertação. A recuperação de componentes químicos de resíduos de peixe marisco, que podem ser utilizados noutros segmentos da indústria alimentar, é uma área promissora de investigação e desenvolvimento para a utilização de subprodutos de peixe e marisco [59].

Existe abertura nestes setores, para várias entidades trabalharem em conjunto de forma a produzirem algo com excedentes de peixe e marisco, utilizando os conceitos de Economia Circular e metodologias de Simbiose Industrial mencionadas anteriormente. Porém até à data, os resíduos de peixe são utilizados principalmente na indústria das farinhas

de peixe, uma vez que contém quase a mesma quantidade de proteínas que a carne de peixe [59]. Os investigadores demonstraram que vários compostos úteis podem ser isolados dos resíduos de marisco, incluindo enzimas, gelatina, e proteínas com capacidades antimicrobianas e anti tumorais. Outros resíduos, nomeadamente provenientes da produção de marisco, mostraram também uma vasta gama de aplicações desde a indústria cosmética até à indústria farmacêutica [50].

A composição nutricional dos resíduos de peixe permite fornecer nutrientes vegetais ou enriquecer um composto, e na verdade, os resíduos de peixe podem ser processados para produzir vários fertilizantes, como será explorado e comprovado posteriormente neste trabalho [50].

3.3 Principais fontes e causas que contribuem para o desperdício nos setores da pesca e da aquicultura

Os métodos para estimar a perda e desperdício de peixe seguem uma abordagem macro ou micro, dependendo do objetivo e do âmbito da avaliação. As abordagens macro fornecem uma estimativa da perda física para todo o sector pesqueiro a nível nacional, regional ou global, utilizando principalmente dados secundários das autoridades governamentais e das grandes empresas, coeficientes da literatura e modelos quantitativos. As micro abordagens estimam a perda de peixe para cadeias de valor únicas, geralmente localizadas em áreas geográficas limitadas, com base em medições físicas diretas, observações e/ou questionários para obter informações diretamente dos atores da cadeia de valor [6]. O foco deste subcapítulo não será na qualificação das abordagens para a estimativa de perdas, mas sim em mostrar uma visão geral do paradigma do desperdício intersectorial da indústria do peixe em várias perspetivas, seja elas micro ou macro.

Quando se fala em desperdício de peixe, é importante incluir produtos tanto do setor da pesca como de aquicultura. É ainda necessário compreender que as perdas nestas indústrias se dão em toda a cadeia de abastecimento, ao longo das suas diferentes fases. Neste subcapítulo são, portanto, analisados vários aspetos da formação de resíduos a partir destes setores da pesca e aquicultura, e ainda da indústria transformadora de peixe. Em cada um destes setores, são analisadas as fontes e motivos de desperdício, identificados casos e dados reais a partir da literatura e de entidades fiáveis que fornecem dados estatísticos mundiais e europeus sobre estes setores. Serão ainda abordados os principais defeitos e limitações das atividades de cada uma destas áreas responsáveis por contribuir para as perdas de peixes e outros organismos aquáticos.

O âmbito deste subcapítulo, exclui ainda todas as perdas ocorridas em setores de varejo, como supermercados, mercados entre outros locais de venda de peixe, derivados e mariscos, e exclui também as perdas ocorridas no setor da restauração. Os desperdícios na

pesca recreativa, que apesar de ser um ramo da pesca considerado relevante para as taxas mortalidade de peixe em todo o mundo, não serão também considerados neste estudo, devido à falta de dados disponíveis na literatura ou informações desatualizadas.

3.3.1 Setor da Aquicultura

A procura de ração para peixes comerciais tem vindo a aumentar cada vez mais. Isto deve-se ao exponencial crescimento da população humana, que faz disparar a procura de proteínas, nomeadamente o peixe, que é um alimento altamente exigido [2].

A ração de animais é um fator de produção extremamente importante no setor da aquicultura, no qual o seu nível de importância depende do tipo de técnica usado para a cultura de peixes. Se for um sistema extensivo, então o fornecimento de ração para os peixes provém principalmente de organismos naturais e os peixes crescem ao seu ritmo natural. Já na cultura semi-intensiva, os peixes são abastecidos tanto de alimentos de produção natural como de alimentos suplementares [45]. No entanto, nos sistemas intensivos, praticados por exemplo em gaiolas ou lagoas, não são fornecidos quaisquer alimentos naturais, utilizando apenas alimentos artificiais para promover o crescimento rápido dos peixes ou marisco [44]. A aquicultura intensiva tem sido cada vez mais utilizada nas indústrias mundiais, de forma a responder aos desafios criados pelo crescimento populacional e a consequente competição pela água, terra e outros recursos naturais. A tendência para intensificar a cultura do peixe é uma tentativa de obter rendimentos mais elevados na sua confeção [62].

Produzir a alimentação artificial para os peixes de aquicultura intensiva exige uma enorme utilização de recursos de peixe, uma vez que esta indústria depende fortemente de peixes selvagens capturados para a sua fabricação [2], [53]. Atualmente, as rações comerciais à base de peixe, consumidas por peixes de aquicultura, consistem em farinha de peixe (peixe moído) e óleo de peixe provenientes de peixes selvagens. Dados referem que globalmente mais de 69% da farinha de peixe produzida e 75% da produção de óleo de peixe são utilizados para a alimentação de peixes de criação [2], [53]. Além disto, de 20 milhões de toneladas de matérias-primas constituídas maioritariamente por captura de produtos de pesca, as indústrias de transformação produzem apenas 5 milhões de toneladas de farinha de peixe e 1 milhão de toneladas de óleo de peixe por ano [63]. O mercado global de farinha de peixe é cada vez mais poderoso, valendo em 2017 mais de 5 mil milhões de euros [53]. Dados da tabela 3.2 mostram exemplos dos principais peixes selvagens utilizados para a produção de farinha de peixe, usada na composição das rações fornecidas a peixes de aquicultura [64].

Tabela 3.2- Exemplos para a utilização de diferentes farinhas de peixe como ingrediente para a alimentação de aquicultura (adaptado de [64])

Peixes usados para a farinha de peixe	Peixes de aquicultura alimentados pela farinha de peixe
Anchova	Salmão
Anchova	Camarão
Escamudo do Alasca	Truta arco-íris
Peixe de fundo	Salmão
Arenque	Bacalhau
Cavala	Salmão

A alimentação de peixe de aquicultura foi desta forma reportada como a principal fonte de resíduos em sistemas de aquicultura [45]. Uma das razões deve-se ao facto de os peixes apresentarem grandes dificuldades em digerir o fósforo que se encontra na ração, resultando numa perda líquida de proteína. Além disto, o fósforo não absorvido pelos peixes acaba na água, por via de excreções na forma sólida, como fezes ou alimento não consumido [7]. Dados referem que por cada 100 kg de ração fornecida aos peixes de aquicultura, cerca de 13 a 15 kg de alimento não é consumido sendo descarregado diretamente em águas superficiais próximas, enquanto simultaneamente, 20 a 30% dos alimentos ingeridos pelos peixes de aquicultura são indiretamente descarregados na água através de excreções sólidas, como fezes [65]. Estimar a quantidade de alimentos não reutilizados nas operações de aquicultura é difícil porque é difícil separar o material fecal de alimentos não consumidos nos resíduos recolhidos. As estimativas disponíveis na literatura baseiam-se em grande parte em culturas de Salmão [7].

Além do grande desperdício de peixe que não é consumido, as grandes quantidades de fósforo provenientes da ração desperdiçada e das fezes dos peixes, saturam e contaminam a água, contribuindo para o fenómeno da eutrofização [64]. A eutrofização, provocada pelo aumento da carga de nutrientes, resulta numa proliferação de algas nocivas que levam a águas com baixos níveis de oxigénio [66]. O excesso de algas e matéria vegetal produzida, decompõem-se produzindo grandes quantidades de dióxido de carbono, que reduzem o pH da água do mar. A este fenómeno dá-se o nome de acidificação oceânica, que é responsável por retardar o crescimento de peixes e marisco, conduzindo a uma redução das capturas para a pesca comercial e recreativa [65]. Além disto, estas algas desenvolvem-se quanto mais nutrientes existirem na água, contaminando-a e pondo em causa as suas condições. Desta a forma as águas tornam-se inabitáveis, levando à morte de milhares de peixes [66]. No mar Báltico, a eutrofização da água é já um problema alarmante, uma vez que se verifica uma sobrecarga de nutrientes duradoura, levando a sérias preocupações ambientais [41]. Desta

forma a utilização de rações suplementares para a aquicultura intensiva, sistema de produção com maior importância a nível global devido ao baixo preço de produtos que fornece, resulta em perdas colossais, grandes quantidades de resíduos e, adicionalmente na deterioração da qualidade da água [66]. Além destes fatores, a produção de ração tem implicações para toda a rede alimentar, uma vez que os peixes maiores dependem de peixes selvagens para se alimentarem. De facto, a procura de farinha e óleo de peixe poderá ultrapassar a oferta de peixe selvagem já em 2037, demonstrando que a alimentação industrial não é sustentável a uma escala comercial a longo prazo [2].

Como referido, os resíduos sólidos são uma das grandes consequências para o desperdício no setor da aquicultura. Os principais resíduos sólidos derivam principalmente da alimentação não consumida por peixes, que representa aproximadamente 30% dos alimentos fornecidos aos animais, mas também dos excrementos fecais de peixes cultivados e dos peixes que não sobrevivem ao processo cultural. Os resíduos sólidos foram classificados como os resíduos mais perigosos nos sistemas de aquicultura, uma vez que, para além de tornarem as águas inabitáveis para os peixes como mencionado anteriormente, também são responsáveis por entupir as guelras dos peixes (quando inalados), levando à morte de milhões de animais. Adicionalmente, os resíduos sólidos, se deixados por muito tempo nas águas dos sistemas culturais, resultam em atividades bacterianas aeróbias¹, que aumentam a procura química de oxigénio, levando ao seu esgotamento dentro da cultura, que mais uma vez resulta em perdas de peixes.

Os resíduos sólidos, quando dissolvidos, tornam-se igualmente resíduos com um impacto negativo na aquicultura. Estes resíduos provenientes de fezes, produtos metabólicos dos peixes ou de alimentos não consumidos, resultam na contaminação das águas envolventes. Os componentes mais preocupantes que contaminam as águas são o fósforo (elemento previamente mencionado no impacto da ração dos peixes na aquicultura) e o azoto.

Das concentrações destes dois elementos na água, menos de 50% é retida no corpo dos peixes [45]. Um estudo realizado a diferentes espécies de peixes em condições culturais distintas, revela que os excrementos fecais dos peixes contêm entre 3,6% -35% de azoto e 15%-70% de fósforo, e os produtos excretórios 37%-72% de azoto e 1%-62% de fósforo [62].

A grande percentagem destes elementos não retida pelos peixes é então transferida para a água da cultura, poluindo-a. Quando libertadas, estas águas contaminadas têm graves impactos ambientais, daí a sua categorização como resíduos industriais. Estes nutrientes entram nos sistemas de aquicultura e acabam por ser libertados para o ambiente como resíduos, sendo que o azoto é excretado na forma dissolvida como amoníaco, e o fósforo em forma de partículas. Os efluentes da aquicultura ao conterem esta variedade de

¹ Bactérias aeróbias são bactérias que podem crescer e viver quando o oxigénio é presente [67]

componentes tóxicos, causam impactos negativos quando libertados no ambiente, levando à morte de peixes e outros seres aquáticos [62].

O crescimento intensivo da indústria da aquicultura pode causar contaminação por agentes patogénicos, que são amplamente encontrados nos peixes [68]. Os agentes patogénicos, organismos biológicos microscópicos, responsáveis por disseminar várias infeções e causar doenças, desempenham um grande papel para as perdas no setor da aquicultura [69]. Algumas das espécies de bactérias podem causar doenças graves nos peixes, tendo como exemplo importante, o caso da bactéria *Yersinia ruckeri*, o agente causador da doença da boca vermelha entérica na truta arco-íris, que resultou em pesadas perdas comerciais [68].

Estes agentes contaminantes, não afetam somente os peixes em sistema de aquicultura, uma vez que metem também em causa a sobrevivência de todos os outros peixes e levantam ainda preocupações de segurança no que diz respeito aos peixes utilizados para o consumo humano, principalmente quando consumidos crus ou mal cozidos [69].

Os níveis de agentes patogénicos nas águas de aquicultura fornecem informações sobre o estado higiénico dos seus ambientes, tendo como principal causa organismos não eliminados gerados pelo aparelho digestivo dos peixes e o tipo de alimentação fornecida. Na verdade, a presença de Salmonela foi encontrada na alimentação de peixes de aquicultura na Noruega, mais precisamente na farinha de peixe e óleo de peixe usados para a produção da ração [68].

A descarga de agentes patogénicos por via de águas residuais provenientes da aquicultura, afeta negativamente os organismos aquáticos presentes nas massas de água naturais. As massas de água naturais têm a sua própria carga patogénica e receber cargas adicionais dos sistemas de cultura de peixes pode causar stress ou a morte total de peixes e outros organismos aquáticos. Os afluentes contaminados que vão para estas massas de água naturais, sejam elas mares, lagos ou rios, têm uma grande influência na contaminação de outros peixes que não de aquicultura, afetando indiretamente, mas globalmente toda a indústria da pesca e aquicultura, que aliados a sistemas de diagnóstico levam a enormes perdas nos setores [68], [69].

No seguimento da tendência de infeções nos peixes, surge outro problema associado à mortalidade de animais de aquicultura, os medicamentos que lhe são fornecidos posteriormente. Este problema deve-se à libertação de produtos químicos utilizados para a medicação dos peixes das culturas, que agregado aos impactos anteriores, tendem a ser os mais severos em áreas com má troca de água. Estes resíduos de exploração piscícola afetam não só a área circundante e diretamente afetada pelos efluentes [44].

3.3.2 Setor da Pesca

Uma das ameaças mais urgentes para os recursos haliêuticos do mundo é a pesca comercial, especialmente a captura indiscriminada de organismos não alvo [70]. Os sistemas de pesca em geral têm uma captura associada de organismos não-alvo conhecidos como capturas acessórias. As artes de pesca não seletivas que não são modificadas ou equipadas para excluir organismos não pretendidos, podem levar a uma quantidade significativa de capturas acessórias de peixes finos não visados, peixes juvenis, animais bentônicos, mamíferos marinhos, aves marinhas e outras espécies vulneráveis ou em perigo de extinção [71]. As capturas acessórias representam então os peixes e outros organismos marinhos que são capturados apesar de não serem alvos intencionais para o determinado setor da pesca [72]. As maiores gerações de resíduos de peixe durante as operações de pesca, incluem principalmente capturas acessórias e suas devoluções e resíduos de processamento onde as capturas são processadas a bordo [71].

A pesca acessória é uma questão complexa e global que ameaça a sustentabilidade e a resiliência das comunidades piscatórias, economias e ecossistemas oceânicos [73]. Os métodos de redes de cerco com retenida e de arrasto são mais comuns nas práticas de pesca industrial na medida em que tendem a capturar mais peixe por unidade de esforço. A desvantagem destes métodos é sem dúvida os seus impactos negativos, na medida em que apresentam uma quantidade substancialmente mais elevada de capturas acessórias [6].

Embora as capturas acessórias possam ser vendidas, também podem ser inutilizáveis ou indesejadas por uma variedade de razões regulamentares e económicas e subsequentemente lançadas ao mar, muitas vezes mortas ou moribundas. As capturas acessórias são tão invasivas que abrangem o espectro da fauna marinha e das artes de pesca, incluindo tartarugas nos anzóis, peixes juvenis nas redes, e invertebrados bentônicos nas redes de arrasto e nas artes de draga [70]. Dados do projeto “*Fish Forward*” da WWF (*World Wide Fund for Nature*), organização internacional sem fins lucrativos dedicada à proteção ambiental e preservação animal, expõem as desproporcionais quantidades de capturas acessórias formadas anualmente devido à pesca de arrasto e à sobrepesca, declarando que 38 milhões de toneladas de animais marinhos são capturados de forma não intencional. Este valor retrata 40% de todos os produtos pescados globalmente. Existem áreas da indústria pesca onde as capturas acessórias são ainda mais exorbitantes, tais como a pesca do camarão, onde se verifica que para cada quilograma de camarão aprisionado, são encontradas cerca de 5 a 20 Kg de capturas acessórias nas redes de pesca.

A pesca acessória representa uma fonte de desperdício colossal, que tem vindo a contribuir fortemente para a extinção de milhares de espécies aquáticas [74]. As capturas acessórias globais das frotas de pesca marítima mundiais foram estimadas em 28,7 milhões

de toneladas em 1994, das quais 27,0 milhões de toneladas (intervalo: 17,9-39,5 milhões de toneladas) foram devolvidas anualmente, destacando-se o arrasto de camarão, que sozinho representou 9,5 milhões de [71].

O subconjunto não utilizado de capturas acessórias é conhecido como devoluções [70]. As devoluções de capturas ao mar são, portanto, uma grande fonte de desperdício de peixe e marisco no setor da pesca. As devoluções no contexto de pesca, são um termo especificamente utilizado para capturas de espécies que não são mantidas, mas sim devolvidas ao mar após a sua captura [75]. Segundo a FAO, as devoluções representam o peso vivo total de peixe inteiro subdimensionado, invendável ou indesejável no momento da captura ou pouco tempo depois. São peixes e organismos que são devolvidos ao mar durante a triagem das capturas a bordo [76].

A devolução constitui um desperdício substancial de recursos e afeta negativamente a exploração sustentável dos recursos biológicos marinhos, dos ecossistemas marinhos e a viabilidade financeira da pesca [75]. Atualmente, as maiores quantidades de devoluções da pesca são executadas por frotas que operam predominantemente nas águas do Noroeste do Pacífico e do Pacífico Centro-Oeste. Estas devoluções, isto é, peixes e outros seres marinhos que são lançados ao mar, não são idênticas às capturas acessórias, na medida que as capturas acessórias podem ou não ser devolvidas ao mar [72]. A maioria das devoluções é gerada em larga escala, pela pesca industrial que é responsável por cerca de 93% das quantidades de peixe devolvidas entre os anos de 1950 e 2014, enquanto a pesca em pequena escala contribuiu muito pouco para as devoluções globais [72]. A nível mundial, estima-se que a média da quantidade de capturas comerciais de pesca descartadas anualmente por via de devoluções esteja entre os 7 e os 10 mil milhões de toneladas, valores estes que variam de acordo com as regiões, espécies de peixe e tipos pescas [75].

Globalmente, as devoluções estimadas aumentaram de menos de 5 milhões de toneladas por ano no início dos anos 50, para um pico de 18,8 milhões de toneladas anuais em 1989. No entanto, as quantidades de devoluções têm vindo a diminuir gradualmente, em parte devendo-se à sua proibição em alguns territórios pesqueiros [72], [76]. Assim, estima-se que os níveis de devoluções até ao ano 2000, representem entre 10% a 20% do total das capturas anuais, isto é, todos os desembarques reportados, não reportados (ilegais) e as devoluções estimadas. Nos dias de hoje as devoluções avaliam-se em cerca de 10% do total das capturas anuais.

Como se pode verificar pelos dados globais fornecidos na figura 3.4, as capturas marinhas totais (capturas provenientes de desembarques reportados + desembarques não reportados/ilegais + devoluções estimadas), aumentaram de cerca de 28 milhões de toneladas/ano em 1950 para um pico de pouco menos de 130 milhões toneladas/ano em 1996, diminuindo posteriormente a uma taxa de 1,2 milhões toneladas/ano. Relativamente às devoluções, aumentaram de menos de 5 milhões de toneladas/ano no início da década de 1950

para o seu pico de pouco menos de 19 milhões de toneladas/ano em 1989, diminuindo gradualmente desde então para níveis de inferiores a 10 milhões de toneladas/ano [72].

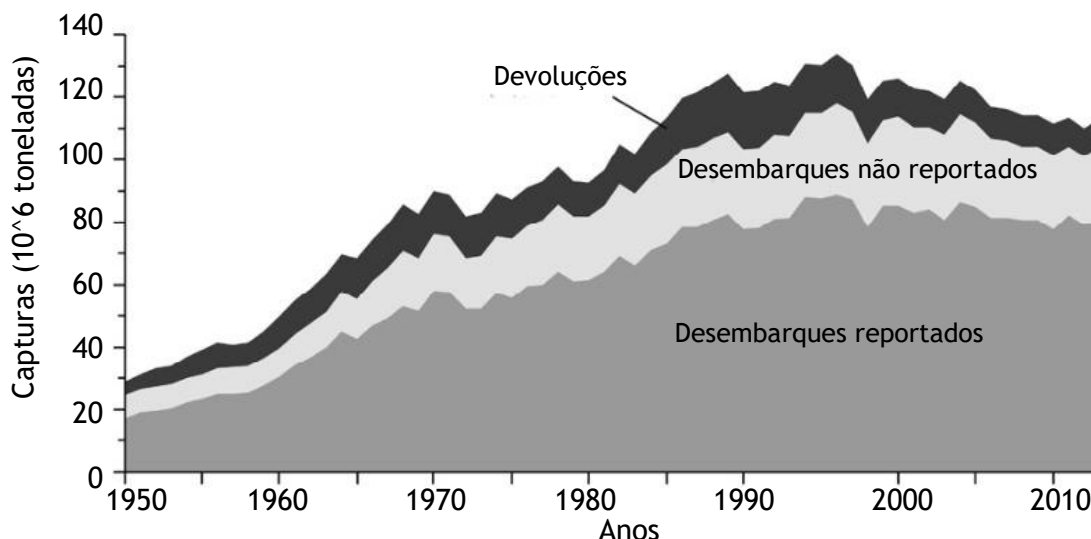


Figura 3.4- Dados comunicados pela FAO relativamente ao total global de capturas de peixe, separadas em desembarques declarados, desembarques não declarados e devoluções estimadas até ao ano de 2014 - estes dados excluem mamíferos marinhos, répteis e material vegetal, bem como todas as capturas de água doce (adaptado de [73]).

Existem diversas razões pelas quais os pescadores descartam os peixes que capturam. As principais razões consistem em fatores legais relacionados com o tamanho do peixe capturado, que por sua vez não obedece às normas estabelecidas, ou seja, espécies e organismos de peixes subdimensionados e não comerciais. Outras das razões devem-se ao facto de os pescadores não terem quota para pescar, ou pelo peixe capturado apresentar um baixo valor de mercado. Grande parte das devoluções deve-se simplesmente ao peixe estar danificado, apresentando feridas, cortes ou infeções por parasitas, reduzindo similarmente o seu valor comercial. Peixes capturados que não compreendem a lista de espécies legais para captura são também descartados pelos pescadores [75], [76].

Na maioria das áreas, as devoluções consistem essencialmente em produtos comercializáveis, sugerindo que uma combinação de más práticas de pesca e procedimentos de gestão deficientes é largamente responsável pelos resíduos que as devoluções representam. Isto é importante numa era de crescente preocupação com a segurança alimentar e a saúde nutricional humana, especialmente nos países em desenvolvimento [72].

Dados da Iniciativa *Goulbenkian* Oceanos (IGO), indicam que em Portugal a pesca de arrasto é responsável por grandes quantidades de devoluções de animais marinhos ao mar. Estas devoluções representam cerca de 70% das capturas do setor, resultando em muitos peixes e marisco que não sobrevivem mesmo depois de libertados no mar [77]. Ainda existe pouca informação na literatura sobre a quantificação da percentagem de sobrevivência dos peixes após as devoluções [78]. A falta de informação precisa está diretamente ligada aos

desafios do desenvolvimento de uma metodologia que mede com precisão a perda de peixe. As metodologias de avaliação da perda de peixes devem ter em conta uma grande diversidade nas espécies, tipos e dimensões das pescarias, a falta de uniformidade nas unidades de peso das capturas [6].

Sabe-se apenas que os danos posteriores à captura dos animais, nomeadamente durante a triagem do pescado ou descarregamento para o mar, resultam em mortes imediatas, peixes moribundos com lesões possivelmente mortais, que fragilizam os peixes tornando-os alvos mais fáceis para os [77]. No entanto, um estudo australiano realizado por John Douglas e colegas ([78]), propõe que as mortes por devoluções poderiam ser pelo menos tão importantes a considerar nas avaliações das perdas de *stocks* do setor, como a morte devida à captura direta, sem devolução. Sugere ainda que as devoluções podem ter um grande impacto na mortalidade dos peixes, com possibilidade de exceder a mortalidade provocada pela pesca direta [78].

Além das perdas acessórias e devoluções, uma fonte de desperdício da pesca deve-se ao apodrecimento do peixe e marisco ainda dentro das embarcações ou durante o seu transporte. Estas perdas de peixe e marisco devem-se à falta de tecnologia para prevenir a infeção bacteriana e a deterioração enzimática dos cadáveres de peixe e marisco previamente capturados [58]. Esta perda física pode ser expressa em termos de perdas de peso e/ou valor monetário e ocorre quando os peixes são completamente removidos da cadeia de valor devido a deterioração ou consumo por insetos ou animais. A perda de qualidade estima que a captura diminui na qualidade do peixe, quantificando a diferença no valor potencial do peixe num cenário que compreende as suas melhores condições e propriedades com o seu valor após a sua degradação genérica. Este tipo de perda é, portanto, geralmente expresso em termos monetários [6].

A falta de técnicas e tecnologias de conservação e refrigeração dentro das frotas marítimas e dos veículos de transporte, associados ainda a uma má logística de rotas de transportes durante as fases anteriores ao consumo e venda, resultam em perdas significativas de produtos do setor [58]. Isto representa um verdadeiro desafio para os navios de pesca, que exigem equipamentos e tecnologias mais avançados para a captura e melhor manuseamento dos peixes ainda antes de atracarem. Estas tecnologias são necessárias para manter a qualidade dos peixes capturados e dos seus desperdícios com potencial reutilização posterior. Além disso, para garantir a segurança alimentar e a proteção dos consumidores, foram implementadas medidas de higiene cada vez mais rigorosas a nível nacional e internacional [59].

3.3.3 Indústrias de transformação de peixe

Sendo um bem altamente perecível, o peixe tem uma necessidade significativa de transformação, sendo na maioria submetido a alguma forma de transformação antes de ser consumido [44]. Mais de 70% do total de peixes capturados são submetidos a aperfeiçoamentos posteriores antes de serem colocados no mercado. Estes processos de transformação resultam na produção de grandes quantidades de resíduos de peixe, que rondam aproximadamente os 20 a 80% de desperdício. O intervalo das taxas de desperdício na indústria transformadora do peixe é muito extenso, uma vez que a quantificação dos resíduos depende e varia consoante o nível de transformação, por exemplo, evisceração, descamação, filetagem, etc., mas também consoante a espécie de peixe a ser processada, dado que cada espécie tem uma composição específica, tamanho, forma e química intrínseca [59]. Tem sido um desafio complexo quantificar a variabilidade das taxas de deterioração entre espécies de peixes nas cadeias de transformação, uma vez que estas envolvem múltiplos atores ao longo dos seus processos [6].

A transformação de peixe é uma necessidade importante para as grandes empresas de pesca, tanto para reduzir os custos relacionados com o transporte de partes não comestíveis do peixe, como para aumentar a estabilidade e a qualidade dos produtos, removendo partes, como as vísceras, que possam conter bactérias e enzimas, que representam um risco para a transformação e armazenamento do peixe [59].

No entanto, existe um enorme desperdício associado às indústrias transformadoras de peixe, tal como o setor dos de enlatados, da congelação ou da filetagem. As unidades de transformação de alimentos congelados geram anualmente milhões de toneladas de resíduos orgânicos. Nestes resíduos, incluem-se lamas que resultam de sistemas de tratamento físico e químico, bem como resíduos de peixe gerados principalmente na fase de corte e evisceração, constituídos por cabeças, caudas, tripas e todas as outras partes dos peixes que são cortadas e não têm qualquer finalidade para o setor [79]. Como mencionado anteriormente, a indústria da conservação, mais conhecida como indústria dos enlatados, desempenha um papel crucial no setor dos alimentos marinhos, no entanto, produz também vários resíduos orgânicos e efluentes. Estas fábricas de processamento de peixe, especialmente de atum, geram uma quantidade substancial de resíduos, constituídos principalmente por cabeças (13%), barbatanas (1%), pele (10%), osso (6%), víscera (8%), e em alguns casos também carne de peixe escura que não é própria para consumo [80].



Figura 3.5- Partes de peixe não utilizadas na indústria transformadora (extraído de [82])

A preservação da qualidade nutricional dos produtos representa um dos principais desafios para a indústria e é uma prioridade universal de todos os setores de transformação de peixe. A degradação das proteínas por enzimas é um aspeto fundamental que deve ser minimizado, uma vez que leva a um elevado grau de hidrólise que pode produzir peptídeos que se traduzem numa alteração do sabor dos peixes e seus derivados, que ficam com um sabor amargo ou no apodrecimento dos produtos. Os níveis aceitáveis de lípidos e de hidrólise proteica dependem enormemente do produto, com base na sua utilização final [59]. A hidrólise determina alterações estruturais, com possíveis efeitos negativos nas propriedades físico-químicas e funcionais das proteínas do peixe. Além da deterioração enzimática, são ainda recorrentes perdas de peixe e marisco devidas à falta de tecnologia para prevenir a infeção bacteriana dos cadáveres de peixe e marisco [58].

Além disto, pressupõe-se que as empresas de peixe nos países em desenvolvimento testemunhem mais perdas do que as empresas dos países desenvolvidos durante a carga e descarga, transformação, armazenamento, transporte e comercialização de peixes devido a restrições técnicas, financeiras, infraestruturais e de gestão. A deterioração e a degradação da qualidade do produto são mais propensas a ocorrer em economias de baixo rendimento devido às altas temperaturas ambiente, à falta de acesso a serviços, infraestruturas, tecnologia básica, dependência de técnicas de tabagismo e secagem mais tradicionais para a preservação, e falta de instalações de arrefecimento (cadeia fria) [6].

DESENVOLVIMENTO DE UM GUIA DE APOIO À SIM- BIOSE INDUSTRIAL

Neste capítulo propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia genérica de apoio à aplicação da SI. Esta metodologia tem como objetivo auxiliar e simplificar o processo de valorização de excedentes provenientes das mais variadas indústrias, e posteriormente apoiar os produtores a envergarem na aplicação da Simbiose Industrial nas suas atividades produtivas. Pretende descomplicar o papel dos produtores durante as etapas anteriores e intermédias à execução dos métodos de SI, colaborando nas suas tomadas de decisão. Assim, esta metodologia tem como propósito disseminar e educar para as práticas sustentáveis de forma a reduzir os níveis de resíduos industriais.

É de notar que neste capítulo o conceito de produto será utilizado como qualquer resultado da produção, seja este um produto final planeado, ou um produto gerado inintencionalmente sem qualquer reutilização possível adicional, ou até mesmo um produto que sobra no final da atividade produtiva, mas detém um elevado potencial de reutilização ou reciclagem.

4.1 Enquadramento

As alterações climáticas, a crise energética, a escassez de recursos, e a poluição são questões importantes que a humanidade enfrenta nos dias de hoje e que se prevê que virão a agravar-se com o passar dos anos. O desenvolvimento sustentável tornou-se uma prioridade para os decisores políticos mundiais desde que o impacto da humanidade sobre o ambiente foi grandemente acelerado no século passado, devido ao rápido aumento da população e a simultânea diminuição acentuada de recursos

naturais finais. Encontrar alternativas e formas mais sustentáveis de viver é uma necessidade atual que deve ser transmitida às gerações futuras [81]. O grande foco desta dissertação refere-se a uma das problemáticas climáticas já várias vezes mencionada neste trabalho, o elevado nível de desperdícios gerados nos dias de hoje. Na sociedade populosa e consumista em que vivemos, a procura desmedida de produtos de forma geral, tornou-se na realidade dos nossos dias e o consumo excessivo passou a ser um cenário que se acentua nos países mais desenvolvidos e com conseqüente maior poder de compra. Os comportamentos de consumo seguem um padrão orientado pela abundância, proveniente do exponencial disparo da capacidade produtiva nas últimas décadas. Ao longo dos anos, os hábitos de consumo têm sido cada vez mais recorrentes e simultaneamente menos intencionais.

Em conseqüência a esta “overdose” de bens materiais, sejam eles essenciais ou não, resíduos de diferentes tipos são gerados dia após dia em grandes quantidades, originando um problema significativo na sua gestão e eliminação. Um panorama de emergência generalizada, tem estado presente em toda a nossa sociedade nos últimos anos, que, no entanto, ainda não se consolidou numa consciencialização para a redução da produção de resíduos [81]. Dados da Eurostat relativos ao ano de 2020, referem que em vida, cada habitante da UE produz uma média de 4,8 toneladas de resíduos [82].

Além do desperdício produzido per capita, as indústrias são também grandes responsáveis pela acumulação de resíduos, principalmente quando não detêm processos otimizados de utilização de matérias-primas. Somente em atividades industriais e de fabrico, 171 milhões de toneladas foram geradas no ano de 2020 e espera-se que a tendência continue a aumentar. Na verdade, a evolução do paradigma de desperdícios tem seguido padrões diferentes ao longo do tempo, sendo que entre os anos de 2004 e 2020, a produção de resíduos em atividades de fabrico diminuiu consideravelmente em cerca de 28,8%. Excluindo os principais resíduos minerais, os setores da pesca, agricultura e silvicultura são indubitavelmente os principais setores responsáveis por produzir maiores quantidades de resíduos em toda a União Europeia [82].

À medida que o fluxo de resíduos continua a crescer, também as pressões sobre os nossos aterros, os nossos recursos e o nosso ambiente têm aumentado [81]. No entanto, tem sido feito um esforço da parte da UE para mitigar o excesso de acumulação de excedentes em aterros. Ainda em 2020, cerca de 2029 milhões de toneladas de resíduos foram tratados na UE, o que resultou em estudos estatísticos que afirmam que 39,2 % dos resíduos foram reciclados e 31,3 % acabaram em aterros. Apesar destes resultados, estes valores não incluem os resíduos exportados, mas incluem sim o tratamento e reciclagem de resíduos importados para a UE [82]. Apesar dos progressos positivos ao longo dos anos, a verdadeira quantificação dos resíduos efetivamente tratados e reciclados comparativamente à quantificação reportada relativa, trazem algumas dúvidas relativamente à verdadeira eficiência e *performance* das ações tomadas

na implementação da reciclagem na UE. Além disso, mesmo que os dados sejam cre-
díveis, para se atingir uma pegada mais próxima da neutralidade será necessário redu-
zir ainda mais a porção de resíduos que ainda é depositada em aterros, sem qualquer
aproveitamento, o que representa cerca de um terço do total de resíduos gerados.

Os elevados níveis de resíduos totais produzidos no mundo, fazem questionar a
existência de alternativas aplicáveis de mitigação ou gestão de resíduos, que real-
mente funcionem. Muitos métodos poderiam ser implementados na medida de alcançar
um desenvolvimento sustentável, métodos estes que poderiam não só melhorar a ges-
tão de resíduos, mas também levar à produção de novos produtos e materiais essenci-
ais para consumo direto ou para fornecimento de outras indústrias, de forma a criar
produtos finais valiosos a partir de resíduos [81].

Este subcapítulo foca-se essencialmente numa proposta para a resolução do
problema dos excedentes e resíduos, num paradigma meramente industrial. Aos desa-
fios indicados anteriormente, sugere-se a aplicação de metodologias de Economia Cir-
cular, que procuram responder a algumas das problemáticas expostas. A fim de aplicar
um modelo de EC com potencial implementação em qualquer sector industrial, são
necessárias duas estratégias principais:

1. Reduzir os níveis de resíduos gerados;
2. Identificar soluções mais sustentáveis para gerir os resíduos remanes-
centes.

A primeira estratégia refere-se à conceção de bens de longa duração e do pro-
longamento da vida útil do produto. Ou seja, debruça-se em circuitos de serviço para
este propósito, tais como a reparação ou refabricação, por exemplo. Nesta estratégia,
o período de utilização dos produtos é prolongado e/ou intensificado, resultando num
abrandamento do fluxo de recursos. Sinteticamente, esta estratégia diz respeito à uti-
lização e reutilização prolongada de bens ao longo do tempo, através da conceção de
bens de longa duração e do prolongamento da vida útil do produto [83].

Esta estratégia apesar de promissora, afasta-se do foco principal deste traba-
lho, uma vez que a sua solução se enquadra numa vertente mais hipotética com uma
necessidade experimental e de aplicabilidade que exigem esforços mais elevados para
demonstrar a eficácia dos seus resultados. Além disto, esta primeira estratégia é muito
heterogénea na medida em que não tem um alvo específico. Tem sim uma vasta di-
mensão de temáticas, concentrando-se em várias soluções, tais como as possíveis al-
terações a processos produtivos específicos, possível legislação imposta ou até mesmo
alterações comportamentais dos consumidores. Adicionalmente, já várias soluções ino-
vadoras e multifacetadas estão continuamente a ser propostas, testadas e implemen-
tadas por investigadores, autoridades governamentais, organismos não governamentais
e indústrias alimentares para enfrentar este problema do desperdício a partir do abran-
damento do *loop* de recursos [84].

A segunda estratégia propõe a “aceitação” da forma insustentável como os recursos são utilizados, tentando encontrar soluções para os seus efeitos negativos. Esta abordagem é diferente da anterior, uma vez que não influencia a velocidade do fluxo de produtos e não envolve quaisquer circuitos de serviço (por exemplo, reparação). A eficiência dos recursos pretende ser potenciada, em conjunto com a extensão da vida útil do produto e a reciclagem dentro de um sistema circular. Ao contrário do ponto anterior, esta estratégia tem um alvo distintivo, a reciclagem de bens. O seu objetivo baseia-se nos conceitos de EC, procurando fechar o *loop* de materiais por meio da sua reutilização através da reciclagem [85].

É de notar que o resultado das duas estratégias, possivelmente poderia ser o mesmo, se nos limitássemos a ver o seu efeito como menos recursos a fluir através do sistema. Contudo, a primeira estratégia invoca uma relação diferente com o tempo, enquanto a segunda aceita a velocidade atual dos fluxos de recursos. A longo prazo, a primeira estratégia apresenta sinais de ser favoravelmente mais aconselhável, uma vez que se debruça na dimensão do tempo, apoiando uma eficiência dos recursos com fluxos mais lentos, resultando numa maior poupança global [85]. No entanto, dado o panorama de urgência ambiental que enfrentamos, a segunda sugestão apresenta respostas mais rápidas e práticas para regredir alguns passos nesta problemática de excesso de resíduos, apesar do seu desempenho ser mais bem-sucedida a curto e médio prazos.

Desta forma, a segunda estratégia será explorada mais exaustivamente, na medida em que serão propostas soluções específicas de gestão de excedentes produtivos, em vez da sua eliminação. Das soluções com potencial mais sustentável para a indústria que visam dar resposta ao problema dos resíduos remanescentes, foi identificada e explorada a aplicação da Simbiose Industrial para a valorização de resíduos industriais e, posteriormente aplicada ao caso do projeto SEA2LAND, no próximo capítulo.

Para esta proposta, pretende-se criar uma metodologia genérica que abra horizontes a produtores de qualquer setor industrial, de forma a apoiá-los nas tomadas de decisão relativas aos seus excedentes e em atividades de valorização dos seus resíduos. Desta forma, pretende-se disseminar as práticas da SI de uma forma mais acessível a qualquer potencial interveniente, assim como tornar mais fácil os passos que antecedem à identificação das potenciais parcerias e redes de SI. O objetivo é desconstruir o conceito de SI e levá-lo o mais longe possível, entre mais intervenientes possíveis.

A verdade é que muitos produtores de grandes indústrias ou de produções de escalas mais pequenas, não têm noção do possível valor dos seus resíduos e da sua potencial aplicabilidade em funções de outras cadeias produtivas. Para criar um impacto positivo maior, os produtores precisam de ser mais responsáveis e conscientes do futuro dos materiais que são rejeitados até ao fim dos seus processos produtivos.

Muitos produtores, seja de que setor forem, estão dispostos a pagar a empresas externas para realizarem o tratamento dos seus resíduos, sem se aperceberem das

oportunidades que têm à sua frente, com elevadas possibilidades de lucro e benefícios ambientais. A verdade é que dar um novo emprego às matérias excedentes aumenta o valor dos produtos e desenvolve os lucros dos produtores [50].

Em indústrias menos rentáveis, mas com grandes dimensões de vendas brutas, torna-se imperativo que se faça um esforço para reduzir as despesas através da utilização de métodos de processamento novos ou modificados, e através do tratamento em instalações onde os efluentes de resíduos poderiam ser recuperados e muitas vezes melhorados para produtos úteis de maior valor [50]. A concorrência é também um forte incentivo para que as indústrias utilizem os subprodutos de forma mais eficiente. Isto é importante, porque são necessários lucros maiores e custos mais baixos no futuro para que muitas indústrias se mantenham viáveis.

A nível macro, a contribuição da indústria para a economia de um país é crucial e normalmente representa uma vantagem económica substancial. No entanto, a contribuição da utilização eficiente de subprodutos remanescentes dos processos produtivos poderia fazer crescer consideravelmente o PIB de um país. A não utilização ou subutilização de resíduos, não só conduz à perda de potenciais receitas, mas também ao acréscimo e aumento do custo de eliminação destes produtos [50]. Resumidamente, a utilização eficiente de matérias tem um impacto direto significativo na economia, mas principalmente na redução da pegada ambiental de uma nação, na medida em que é responsável pela diminuição da poluição reduzindo as emissões de gases de efeito estufa, por exemplo.

Existem vários produtos que sobram de variados processos com enorme potencial de reciclagem ou conversão em produtos úteis de maior valor. Para aplicar a SI, os resíduos industriais precisam de ser contabilizados e caracterizados a fim de investigar a sua possível utilização como matéria-prima noutra cadeia produtiva [86]. Desta forma, o processo de identificação e valorização de resíduos será o passo primordial para aplicação da SI, servindo como base para o início de qualquer rede simbiótica.

É necessária uma avaliação consistente dos sistemas de recuperação de matérias, para assegurar uma base estável à implementação de novas metodologias e identificar as configurações do sistema mais adequadas e que garantam o melhor nível possível de sustentabilidade. Assim, novos aspetos relativos à utilização de resíduos como subprodutos, para posterior exploração na produção de outros produtos com elevado valor, têm ganho um interesse crescente. Além do potencial e valor dos produtos, a sua recuperação por si só pode ser economicamente atrativa para as indústrias. Muitos dos subprodutos gerados representam uma importante fonte de nutrientes ou componentes úteis com uma vasta gama de aplicações produtivas [87]. É certo que esta abordagem não terá os mesmos níveis de sucesso e eficácia em todos os diferentes setores industriais, dado que nem todos os produtos detêm o mesmo grau de valorização e versatilidade. No entanto, este guia pretende mostrar que existe uma

possibilidade otimista para qualquer produtor valorizar e lucrar com os materiais que descarta e assume como infrutíferos.

Os desbloqueios de muitas das barreiras que se opõe à aplicabilidade da SI não são sempre um conceito atingível. Os processos de valorização em certas atividades produtivas não são sempre viáveis ou executáveis por razões técnicas ou constitucionais. No entanto, mesmo que o resultado não se traduz numa aplicação real da SI, espera-se que esta metodologia traga uma perspetiva diferente sobre as aplicações dos desperdícios que nunca tinham sido tidas em conta. Espera-se particularmente que este trabalho ajude a difundir uma nova mentalidade relativamente à urgência ambiental que enfrentamos, e a necessidade de atenuar aos impactos associados ao rápido crescimento da sociedade.

4.2 Resíduos vs. Subprodutos

Antes de partir para a análise qualitativa e quantitativa dos resíduos e subprodutos, é essencial perceber se os excedentes da indústria, isto é, matérias que sobram e não têm uma utilização aparente para o setor em questão, são realmente matérias com potencial futuro de utilização ou se à partida são apenas desperdícios puros sem possível aproveitamento.

A valorização de resíduos, que foi definida como o processo de conversão de resíduos em produtos mais úteis, é uma abordagem vantajosa para otimizar a gestão de materiais e, por conseguinte, aumentar a competitividade das indústrias, através da SI [88]. No entanto, é essencial começar por definir as diferenças entre resíduo e subproduto, para posteriormente se analisar a sua possível aplicação.

Os processos industriais além dos produtos finais pretendidos, podem gerar tanto resíduos como subprodutos [89]. Tanto os subprodutos como os resíduos são matérias geradas durante o processo produtivo de algum bem, que não foram intencionalmente produzidos.

A definição de resíduo foi definida pela Diretiva 2008/98/CE Artigo 3(1), mais conhecida como Diretiva-Quadro dos Resíduos, como "qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer" [90]. A definição de resíduos é importante porque a classificação de substâncias como resíduos é a base para a formulação da política de gestão de resíduos e a aplicação de controlos regulamentares para proteger o ambiente e a saúde humana.

Segundo a definição da CE, um resíduo é um resultado de um processo que ainda não atingiu o fim do estatuto de resíduo (FER). Os critérios do FER especificam quando certos resíduos deixam de ser resíduos e se tornam em produtos, subprodutos ou matérias-primas secundária [90]. Para determinados resíduos deixarem de ser resíduos, têm de ser submetidos a uma operação de valorização composta por critérios

específicos desenvolvidos de acordo com uma série de condições. Estas são as condições enumeradas pelos critérios de FER, de acordo com a Diretiva-Quadro dos Resíduos:

1. "A substância ou objeto é habitualmente utilizado para fins específicos";
2. "Existe um mercado ou procura específicos para essa substância ou objeto";
3. "A substância ou objeto satisfaz os requisitos técnicos para os fins específicos e cumpre a legislação e as normas em vigor aplicáveis aos produtos";
4. "A utilização da substância ou objeto não conduzirá a impactos globalmente adversos no ambiente ou na saúde humana".

A Diretiva-Quadro da CE relativa aos resíduos define ainda os subprodutos como uma substância ou objeto, resultante de um processo de produção, cujo objetivo principal não é a produção desse artigo [90]. Um subproduto é uma *output* industrial que não é um resíduo, mas tem baixo valor em relação ao(s) produto(s) ou coproduto(s) finais [91]. De grosso modo, os subprodutos traduzem-se em "efeitos secundários" produtivos, no entanto a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) definiu os subprodutos como substâncias que podem ser utilizadas diretamente num processo produtivo, "sem qualquer outro processamento, que não seja o da prática industrial normal" [92]. A definição de subproduto encontra-se representada esquematicamente na figura 3.1.

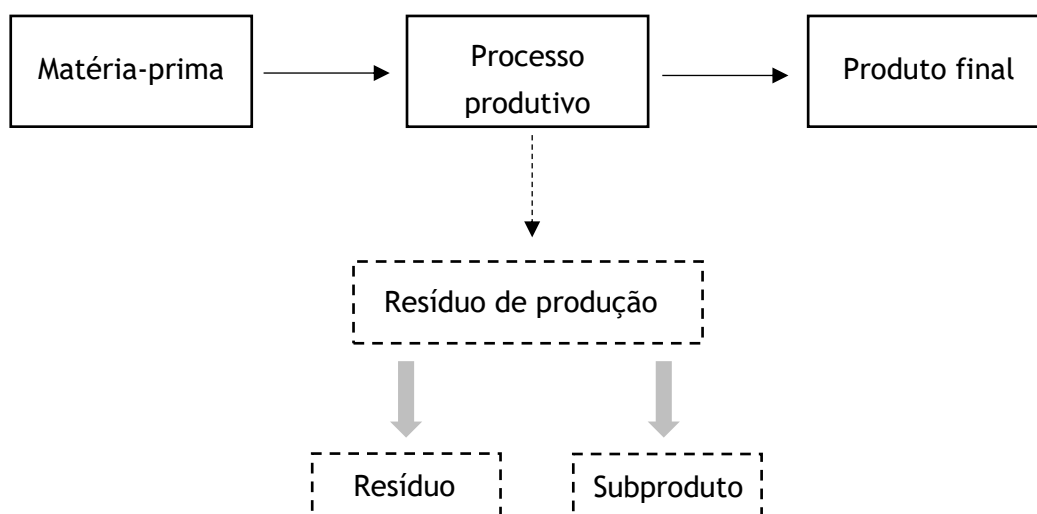


Figura 4.1- Definição esquemática de subproduto (adaptado de [95]).

Resumidamente, os resíduos podem ser definidos como matérias obtidas durante um processo produtivo, que não sejam produtos ou subprodutos, para os quais um produtor não tenha qualquer utilização adicional para efeitos de produção, transformação ou consumo [89]. É de notar que antes da análise a partir dos critérios de FER, qualquer produto excedente de produção é um resíduo. Desta forma, antecedentemente a esta análise, um subproduto ainda é considerado um resíduo, uma vez que não foi desclassificado ainda como tal. Os subprodutos definem-se como produtos

secundários gerados de forma não intencional, num processo geralmente industrial ou biológico, que detêm um grande potencial de utilização. Se reutilizarmos ou reciclarmos um material no local de produção, este pode ser considerado um subproduto. Esta é a maior diferença entre resíduo e subproduto, as suas diferentes capacidades de reutilização.

O que se classifica um desperdício industrial/produto excedente como resíduo ou subproduto, tem sido um tema de intenso debate [93]. Tem sido um desafio desclassificar resíduos de forma a compreender se são dispensáveis ou se estão simplesmente desaproveitados. “Será desperdício ou subproduto?”, é esta a grande questão que muitos produtores fazem sobre os excedentes dos seus processos produtivos, à qual esta metodologia procurará responder. Os subprodutos serão os principais intervenientes nas atividades de SI, uma vez que serão estes as potenciais novas matérias-primas secundárias nas novas cadeias produtivas.

Como suporte à metodologia de valorização de desperdícios, a seguinte tabela 4.1 pretende sintetizar as principais características distintivas dos dois conceitos de resíduo e subproduto, baseando-se nas definições da APA [92] .

De seguida, será apresentado um possível método de desclassificação de resíduos, a partir do guia genérico de desclassificação e valorização de excedentes (esquematizado na figura 4.2), que de forma generalizada servirá de metodologia em forma de “*guideline*” aplicada, que permitirá sustentar/apoiar a tomada de decisão nos processos de valorização via SI.

Tabela 4.1- Principais diferenças entre resíduos e subprodutos

Resíduo	Subproduto
Produtos industriais sem qualquer utilização adicional para efeitos de produção, transformação ou consumo.	Produtos industriais que indubitavelmente podem ser utilizados em atividades de produção, transformação ou consumo.
Não é viável de ser utilizado como produto.	É viável de ser utilizado como produto.
Tem um impacto nocivo para o ambiente ou saúde humana.	Cumpre os requisitos legais relativos à proteção ambiental e humana, não apresentando qualquer impacto nocivo para o ambiente ou saúde humana, face à sua aplicação.
Não é reciclado ou reutilizado no local de geração.	É reciclado ou reutilizado no local de geração.

4.3 Guia de valorização e classificação de produtos excedentes

Idealmente, todos os produtores ambicionam reduzir os níveis de resíduos das suas indústrias, contudo os excedentes são parte da cadeia produtiva e não podem ser evitados. Na realidade, além dos produtos obtidos esperados, qualquer produtor se depara também com a presença regular de outros produtos obtidos inintencionalmente, isto é, resíduos que podem ou não ser reutilizados ou reciclados.

Para um produtor compreender o valor dos produtos remanescentes não planeados da sua indústria ou atividade, e possivelmente aplicá-los noutros modelos de negócio, precisa de passar por processos complexos e burocráticos, que geralmente implicam custos associados, como serviços de auditoria ou gestão de processos [94]. Desta forma, muitos produtores acabam por não participar em práticas de valorização dos seus resíduos, tais como a SI, por inviabilizarem a sua aproveitação enquanto matéria-prima noutro processo produtivo e adicionalmente, perdendo grandes oportunidades lucrativas.

Para ser reutilizado, o material tem de ser considerado subproduto, e para isso deve ser avaliado e desclassificado de forma a averiguar o seu potencial. Os subprodutos podem provir de uma vasta gama de setores empresariais, e podem ter impactos ambientais muito diferentes. É importante classificar corretamente os subprodutos para evitar danos ambientais ou custos desnecessários para as empresas [90]. Assim, a presença de uma metodologia constituída por etapas sucessivas, pode ser um apoio para os produtores nas suas tomadas de decisão, tal como uma forma de impulsionar a aplicação da SI. O objetivo primordial é apresentar critérios para a classificação de um material desperdiçado em subproduto, a fim de que este seja posteriormente tratado como um recurso num processo produtivo distinto.

A metodologia e as orientações apresentadas abaixo foram suportadas por documentação legal, nomeadamente o Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, que transpôs para o ordenamento jurídico interno a Diretiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro, Diretiva-Quadro dos Resíduos, ao qual a APA se fundamentou [92].

Esta metodologia de valorização de resíduos em subprodutos, será construída na forma de guia, descrevendo várias etapas graduais, que começam em avaliações gerais, com a intenção de aproximar cada vez mais o utilizador a ter uma perceção e análise mais exata do seu subproduto, caso o detenha. Estas etapas dividem-se em análises primeiramente genéricas com base em definições, tentando apoiar o produtor europeu na avaliação do seu material como subproduto ou resíduo. Posteriormente, o guia foca-se nas condicionantes legislativas europeias e do próprio país de origem, procurando enquadrar o material no quadro legal atual e em critérios propostos que se aplicam na valorização do excedente. Os passos desta metodologia são descritos de seguida e esquematizados na figura 4.2.

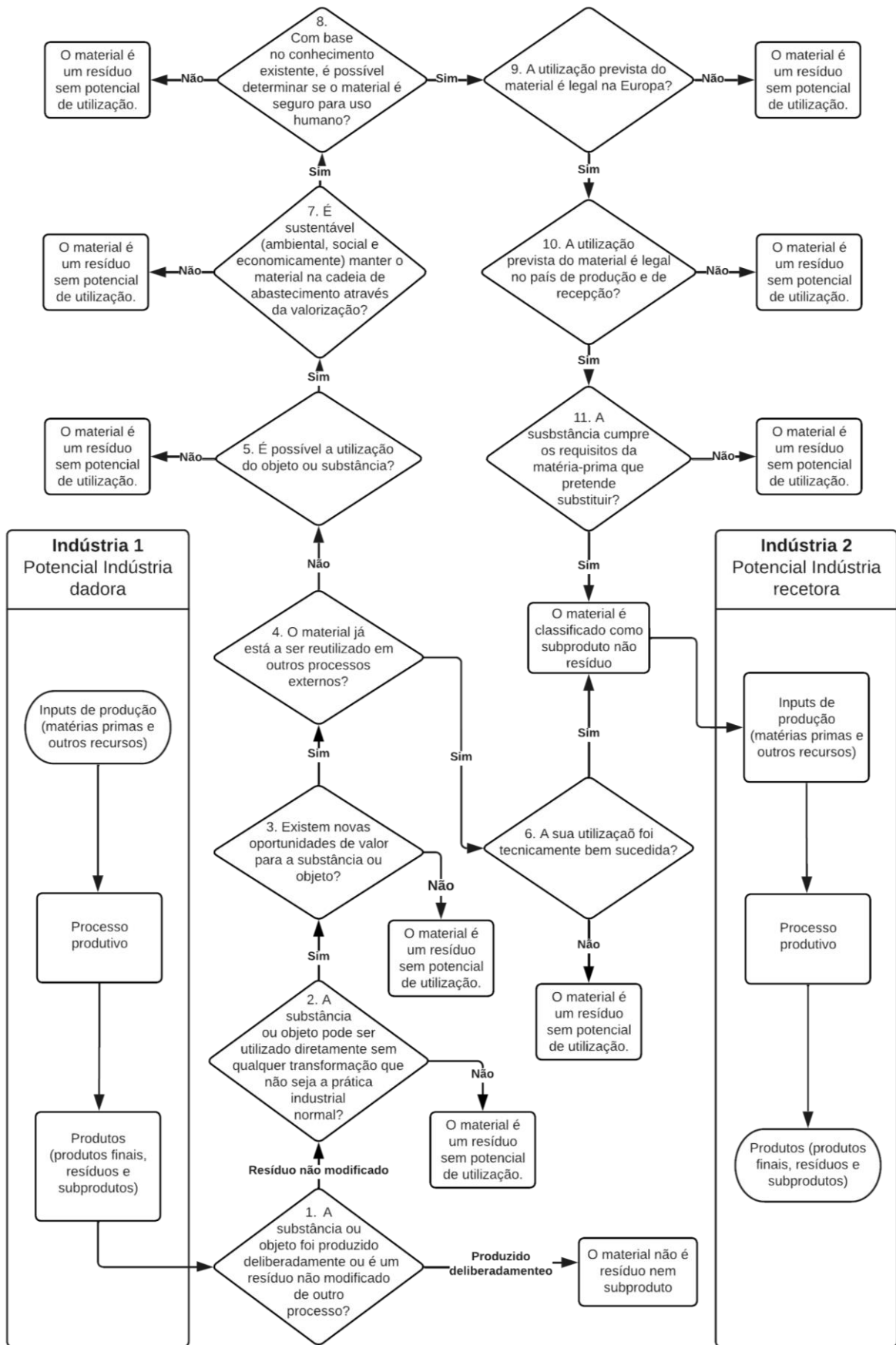


Figura 4.2- Guia de valorização e classificação de produtos excedentes para processos produtivos

4.3.1 Descrição do Guia de classificação e valorização de produtos excedentes para processos produtivos

1ª etapa: A substância ou objeto foi produzido deliberadamente ou é um excedente não modificado de um processo?

A etapa inicial destina-se unicamente a compreender se o material alvo de avaliação é um produto final ou um resíduo. Esta questão deve ser simples, uma vez que o produto final é o resultado esperado no processo produtivo e o resíduo não. Desta forma o material em análise pode ter dois destinos:

- Caso seja um produto intencionalmente produzido, então o produtor deverá finalizar este processo de valorização, uma vez que é expectável o produto ter já uma finalidade bem definida. - **Não é resíduo nem subproduto.**
- Caso o produto seja um resíduo obtido no processo de produção, então o produtor deverá seguir as próximas etapas de forma a compreender melhor as suas configurações enquanto resíduo. - **É resíduo com potencial a subproduto.**

2ª etapa: A substância ou objeto pode ser aplicado noutra atividade produtiva, diretamente sem qualquer transformação adicional que não seja a prática industrial normal?

Segundo as regras definidas pela Diretiva-Quadro dos Resíduos do Parlamento Europeu, para ser considerado subproduto, a utilização posterior do material ou substância em análise deve ser certa e não deve levantar quaisquer questões. A aplicabilidade do produto, seja este uma substância ou objeto, não deve sofrer alterações adicionais aquelas que já foi previamente sujeito durante o seu processamento “normal”. Este processamento dito “normal” refere-se, segundo a APA, somente aos processos de transformação físicos, tais como os listados abaixo:

- Homogeneização
- Gradação/peneiração
- Compactação/Prensagem
- Desidratação/Secagem
- Acondicionamento
- Fragmentação/Trituração
- Moagem
- Mistura (desde que não altere a perigosidade)
- Lavagem
- Centrifugação
- Corte

Assim, dependendo do julgamento do produtor relativamente às suas certezas neste âmbito, o produto poderá ser imediatamente desclassificado em resíduo ou subproduto:

- Se um produto não puder ser utilizado assim como está após o processo produtivo em que foi gerado, então não poderá ser classificado como subproduto e é imediatamente caracterizado como resíduo, não tendo possibilidades de aplicação futuras. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**
- Se um produto for adequado para uma utilização direta “sem qualquer outro processamento para além das práticas industriais normais”, após ter sido produzido” como parte integrante de um processo de produção”, e a sua reutilização posterior for lícita, na medida em que tal substância ou objeto cumpre todos os requisitos de proteção ambiental e de saúde para a utilização específica e não conduzirá a impactos globalmente adversos no ambiente ou na saúde humana”, então poderá ser um subproduto [90] . Desta forma o produtor deverá proceder à próxima etapa. - **É um possível subproduto.**

3ª etapa: Existem novas oportunidades de valor para a substância ou objeto?

Avaliar e quantificar o tipo de oportunidades de um material ou objeto desperdiçado é um processo que carece em objetividade. Esta avaliação varia consoante inúmeros fatores, sendo afetada principalmente pelo tipo de setor produtivo, e consequentemente pelo tipo de produto originado.

Para alguns produtores a resposta a esta questão pode ser simples, uma vez que já de detêm o conhecimento das oportunidades que o seu resíduo pode eventualmente ter, no entanto, muitos produtores que procuram reutilizar o seu resíduo, podem não ter ainda uma visão clara da forma como o poderão fazer.

Com base na condição a) do “guia para a classificação e registo de dados de subproduto” da APA ([92]), o produtor deve ser capaz de responder a uma série de questões e critérios de forma a conseguir compreender as oportunidades de valor que o seu excedente possui:

- a) Comprova-se a existência de contratos para a obtenção da substância ou objeto, entre o produtor e o futuro utilizador que pretende usufruir do excedente?
- b) O produtor consegue assegurar ganho financeiro a partir da valorização do seu produto, a partir de provas tais como recibos, faturas e outros documentos que comprovem a venda?
- c) O sujeito interessado apresenta algum documento que declare o seu interesse relativamente ao produto em análise, e se possível indicando as quantidades do pretende obter?

- d) O produtor consegue garantir que existam mercados ou nichos de mercado que assegurem que a produção do objeto ou substância em análise possa ser adquirido na sua totalidade, apresentando evidências tais com inventários, recibos ou faturas?

Respondendo afirmativamente às questões anteriormente descritas, o produtor poderá compreender a aptidão que um produto tem para ser reaproveitado e assim poderá concluir que:

- Se o produto em análise não apresentar evidências de uma possível oportunidade de valor, então não pode ser reutilizado, sendo imediatamente desclassificado como um excedente sem utilidade posterior. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**
- Se o produtor identificar oportunidades de valorização do produto em análise por via de comparação de semelhanças com outros produtos cuja sua valorização já esteja documentada, então o produto poderá eventualmente ser um subproduto e o produtor deve prosseguir com a sua desclassificação consoante as próximas etapas - **É um possível subproduto.**

4ª etapa: O material já está a ser reutilizado em outros processos externos?

Apesar de não ser possível mapear todas as possíveis oportunidades de reutilização de cada produto existente, e dada a complexidade de arranjar uma forma de sintetizar esta avaliação, o produtor poderá consultar o relatório de dados sobre a reutilização de produtos, consoante a categoria do produto em análise, que é disponibilizado pela Comissão Europeia. Na verdade, a partir do ano de referência de 2004, foi exigido a todos os Estados-Membros da UE que fornecessem os seus dados relativos à geração, valorização e eliminação de resíduos de dois em dois anos. Os dados relativos à produção e tratamento de resíduos estão atualmente disponíveis publicamente para anos de referência, de 2004 a 2020. A classificação dos resíduos é feita pelos produtores ou detentores de resíduos nos termos da Lista Europeia de Resíduos (LER), de forma a permitir uma melhor gestão e acompanhamento dos fluxos de resíduos gerados [82]. A tabela disponível no Anexo A3, com informação fornecida pela APA relativamente às “Decisões de classificação de subprodutos emitidas pela Agência Nacional de resíduos (ANR)” ilustra alguns casos reais de sucesso de utilização de resíduos que foram valorizados como subprodutos, aos quais os produtores se podem basear.

A resposta a este passo pode ser dada com base na informação factual mencionada anteriormente, ou seja, de forma a comprovar se o objeto ou substância em análise já foi reutilizado noutra(s) processo(s), o produtor poderá consultar os dados da UE e ANR, relativos à valorização de resíduos. Esta é uma forma alternativa ao produtor que não conhece casos reais de valorização do seu excedente. Assim, com base nesta

etapa, o produtor consegue novamente apresentar uma decisão relativamente ao potencial do seu produto excedente:

- Caso o produtor não conheça ou não apresente quaisquer evidências fiáveis relativamente à existência de um processo ou atividade produtiva externa que já reaproveite o produto em questão, então o produtor deverá passar à **etapa 5**.
- Caso o produtor identifique um ou mais processos externos que comprovem que o seu excedente tem aplicabilidade produtiva, então o produtor deve prosseguir para a **etapa 6**.

5ª etapa: É possível a utilização do objeto ou substância?

Dada a ausência de conhecimento relativamente a processos externos que possa estar a fornecer propostas de valor a produtos iguais ou semelhantes aqueles em alvo de análise, nesta etapa, o produtor deve então fazer uma análise sistemática elementar a vários parâmetros, dada a abrangência da questão. Para tal, sugere-se que o produtor compreenda a possibilidade de utilização do seu material através da reflexão às seguintes perguntas compreendidas na Ferramenta de Mapeamento de Valores de Cambridge ([95]):

- a) Existem interessados na unidade em análise? Se sim, quem são?
 - b) Consigo visualizar a finalidade da unidade em análise?
 - c) Consigo compreender o valor atual capturado, ou seja, a proposta de valor corrente que este produto poderá representar em dimensões ambientais, sociais e económicas?
 - d) Consigo avaliar genericamente a viabilidade e sustentabilidade de cada valor identificado?
- Caso o produtor não consiga responder ou simplesmente idealizar uma resposta a estas questões, considera-se que neste passo que o produtor não é capaz de deter compreensão suficiente sobre as oportunidades de valor da sua própria matéria. Neste caso, o produto em análise será desclassificado como um resíduo sem mais potencial de utilização, uma vez que o seu produtor não tem forma de identificar alternativas para a sua utilização. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**
 - Caso o produtor consiga de forma genérica encontrar grande parte das respostas às questões acima mencionadas, poder-se-á concluir que o produtor consegue identificar as possíveis utilizações do material em avaliação e ter uma compreensão mais profunda do possível valor criado na utilização do seu excedente numa nova “vida”. Desta forma, considera-se que o produto é merecedor da continuação desta análise, sendo que o produtor deverá ir para a **etapa nº 7** - **É um possível subproduto.**

6ª etapa: A sua utilização foi tecnicamente bem-sucedida?

Novamente, a análise a esta questão é muito abrangente, podendo ser levada de diferentes formas. Mais uma vez é difícil avaliar caso a caso níveis de execução técnica como por exemplo valores limite resultantes observados. Contudo, estes podem ser encontrados na literatura para grande parte dos setores industriais, até porque como foi mencionado anteriormente, as empresas têm uma obrigação legal de reportar os resíduos que produzem, assim como índices referentes à sua reutilização noutros processos.

No entanto, sendo o objetivo deste guia a simplificação das atividades de decisão do produtor, a apuração do êxito técnico da aplicação do produto será avaliada com base no cumprimento de regras técnicas por parte dos detentores das indústrias que verificam a utilização dos excedentes em processo externos. Os critérios propostos são:

- a) O novo produto é distinto do resíduo original tendo sido sujeito a alterações significativas na sua composição?
- b) Existem soluções técnicas e comerciais para a reutilização deste excedente numa nova cadeia produtiva?
- c) Existe uma rede adequada de infraestruturas / instalações de reciclagem [96]?
- d) Existe potencial para perdas de qualidade ou propriedades indispensáveis, durante os processos anteriores à produção final (recolha, transporte, tratamento, processamento, armazenamento e distribuição)?
 - i. Aplicável principalmente a resíduos deterioráveis, tais como resíduos de origens animais)?
- e) Existe potencial presença de substâncias perigosas?
- f) Os custos derivados ao transporte dos materiais recicláveis são alcançáveis [96]?

Relativamente aos pontos a), c) e d), as propriedades químicas e fisiológicas dos resíduos recebidos são muitas vezes analisadas em laboratórios nacionais, laboratórios das próprias indústrias, ou ainda entidades externas que prestem esses serviços de pesquisa. Assim, é possível uma avaliação mais precisa e quantitativa dos impactos dos processos de valorização de excedentes, dos produtos e emissões nos processos [97].

Portugal não possui ainda um laboratório nacional que permita a avaliação e caracterização dos resíduos obtidos, o que impossibilita tanto a desclassificação dos resíduos, como a análise da sua performance. Contudo, existem sim vários laboratórios privados, creditados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Infraestruturas de Portugal (I.P) e outros centros tecnológicos, que podem ser consultados no Anexo A2, caso os produtores pretendam estabelecer uma possível colaboração com os mesmos.

No entanto, caso os resultados laboratoriais ou a sua análise não seja possível, o produtor deve focar-se na análise às diretivas de impactos ambientais e produtos perigosos disponíveis no ANEXO A1, para desempatar esta questão. Desta forma, consoante a análise às questões abordadas pelos critérios de sucesso técnico, o produtor pode tomar uma nova decisão relativamente ao seu produto excedente:

- Caso o produtor verifique que o objeto ou substância tem uma finalidade viável e, simultaneamente as infraestruturas onde o mesmo é aplicado são apropriadas para tal, não havendo risco de perda de valor do produto, ou presença de substâncias que possam colocar em risco o ambiente ou saúde humana, juntamente com um custo de transporte economicamente e ambientalmente sustentáveis, o produtor pode considerar que o material em causa é viável para ser um subproduto. Uma vez que foi comprovada a eficácia da utilização do seu material num caso real e sustentado, o produtor pode considerar o seu excedente como um forte candidato a subproduto, desclassificando-o nesta etapa. Assim o produtor poderá utilizar o seu resíduo, agora desclassificado em subproduto e utilizá-lo em novas atividades produtivas - **É um subproduto não resíduo.**
- Caso as questões anteriores não sejam verificadas, então o produto não pode ser classificado como subproduto, sendo consecutivamente categorizado como resíduo sem possível aplicabilidade adicional. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**

7ª etapa: É sustentável (ambiental, social e economicamente) manter o material na cadeia de abastecimento através da valorização?

A valorização dos excedentes dá aos produtores um entendimento sobre a criação de novos benefícios económicos, sociais e ambientais para os seus negócios. A avaliação à sustentabilidade nestas três categorias distintas terá de ser feita em procedimentos separados:

a) Impactos sociais:

- a. Contribui para o acesso a água e sanitização, energia, saúde e ainda para menos perdas em cadeias de abastecimento alimentares [98]?
 - i. Aplicável principalmente em países em desenvolvimento;
- b. Contribui para a criação de novos postos de trabalho?
- c. Contribui para o aumento do rendimento disponível através da redução do custo dos produtos e serviços?

b) Impacto Económico:

- a. A reutilização do produto excedente gera lucros à empresa que o detém, devido a vendas ou trocas industriais?
- b. Verificam-se poupanças de custos em matérias-primas?
- c. Reduzem-se despesas relativas à eliminação de resíduos ou serviços de gestão de resíduos?
- d. Os custos derivados ao transporte dos materiais recicláveis são viáveis para a empresa [96]?

c) Impacto no meio ambiente:

- a. Cria riscos para a contaminação da água, ar, solo, a flora ou a fauna?
- b. Provoca perturbações sonoras ou por via de cheiros?
- c. Provoca efeitos negativos na paisagem rural ou em locais de especial interesse? [99]
- d. Caso o produtor se encontre em Portugal, o seu objeto de análise cumpre os termos definidos no Decreto-Lei nº 47/2014 e Decreto-lei nº 179/2015 (ver Anexo A1)?
 - i. Se sim, o produtor deve mostrar a Declaração de Impacte Ambiental (DIA), que avalia a viabilidade ambiental de uma atividade ou projeto?

- Desta forma, se os produtores identificarem vários possíveis riscos negativos associados aos impactos sociais, económicos e ambientais que a valorização de produtos excedentes acarreta, então produto em análise deve ser considerado como um objeto ou substância com pouco potencial de utilização. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**
- Se o produtor conseguir identificar a maioria dos impactos positivos nestas três vertentes, então o seu produto é merecedor da continuação da análise de desclassificação, uma vez que apresenta potencial e benefícios para ser aplicado numa nova cadeia produtiva. Desta forma, o produtor deve seguir para a próxima etapa do guia, a **etapa 8- É um possível subproduto.**

8ª etapa: Com base no conhecimento existente, é possível determinar se o material é seguro para uso humano?

O produto em análise que permanece ainda com o estatuto de possível concorrente a subproduto, será imediatamente eliminado desta conceção caso saia do âmbito dos métodos abaixo mencionados, acarretando risco de impactos adversos na saúde humana.

Para averiguar a segurança de um excedente, no sentido da utilização humana, será feita uma avaliação à sua perigosidade. Para esta avaliação existirão dois possíveis e distintos caminhos que o produtor poderá seguir para analisar a perigosidade do seu excedente. Estes caminhos são constituídos por critérios e questões às quais o produtor deverá responder e variam consoante o conhecimento que o mesmo tem da composição química do(s) seu(s) produto(s).

Caso o produtor conheça a composição química do excedente que pretende desclassificar, então terá de o submeter a uma análise de carácter quantitativo, que apresenta evidências e maiores garantias de precisão. Caso não detenha conhecimento sobre a composição do material ou substância que pretende desclassificar, então o produtor irá submeter o produto a uma análise qualitativa, um pouco menos exata e mais dependente do seu discernimento.

⇒ **Método A (Análise quantitativa)** - o produtor conhece a composição química do seu produto excedente.

Para poder proceder a este método, todas as substâncias constituintes do produto em análise têm de estar identificadas e quantificadas, uma vez que a análise do material ou substância, relativamente ao seu nível de segurança humana, será feito com base na análise da perigosidade em cada substância individual. Desta forma, com base na metodologia da APA (“Guia para a classificação e registo de dados de subproduto” ([92]) e da Agência Europeia de Químicos, sugere-se que o produtor deve ser capaz de responder às seguintes questões:

- a) O produto excedente em estudo, é originário do processamento de um produto, cuja constituição não foi alterada, estando os seus dados relativos à segurança (em fichas de dados de segurança (FDS), por exemplo) disponíveis para consulta?
- b) A substância avaliada singularmente, constituinte do produto excedente, pode ser encontrada pelo produtor na tabela 3.1 do Anexo VI² do regulamento CRE (Classificação, Rotulagem e Embalagem de substância e misturas= como uma entrada harmonizada?

² Quadro de substâncias harmonizadas que se encontra disponível no Anexo VI do Regulamento CRE, é uma tabela elaborada pela União Europeia, aprovada pela Agência Europeia de Químicos, em formato *Excel* que contém todos os dados atualizados e classificados relativamente às substâncias perigosas que constituem os diversos produtos ou resíduos [100].

- i. Esta tabela foi baseada na tabela REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals Regulation*) da Agência Europeia dos Químicos (ECHA), que consagra o registo de todas as substâncias até hoje registadas que têm permissão para serem colocadas no mercado. O Produtor poderá ter acesso a esta tabela em através do Website da ECHA: <https://www.echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/registered-substances>.
 - c) Para além de uma substância, o produtor consegue identificar entradas harmonizadas na tabela de substâncias harmonizadas (tabela 3.1 do anexo VI do CRE), para a totalidade dos compostos identificados do resíduo em análise?
 - d) Utilizam-se outras fontes de informação para classificar a perigosidade em análise, ou completar as classificações existentes?
- Caso o produtor consiga proceder à identificação do(s) constituinte(s) do seu objeto ou substância na tabela de substâncias harmonizadas, aferindo que estas não são prejudiciais à saúde humana, então o produtor pode prosseguir com a avaliação do seu excedente, passando à etapa seguinte (Etapa 9) - **É um possível subproduto.**
 - Caso o produtor não consiga proceder à identificação de todos ou mesmo nenhum dos constituintes do seu objeto ou substância, na tabela de substâncias harmonizadas, então conclui-se que não conseguirá assegurar que o seu produto possa ser utilizado ou consumido sem causar algum impacto adverso à saúde humana. Desta forma, o produtor pode proceder ao **método B** descrito abaixo, ou desclassificar diretamente o seu produto em resíduo sem potencial de utilização adicional, uma vez que não oferece segurança para ser reutilizado- **É um resíduo sem potencial de utilização.**
- ⇒ **Método B (Análise qualitativa)** - O produtor não possui conhecimento da composição química do seu produto excedente:
Este método é baseado nos critérios da condição d) do “Guia para a classificação e registo de dados de subproduto” da APA ([92]).
- a) O produto excedente em análise apresenta documentação (por exemplo, o “Formulário para Declaração de Subproduto” da APA, disponível no Anexo

- A4) que verifique que o mesmo obedece às especificações e normas técnicas relevantes para o seu uso futuro? ³
- b) O produto excedente em análise apresenta documentação que comprove a existência de um acordo de qualidade do mesmo, entre o produtor e o utilizador futuro?
 - c) Na atividade que o novo subproduto poderá integrar, usá-lo como substituto à matéria-prima utilizada originalmente, não implica impactos ambientais ou de saúde pública (consultar a tabela 4.1 “Lista das características de perigosidade)?
 - d) O produto excedente em análise foi sujeito a métodos de controlo de qualidade, tais como por exemplo, análises laboratoriais?
 - i. Caso o produtor pretenda efetuar análises à composição do seu excedente, de forma a analisar a perigosidade dos seus constituintes, poderá consultar o Anexo A2, com a “Lista dos laboratórios Colaborativos acreditados pela FCT, I.P. e Centros Tecnológicos”. Após esta análise, o produtor poderá ainda proceder ao **Método A** mencionado anteriormente de forma a averiguar mais precisamente o caráter de segurança humano do seu resíduo.
 - e) O produtor verifica que não existe restrições à colocação do subproduto no mercado?
 - f) A utilização do produto excedente faz parte de um processo considerado MTD⁴ do setor aplicável?
 - g) Existe regulamentação legal específica para a utilização subsequente do produto em análise, incluindo pareceres de entidades competentes nessas circunstâncias?
 - i. Um levantamento da regulamentação foi feito e apresentado no Anexo A1, para a aplicação de resíduos nas indústrias da pesca e biofertilizantes.

³ Dada a natureza variada de cada produto, não será possível mapear de forma genérica todas as especificações e normas, uma vez que estas são concebidas para cada tipo de objeto ou substância, desta forma ficará a cargo do produtor fazer essa mesma pesquisa relativamente ao seu excedente.

⁴MTD significa “Melhores Técnicas Disponíveis”, que provém do Decreto-Lei nº 127/2013, Secção I, Artigo 31 “Melhores técnicas disponíveis e objetivos de qualidade ambiental” (ver Anexo A1, ponto A.6), que relata as principais práticas de controlo e prevenção de poluição e emissões carbónicas industriais. Estas práticas englobam procedimentos e técnicas tecnológicas amigas do ambiente.

h) O produto em análise identifica sinais de perigosidade tais como descritos na tabela 4.1?

- Caso o produtor não consiga demonstrar por via da documentação mencionada nos critérios anteriores, que o seu objeto ou substância não apresenta riscos para a saúde humana, ou se, identificar características de perigosidade no mesmo, então o produtor não pode assegurar que o produto é próprio para utilização ou consumo humano, considerando-o desajustado para ser um subproduto com futura utilização. Desta forma o material é desclassificado como resíduo em qualquer potencial de reutilização existe potencial para este resíduo ser desclassificado como subproduto. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**
- Caso o produtor consiga providenciar a documentação necessária relativa ao excedente em análise, tais como mencionado nos critérios anteriores, e se, simultaneamente não identificar características de perigosidade no seu objeto ou substância, então o produtor pode considerar que a utilização e consumo do seu excedente são seguras, demonstrando novamente que este tem potencial para ser avaliado como subproduto e deve prosseguir a sua avaliação de acordo com a etapa seguinte. - **É um possível subproduto.**

Tabela 4.2- Lista das características de perigosidade (baseado em [95])

Código	Característica	Descrição de Perigosidade
Perigos físicos		
HP1	Explosivo	Resíduo suscetível de, por reação química, produzir gases a uma temperatura, uma pressão e uma velocidade tais que podem causar danos nas imediações. Incluem-se os resíduos de pirotecnia, os resíduos de peróxidos orgânicos explosivos e os resíduos auto reativos explosivos.
HP2	Comburente	Resíduo que pode causar ou contribuir para a combustão de outras matérias, em geral por fornecimento de oxigénio
HP3	Inflamável	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduo líquido inflamável: resíduo líquido cujo ponto de inflamação é inferior a 60°C, ou resíduo de gasóleo, de combustível diesel ou de petróleos para aquecimento doméstico cujo ponto de inflamação é superior a 55°C mas não superior a 75°C; - Resíduo pirofórico inflamável líquido ou sólido: resíduo líquido ou sólido que, mesmo em pequenas quantidades, pode inflamar-se no prazo de 5 minutos após entrar em contacto com o ar; - Resíduo sólido inflamável: resíduo sólido que entra facilmente em combustão ou que, através do atrito, pode causar ou contribuir para a combustão; - Resíduo gasoso inflamável: resíduo gasoso inflamável ao ar à temperatura de 20°C e à pressão normal de 101,3 KPa;

		-Resíduo reativo á água: resíduo que, em contacto com água, emite gases inflamáveis em quantidades perigosas; - Outros resíduos inflamáveis; aerossóis inflamáveis, resíduos inflamáveis por auto aquecimento, peróxidos orgânicos inflamáveis e resíduos autor reativos inflamáveis.
Código	Característica	Descrição de Perigosidade
HP3	Inflamável	-Resíduo reativo á água: resíduo que, em contacto com água, emite gases inflamáveis em quantidades perigosas; - Outros resíduos inflamáveis; aerossóis inflamáveis, resíduos inflamáveis por auto aquecimento, peróxidos orgânicos inflamáveis e resíduos autor reativos inflamáveis.
Perigos para a saúde humana e dos seres vivos		
HP4	Irritante	Resíduo cuja aplicação pode causar irritação cutânea ou lesões oculares
HP5	Tóxico para Órgãos alvo Específicos (STOT)/tóxico por aspiração	Resíduo que pode causar toxicidade em órgãos alvo específicos em resultado de uma exposição única ou repetida ou que causa efeitos tóxicos agudos por aspiração.
HP6	Toxicidade Aguda	Resíduo que pode causar efeitos tóxicos agudos na sequência de administração oral ou cutânea ou de exposição por inalação.
HP7	Cancerígeno	Resíduo que induz cancro ou aumenta a sua incidência.
HP8	Corrosivo	Resíduo que, por aplicação, pode causar corrosão da pele.
HP9	Infecioso	Resíduo que contém microrganismos viáveis ou suas toxinas, em relação aos quais se sabe ou há várias razões para crer que causam doenças nos seres humanos ou noutros organismos vivos.
HP10	Toxico para reprodução	Resíduo que apresenta efeitos adversos na função sexual e na fertilidade de homens e mulheres adultos, bem como toxicidade sobre o desenvolvimento dos descendentes.

HP11	Mutagénico	- Resíduo que pode causar uma mutação, ou seja, uma alteração permanente da quantidade ou da estrutura do material genético de uma célula. - Resíduo que pode causar uma mutação, ou seja, uma alteração permanente da quantidade ou da estrutura do material genético de uma célula.
Código	Característica	Descrição de Perigosidade
HP12	Libertação de um gás com toxicidade aguda	-Resíduo que em contacto com água ou ácido, liberta gases caracterizados por toxicidade aguda (toxicidade 1, 2 ou3).
HP13	Sensibilizante	Resíduo que contém uma ou mais substâncias que, comprovadamente, tem efeitos sensibilizantes na pele ou no aparelho respiratório.

9ª etapa: A utilização prevista do material é legal na Europa?

O quadro legal europeu no âmbito da utilização de produtos provenientes de processos industriais é muito amplo, uma vez que cada tipo de produto ou indústria exigem normas diferentes. Também a atividade produtiva ou as atividades constituintes da cadeia de abastecimento, destacando-se a fabricação em si, a importação dos produtos, a distribuição, a armazenagem e por fim a expedição, requerem, evidentemente, regras diferentes. Nesta etapa será somente considerada a fabricação e o seu transporte, uma vez que o guia se destina a apoiar o produtor do possível subproduto, assumindo que este não será o agente responsável por nenhuma atividade adicional da cadeia de abastecimento.

Imposta esta condição, a análise aos critérios europeus que legalizam a aplicação do possível subproduto será realizada a partir da Lista integrada de proibições e restrições da UE ([101]) que agrega as direções-gerais relevantes da CE e tem como objetivo simplificar a consulta da legislação da UE relativa a informação sobre proibições e restrições.

Esta lista, apresenta requisitos e exigências variadas no âmbito das políticas e legislações setoriais mais diversas, incluindo a indústria e o transporte de bens. As proibições e restrições da UE podem ser impostas aos produtos e mercadorias, caso exista possibilidade de estes colocarem e causa:

- i. “A moralidade pública, política pública ou segurança pública”;
- ii. “A proteção da saúde e da vida humana, animal ou plantas”;
- iii. “A proteção do ambiente”;
- iv. “A proteção dos tesouros nacionais que possuam valor artístico, histórico ou arqueológico”;

- v. “A proteção da propriedade industrial e comercial, incluindo controlos sobre precursores de drogas, bens que violem certos direitos de propriedade intelectual e dinheiro” [102].

Cabe ao produtor identificar as entradas desta lista em forma de tabela, que melhor se adequem à sua atividade produtiva e também à atividade produtiva à qual pretende aplicar o seu excedente. Não sendo possível contabilizar todos os requisitos mencionados neste documento, o produtor deverá consultar cada lei aplicável ao seu objetivo, que em muitos casos apresenta valores limite e concentrações mínimas legais para a utilização do seu objeto ou substância em investigação.

Desta forma, após a consulta exaustiva por parte do interessado, dois possíveis cenários podem ocorrer:

- O produtor ao consultar a “Lista integrada de proibições e restrições da UE ([101])” identifica proibições e/ou restrições aplicáveis ao seu produto excedente. Desta forma, dado que a utilização do material não é lícita, seja por barreiras relativas ao processo produtivo, utilização ou até mesmo transporte, o sujeito não poderá considerar o seu produto aproveitável num processo futuro, considerando-se como resíduo sem aplicabilidade. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**
- O produtor ao consultar a “Lista integrada de proibições e restrições da UE ([101])” não identifica advertências relativamente a proibições e/ou restrições aplicáveis ao seu produto excedente. Todos os requisitos mencionados nas leis que requisitou, são cumpridos pelo seu produto em análise, sejam estes valores limite, concentrações, entre outros requisitos. Desta forma, dado que a utilização do material é lícita em todos os seus meios, destacando-se o próprio processo produtivo, o transporte e finalmente a sua utilização, o produtor pode concluir que o seu produto excedente continua a ter potencial para ser classificado como subproduto, devendo seguir para a etapa seguinte (**etapa 10**). - **É um possível subproduto**

10ª etapa: A utilização prevista do material é legal no país de produção e de receção?

Tal como acontece na etapa anterior serão consideradas legislações relativas à produção, transporte posterior e aplicação do subproduto. O produtor terá de considerar a categoria do subproduto e do processo industrial ao qual este será hipoteticamente submetido e adicionalmente as normas adotadas tanto pelo país produtor como do recetor, caso sejam diferentes.

Novamente, dada a extensão que esta questão engloba, é difícil cobrir todas as hipóteses possíveis, sendo que se sugere ao próprio produtor que faça o levantamento

e analise as regras aplicadas no seu país. Atualmente, a maioria das entidades nacionais de normalização já possuem o seu motor de busca individualizado, o que simplifica a consulta da legislação aplicada em cada país e setor. No âmbito desta dissertação foi apenas feito o levantamento das leis relativas aos setores da pesca, aquicultura e mercado dos biofertilizantes (Anexo A1), sendo este o que melhor se enquadra no estudo de caso realizado no próximo capítulo.

No caso do produtor e do recetor serem de países diferentes, sugere-se a utilização do novo portal da União Europeia, “Access2Market” (<https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/pt/home>) que pretende ajudar os exportadores e consequentes importadores da UE a obterem a melhor e mais detalhada informação sobre o produto sujeito à troca comercial nos diferentes países integrantes.

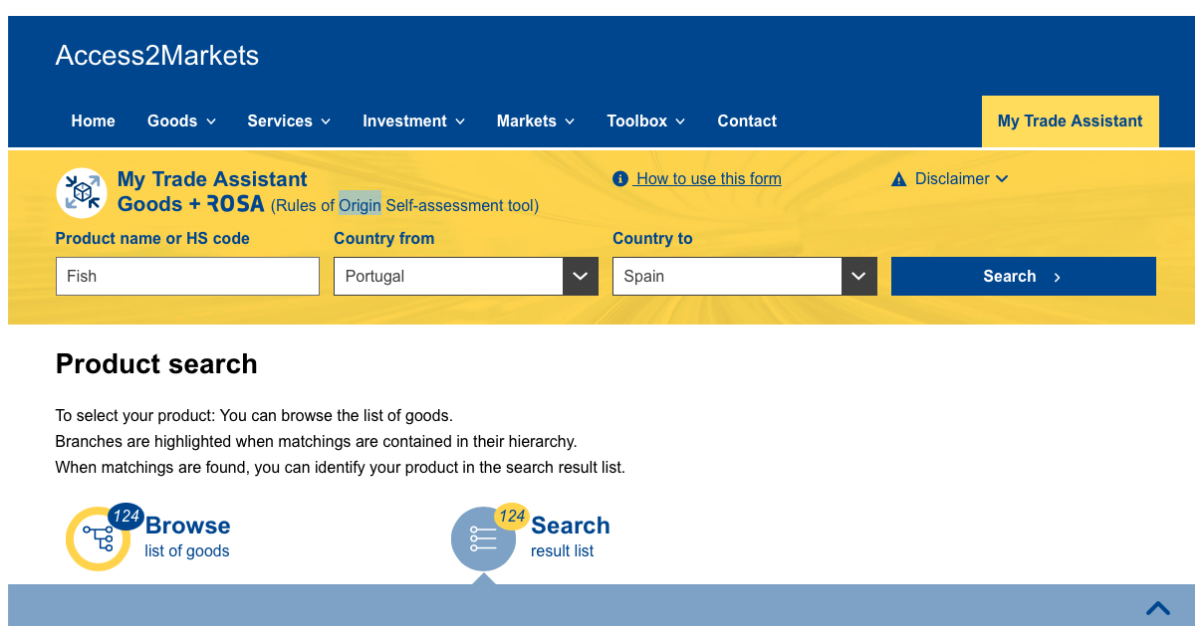


Figura 4.3- Plataforma Access2Markets da UE

Esta plataforma funciona como uma base de dados que agrega informações, tais como, direitos, legislação, requisitos do produto em questão, estatísticas, informação sobre impostos e tarifas, formalidades de importação, entre outros instrumentos de apoio que são relevantes para aqueles que procuram exportar e importar para alguns dos mais de 120 mercados da UE [103].

Após o produtor fazer o levantamento legal e avaliar a sua situação, dado o seu país e o país de origem do recetor do possível subproduto, que pode ou não ser diferente, o mesmo deve ser capaz de tomar as seguintes conclusões:

- O produtor averigua que a utilização do material não é lícita, uma vez que se depara com barreiras legais nas normas aplicadas ao seu país e do respetivo recetor. Assim, o produtor não poderá considerar o seu produto aproveitável

num processo futuro, considerando-se como resíduo sem aplicabilidade. - **É um resíduo sem potencial de utilização.**

- O produtor não identifica advertências e barreiras discriminadas na legislação do seu país e/ou do país onde a entidade recetora se localiza, relativamente à aplicação do seu resíduo enquanto subproduto. Todos os requisitos mencionados nas leis que requisitou, são cumpridos pelo seu produto em análise, sejam estes valores limite, concentrações, entre outros requisitos. Desta forma, dado que a utilização do material é lícita em todos os seus meios, o produtor pode concluir que o seu produto excedente continua a ter potencial para ser classificado como subproduto, devendo seguir para a última etapa de desclassificação, a **etapa 11. - É um possível subproduto**

11ª etapa: A substância cumpre os requisitos da matéria-prima que pretende substituir?

Nesta última etapa, o produtor deve analisar os requisitos principais da produção em que pretende inserir o seu excedente que desempenhará o papel de matéria-prima secundária na mesma. A noção de recursos de fabrico é que estes são entidades aplicadas em ambientes de produção, com o objetivo de fabricar um produto com as características, características estas que o produtor deverá assegurar que são mantidas após a troca dos recursos usados. Desta forma, precisa de conhecer mais detalhadamente o setor industrial que irá receber o seu produto e compreender o principal propósito da atividade.

Esta avaliação engloba vários aspetos, sejam estes a nível de *performance* produtiva, impacto ambiental, impacto económico e até mesmo social. A nível de impacto económico, o produtor deve já ter garantias do sucesso da sua capacidade produtiva, uma vez que, como foi comprovado na 3ª etapa, existem contratos com o recetor e garantias de lucro. Relativamente ao impacto social e ambiental, considerar-se-á que estes estão também assegurados nas etapas anteriores.

Já relativamente à *performance* produtiva, existem inúmeras formas de a quantificar, no entanto, para tal são necessários dados aos quais o produtor ainda não tem acesso, uma vez que o processo produtivo com o novo recurso ainda não se iniciou. Para aceder a informação útil, o produtor pode novamente consultar a base de dados “Access2Market”, mencionada anteriormente ou então, as plataformas digitais das próprias entidades que possam ajudar a enriquecer a sua análise.

Além disto, sugere-se que o produtor contacte a entidade recetora para solicitar dados sobre produções e vendas antigas do produto que se pretende produzir, ao qual o possível subproduto servirá como entrada e ainda informações sobre os processos e equipamentos presentes na instalação, necessários à produção do produto. Pressupondo que o possível subproduto será um recurso nesta nova cadeia produtiva, ter

estes dados poderá ajudar a ajudar a prever as quantidades do subproduto que serão necessárias, por comparação com as estatísticas do recurso anteriormente utilizado. O produtor poderá recorrer a métodos de previsão, como estudos de mercado ou o método de Delphi, que fornecem uma visão futura mais assertiva.

Além disso, o produtor deve requisitar o acesso ao plano dos processos que é usado para a concepção do produto pretendido, de forma a ter a noção do conjunto de operações sequenciais que o constituem, desde os recursos e matérias-primas necessários, até aos materiais e entradas em cada uma das operações.

São muitas as decisões de concepção que necessitam de ser tomadas nesta fase, por exemplo, a atribuição de operações a estações de trabalho na linha (isto é, equilíbrio da linha de produção), seleção de fontes de produção para cada estação de trabalho (isto é, configuração da linha), e otimização da capacidade das operações [103]. Os recursos são normalmente caracterizados tanto em termos de competências como de capacidades de produção. A capacidade de um recurso define-se pelos atributos do mesmo que contribuem para o fabrico e funcionalidade do produto pretendido. As características do novo material ou substância de entrada devem ser tidas em conta, de forma a saber se este será capaz de desempenhar as do produto que procurava substituir. O produtor deve averiguar se o subproduto a integrar na indústria pode ser sujeito aos processos daquela atividade, como por exemplo transformações mecânicas (corte, furação, polimentos, etc.) ou possíveis transformações químicas, analisando como reagirá aos possíveis reagentes [103].

O novo recurso deve responder aos aspetos funcionais do anterior e ser capaz de executar a(s) atividade(s) pretendida(s) de forma funcional e eficiente, sem nunca meter em causa a qualidade do produto final, seja esta a nível da sua composição, da sua aparência, tal como tolerâncias dimensionais, formato, entre outros atributos cruciais para a execução do produto (resistência, textura, cheiros, cores, etc).

Por fim, após ser capaz de verificar e assegurar que o seu potencial subproduto cumpre todos os requisitos da matéria-prima ou recurso utilizado anteriormente, o produtor deve ser capaz de preencher o “Formulário de declaração de subproduto” da APA, que se apresenta no Anexo A4, com as informações do produto excedente em análise. Além deste formulário, sugere-se ao gerador do subproduto que se faça acompanhar pela Ficha de Dados de Segurança (FDS) elaborada pela agência governamental OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), principalmente se o seu subproduto for uma substância química. A FDS visa fornecer informação detalhada relativamente aos perigos ambientais e de utilização humana, adjacentes ao subproduto em questão.

Desta forma, após a investigação dos aspetos mencionados nesta etapa, o produtor deverá ser capaz de desclassificar o seu resíduo como subproduto:

- Caso o produtor não consiga assegurar que o seu subproduto tem as condições necessárias para manter as características do produto final, e/ou não é capaz de preencher os dados solicitados no “Formulário de declaração de subproduto” do Anexo A4, então o excedente será classificado como resíduo sem aptidão produtiva adicional. **É um resíduo sem potencial de utilização.**
- Caso o produtor seja capaz de assegurar que as características do produto que se pretende produzir, não serão afetadas pelo novo recurso, assim como as suas normas de qualidade e de produção, e, adicionalmente o produtor é capaz de preencher todos os dados solicitados no “Formulário de declaração de subproduto” do Anexo A4, então o resíduo produtivo será finalmente desclassificado como subproduto, que poderá ser utilizado como recurso numa cadeia produtiva distinta à sua originária. - **É um subproduto, não resíduo.**

4.3.2 Conclusão do capítulo: Aptidão para a aplicação da SI

Após a desclassificação do resíduo da Indústria 1 em subproduto, poder-se-á concluir que este segue algumas características para ser considerado apto para ser aplicado numa possível Indústria 2 (Imagem 4.2). No entanto, a condição de ser considerado subproduto não implica que o material ou substância seja aplicado numa rede de simbiose industrial. Posto isto, a SI apresenta-se como uma solução orientada para a aplicação deste subproduto no processo produtivo, uma vez que aspira transformar a saída de resíduos de um processo em matéria-prima ou recurso de outro.

Assim, as empresas integrantes das possíveis práticas de SI, tanto a doadora do subproduto como a recetora da substância ou material, devem reinventar o seu modelo de negócio em vários aspetos. O(s) próprio(s) processo(s) produtivo(s) em que este novo subproduto se inserirá devem ser adaptados, uma vez que serão integrados os novos fluxos de “resíduos”, já desclassificados em subprodutos. Além dos processos produtivos, espera-se que a nova entidade adeque as suas infraestruturas para a receção do novo recurso. Espera-se também que o dador e o recetor trabalhem em conjunto, podendo ainda partilhar serviços comuns, nomeadamente de reciclagem, transporte, manutenção, higiene, etc. A proximidade geográfica será um fator a ter em conta, tal como foi visto no capítulo 2, o que implicará também uma otimização dos processos de gestão de transportes e rotas.

Já a nível económico, espera-se que a prática de SI detenha uma proposta de valor associada, que se traduz numa redução de custos para a empresa recetora e uma faturação adicional para a entidade ou produtor individual dador. A aplicação da SI, apesar de resultar de uma vertente ecológica, tem vindo a demonstrar ser uma estratégia de crescimento económico, que contribui para a amplificação da concorrência

dos mercados que não teriam hipóteses lucrativas tão vantajosas. A reutilização de produtos é uma forma de estimular as empresas a reaproveitarem algo que possuíam sem compreender a sua rentabilidade e viabilidade.

Por fim, espera-se que os impactos ambientais sejam o maior resultado obtido nesta prática, que pretende reduzir a pegada ambiental no colossal e poluente setor industrial. Caso seja bem aplicada, a SI demonstra reduções significativas de emissões carbónicas, de extração de matérias-primas e de desperdícios industriais. Esta prática proveniente dos conceitos da EC, apela à consciência ambiental e a uma economia global mais amiga do ambiente.

Já existem muitos casos de sucesso de SI, uns com mais entidades integrantes que outros, contudo, continua a ser uma prática com uma aplicação extremamente complexa para muitos setores industriais e países, dadas as várias barreiras já previamente mencionadas e que serão revistas posteriormente.

No próximo capítulo será aplicado o “guia de classificação e valorização de produtos excedentes” a uma proposta de SI entre os setores industriais do peixe (pesca, aquicultura e indústria transformadora) e o mercado dos biofertilizantes. Nessa aplicação pretende-se aferir cada etapa da metodologia realizada, com os dados possíveis de utilizar, personificando o papel de um produtor que pretende compreender a viabilidade da reutilização do seu excedente nestes setores de atividade.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE APOIO À SIMBI- OSE INDUSTRIAL

No capítulo anterior, foi proposta uma ferramenta de apoio à implementação da SI, que se traduz num guia constituído por uma sequência de etapas que o produtor deve aferir para conseguir averiguar se o seu resíduo derivado de um processo industrial, é ou não um subproduto com potencial de utilização num outro processo. Assim, partindo desta metodologia, este capítulo terá como objetivo comprovar a praticidade e viabilidade deste “Guia de classificação e valorização de produtos excedentes”, aplicando-o a um estudo de caso entre duas indústrias setores específicos. Este estudo de caso foi proposto pelo ISQ, no âmbito do projeto europeu SEA2LAND, que visa valorizar e reaproveitar produtos de origem animal, nomeadamente do setor peixe, e aplicá-los em processos de produção para o mercado dos biofertilizantes.

5.1 Potencial aplicação do Guia de classificação e valorização de produtos excedentes para processos produtivos

O crescimento populacional acentuado das últimas décadas teve um grande impacto mundial, resultando em desigualdades sociais extremas e numa pegada ecológica muito difícil de reverter. A procura imensa de produtos alimentares para satisfazer as necessidades da imensa população mundial, resultou numa produção intensiva na grande maioria dos setores industriais alimentares, fazendo disparar a produção e consequente acumulação de resíduos alimentares. Um estudo publicado pela UE em 2010 revelou que quase 90 milhões de toneladas de resíduos alimentares são desperdiçados todos os anos da indústria de produção alimentar [48].

O peixe nomeadamente, é um produto alimentar com uma elevada taxa de desaproveitamento, sendo todos os anos desperdiçadas inúmeras toneladas de peixe, marisco, partes constituintes de peixe e derivados. No capítulo 3,” Panorama do

desperdício de peixe e marisco na Indústria Pesqueira e da Aquicultura”, foi feito um levantamento das principais causas de desperdício nos diversos setores do peixe, destacando-se entre estes, a pesca, aquicultura e indústria transformadora.

Tendo em conta a enorme escala da procura deste mercado do peixe e marisco, a utilização dos seus resíduos como recursos para a produção de outros produtos de elevado valor, apresenta ser uma excelente proposta estratégica de recuperação e incrementação de custos e uma vantagem económica para os detentores destes resíduos desaproveitados.

A gama de aplicações de peixes e marisco desperdiçados nas suas indústrias originárias, ou compostos provenientes do tratamento dos mesmos, é muito vasta, abrangendo vários campos distintos. Existem já muitos casos de reutilização de excedentes de peixe ou marisco que são aplicados como entradas em atividades produtivas, nomeadamente nos campos de produção médica, farmacêutica e de embalagem, alimentos para animais ou humanos, biocombustíveis, fertilizantes, etc [50]. Contudo, até à data, a maior aplicação destes produtos excedentes destina-se à produção de farinhas de peixe, fertilizantes, óleos de peixe e utilização direta sem qualquer processamento adicional para a alimentação animal.

Um estudo de mercado estimou ainda as previsões do mercado global para produtos provenientes de subprodutos do peixe, tais como o mercado de óleo de peixe, que é muito utilizado no fabrico de suplementos fortalecidos de ómega-3, que apresentou em 2019 uma receita global de 1957,33 milhões de euros e que espera atingir os 2921,07 milhões de euros até ao ano de 2027. A produção de Chitosan, também um suplemento alimentar, produzido a partir de cascas de marisco e restos de peixe, é outro exemplo de aplicação que apresenta também tendências de crescimento económico muito positivas, principalmente após a pandemia do Covid-19, onde se presenciou um aumento da Taxa de crescimento anual composta (CAGR)⁵ de 16,9% para 24,7% [59].

Estes dados comprovam o potencial económico que existe na aplicação de práticas de reaproveitamento no domínio dos recursos marinhos e da pesca, como a SI, que se destaca por contribuir para uma produção mais sustentável e ainda por reduzir a pegada ambiental provocada pelo setor industrial.

Apesar desta tendência animadora, as quantidades de peixe e marisco descartadas são na sua maioria ainda incineradas, ou utilizadas para produzir produtos com baixo valor económico [50]. O potencial das aplicações de SI em indústrias de peixe tem ainda um longo caminho pela frente, apresentando margens muito grandes de

⁵ A CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) é a Taxa de crescimento anual composta, que avalia a percentagem de rentabilidade de um investimento durante um determinado período.

possível crescimento, que devem ser mais exploradas e incentivadas pelos Estados-Membros.

Paradoxalmente ao excesso de produtos alimentares desperdiçados, observa-se uma escassez de recursos alimentares que provocam a fome a milhares de milhões de pessoas em todo o mundo, que não têm acesso a necessidades básicas como a comida, nem a recursos que lhes permita cultivarem os seus próprios alimentos, tais como terra arável e rica em nutrientes.

A falta de alimentos que contenham vitaminas e minerais essenciais, e a escassez de solos para cultivar comida nutritiva que satisfaça as necessidades nutricionais de um ser humano, são das maiores causas de morte infantil. Na verdade, um relatório da UNICEF emitido no ano de 2022, atribui à má nutrição a principal causa de morte de 5 milhões de crianças com menos de cinco anos de idade em 2020 [104].

Atualmente a grande maioria do fornecimento alimentar humano provém da terra e os dados comprovam, afirmando que a agricultura moderna global sustenta aproximadamente 6 biliões de pessoas. No entanto, a disponibilidade per capita da terra de cultivo mundial diminuiu cerca de 20% na última década, sendo que anualmente, mais de 10 milhões de hectares de terras agrícolas valiosas são degradados e perdidos devido a fenómenos e desastres ambientais [4], [76].

Para mitigar o risco da fome e de falta de segurança alimentar, uma agricultura sustentável com elevada produtividade, através de processos de produção mais limpos, é essencial. As práticas agrícolas sustentáveis, por meios de tecnologias limpas, são cruciais para um abastecimento alimentar constante e seguro às populações, uma vez que as práticas agrícolas tentam superar barreiras relativas à falta de processos produtivos sustentáveis. Por exemplo, a acentuada expansão populacional, juntamente com a redução exponencial dos solos aráveis, devido às alterações climáticas, que estão relacionadas com o rápido desenvolvimento, o aquecimento global e a utilização desmesurada de matérias primas, tiveram um grande efeito na produção total de alimentos, bem como no meio ambiente [105].

Desta forma, a aplicação desta metodologia, procura ajudar não só a reduzir os desperdícios de matérias não aproveitadas do setor do peixe e marisco, mas também tentar dar resposta à grave crise humanitária que ocorre ano após ano nos países menos desenvolvidos. A estratégia de gerar biofertilizantes a partir de produtos excedentes de peixe, pode tornar a produção de fertilizantes mais acessível e sustentável, ajudando a promover a área de terra arável crescente para o cultivo e agricultura de bens alimentares nutritivos.

O projeto SEA2LAND pretende responder a este desafio, melhorando e adaptando tecnologias de recuperação de nutrientes para a produção de biofertilizantes provenientes de subprodutos da pesca e da aquicultura gerados na Europa. A longo prazo, o projeto pretenderá incentivar a produção, em larga escala, de adubos na UE a partir de matérias-primas orgânicas ou secundárias não importadas. Assim, o

SEA2LAND contribuirá para a independência e segurança no fornecimento de nutrientes aos sistemas agrícolas europeus, atenuando o desequilíbrio nutricional.

O fertilizante desempenha um papel importante na manutenção da fertilidade do solo, no aumento dos rendimentos e na melhoria da qualidade das colheitas. No entanto, perde-se uma parte significativa dos fertilizantes durante as práticas da agricultura, aumentando os custos agrícolas, desperdiçando energia e poluindo o ambiente, o que representa alguns dos maiores desafios para a sustentabilidade da agricultura moderna. A consciencialização sobre as alterações climáticas tem vindo a causar uma maior procura de produtos de base biológica e, por conseguinte, serão necessárias maiores quantidades de fertilizantes, combinadas com uma melhor gestão, que deve ser sustentável e proveniente de fontes renováveis, como matérias-primas secundárias. Estes processos produtivos modernos, contribuem para a redução do esgotamento dos recursos naturais, e da utilização de fertilizantes sintéticos que implica grandes consumos energéticos e de recursos não renováveis.

Embora o crescimento populacional não seja um problema direto na Europa, é uma preocupação global e além do mais o preço dos fertilizantes é regulado pelo mercado global. A necessidade de mudar o paradigma é crucial para o futuro da agricultura europeia e a utilização de biofertilizantes poderá ser a resposta à mudança.

O biofertilizante pode ser definido como produto biológico que contém microrganismos vivos que, quando aplicados às sementes, superfícies vegetais, ou solos, promovem o crescimento através de vários mecanismos, tais como o aumento do fornecimento de nutrientes, o aumento da biomassa ou área radicular e o aumento da capacidade de absorção de nutrientes da planta [106] .

Os biofertilizantes foram desenvolvidos com o objetivo de satisfazer as exigências de melhoria dos rendimentos sem comprometer o ambiente. Estes fertilizantes de base biológica são fertilizantes que podem reduzir a poluição ambiental da perda de nutrientes retardando, ou mesmo controlando, a libertação de nutrientes para o solo [107].

A procura de biofertilizantes é muito elevada, mas a produção é limitada. Assim, deve ser desenvolvido trabalho no campo da formulação microbiana para desenvolver biofertilizantes de acordo com zonas ecológicas, a fim de fornecer produtos alimentares livres de químicos para os seres humanos [108]. Adicionalmente, a UE espera que os resíduos biológicos, como os resíduos de peixe por exemplo, venham a substituir até 30% dos fertilizantes inorgânicos actualmente utilizados [9].

A aplicação de matérias-primas secundárias provenientes do peixe e marisco para a produção de biofertilizantes é o foco desta investigação, que pretende disseminar a produção dos mesmos de forma dar resposta às suas elevadas procuras.

5.2 Aplicação do Guia de valorização e classificação de produtos excedentes aos setores da pesca e aquicultura

Ano após ano, as indústrias da pesca e aquicultura contribuem para a produção de cerca de 20 milhões de toneladas de subprodutos em todo o mundo, aos quais a grande maioria não é aproveitada. Este valor traduz-se em 25% das capturas, que são descartadas como resíduos sem aproveitamento. Na UE, 5,2 milhões de toneladas de resíduos de peixe são desperdiçadas todos os anos [109].

Neste capítulo serão avaliados os produtos remanescentes dos vários setores de produção previamente analisados, de forma a encontrar valor nos mesmos para os desclassificar como subprodutos aplicáveis a uma indústria de biofertilizantes. Para esta avaliação, os resíduos da pesca e aquicultura serão submetidos às etapas descritas no guia desenvolvido no capítulo 4.

Em cada etapa serão analisados os diferentes setores individualmente, criando cenários distintos para produtores do setor da pesca, aquicultura e indústria transformadora. Na análise de cada um destes cenários serão considerados exemplos recolhidos na literatura e utilizados pressupostos, uma vez que não existem dados relativos a este estudo de caso por se encontrar numa fase muito embrionária. Desta forma, os resultados não serão exatos, mas apenas ilustrativos para a interpretação da metodologia.

Como alvo de avaliação, serão considerados os resíduos apresentados na tabela 5.1, que foram recolhidas da investigação feita no capítulo 3.

Tabela 5.1- Principais resíduos na indústria do peixe e marisco

Principais resíduos de cada setor:		
Pesca	Aquicultura	Indústria Transformadora
<ul style="list-style-type: none">• Cadáveres de peixe que não correspondem às normas estabelecidas⁶• Cadáveres de peixe danificados (com cortes, lesões, infeções)• Peixe ou crustáceos apodrecidos (infeções bacterianas e deterioração enzimática) na embarcação ou durante o transporte	<ul style="list-style-type: none">• Resíduos sólidos inertes de ração de peixe• Resíduos sólidos inertes de fezes ou organismos não metabolizados por peixes• Cadáveres de peixe contaminados• Águas residuais	<ul style="list-style-type: none">• Partes de peixe não utilizadas (vísceras, escamas, barbatanas, cabeças, espinhas)• Peixe apodrecido

⁶ Peixes subdimensionados que não têm valor comercial; peixe cujas quotas não são respeitadas, ou espécies que não têm valor de mercado.

1ª etapa: A substância ou objeto foi produzido deliberadamente ou é um excedente não modificado de um processo?

Esta será a etapa mais simples e direta de solucionar para qualquer setor, seja esta o da pesca, aquicultura ou indústria transformadora. Espera-se que enquanto produtor do processo de transformação ou produção de peixe, seja perfeitamente perceptível que o produto alvo de análise não é o produto que o mesmo pretendia produzir.

Dando como exemplo um pescador que analisa peixe que não correspondia às normas do seu setor, é compreensível que este não o pretendia capturar. Ou na aquicultura, um produtor que se depara com grandes desperdícios de ração, é também claro que o produto pretendido seria o peixe e não essa mesma ração. Por fim, usando o caso de um produtor de uma indústria de transformação, seja por exemplo a de congelação de peixe, que analisa excedentes como vísceras ou cabeças de peixe, que não usaria nos seus produtos finais.

Posto isto, o produtor terá facilidade em compreender sem grande dificuldade que o objeto ou substância que analisa não é um produto, mas sim um resíduo obtido no processo de produção. Desta forma, deverá prosseguir para a seguinte etapa.

2ª etapa: A substância ou objeto pode ser aplicado noutra atividade produtiva, diretamente sem qualquer transformação adicional que não seja a prática industrial normal?

Nesta etapa, o produtor deverá ter em consideração, se o seu produto, quando em fase de avaliação, foi submetido a algum processo transformativo adicional àquele de onde resultou em resíduo. Na pesca, grande parte dos resíduos originados são peixes que foram pescados de forma inintencional, que no geral são apenas descartados sem sofrerem qualquer processo adicional.

Na aquicultura, a maior percentagem de resíduos provém da ração animal que é desperdiçada ou não metabolizada pelos peixes, e ainda águas contaminadas. Apesar da sua composição ir alterando ao longo do tempo, não é considerável que estes produtos sofreram qualquer alteração processual.

Na indústria transformadora de peixe, tanto as sobras de peixes inutilizáveis como os peixes que apresentam condições impróprias para comercializar, não sofrem alterações posteriores aquelas que já foram previamente sujeitos durante os processos transformadores. Assim, partindo do pressuposto que nenhum dos excedentes, ainda resíduos, foi sujeito a modificações, o produto em análise pode seguir para a próxima etapa de desclassificação.

3ª etapa: Existem novas oportunidades de valor para a substância ou objeto?

Visto que nenhum dos cenários em análise corresponde a um caso efetivamente real, não será possível dar uma resposta minimamente exata a esta questão. Assim, para esta etapa será pressuposto que o produtor de cada setor tem forma de comprovar as oportunidades de valor da aplicação do seu excedente, por via de documentação legal e, simultaneamente conseguindo responder a todos os critérios apresentados para esta etapa (mencionadas no capítulo anterior).

Assim, o produtor provando (hipoteticamente) a viabilidade do seu objeto ou substância, pode considerar a sua potencial classificação em subproduto, devendo prosseguir com a sua desclassificação consoante a etapa seguinte

4ª etapa: O material já está a ser reutilizado em outros processos externos?

Para responder a esta questão serão apresentados casos de sucesso de utilização de alguns produtos de cada setor. Tanto para o setor da pesca como para o da aquicultura e suas indústrias de transformação, existem inúmeros casos de aplicação de resíduos de peixe. Os principais subprodutos destes setores que são reutilizados para posteriores atividades produtivas, são as porções dos peixes que não são utilizadas, tais como as cabeças, barbatanas, escamas, pele, espinhas e entranhas, mas também os crustáceos de marisco, nomeadamente as suas carapaças, exoesqueleto, casca e detritos [46]. Estes subprodutos são ricos em macro e micronutrientes e a sua utilização pode resultar na produção de farinhas e óleos de peixe que são muito utilizadas na alimentação animal, ou até mesmo na indústria farmacêutica para a produção de colagénio, suplementos de ómega-3 e cálcio.

Um estudo de caso na Islândia, “*Codland*”, que reutilizou resíduos provenientes da pesca tradicional do bacalhau e das indústrias de transformação do bacalhau, para produzir biomassa. Para este projeto, foram utilizadas tecnologias inovadoras, tornando possível a transformação de resíduos de peixe e marisco em compostos de alto valor. Além disto, para facilitar um abastecimento constante dos resíduos gerados pelas indústrias de processamento de bacalhau, esta indústria de biomassa estabeleceu-se num perímetro muito próximo do porto [58]. Este é um caso exemplar que demonstra uma possível aplicabilidade a este produto excedentes.

Adicionalmente, tal como sugerido na descrição desta etapa, foi consultada a tabela de “Decisões de classificação de subprodutos” do Anexo A3, que comprovou um caso de sucesso para a reutilização de vísceras para o setor da Alimentação animal, pela entidade “Alconser - Conservas de peixe”.

Como foi comprovado que muitos dos resíduos do peixe são utilizados já na indústria, mostrando resultados de sucesso, o produtor poderá saltar já a etapa seguinte (**6ª etapa- “A sua utilização foi tecnicamente bem-sucedida?”**) e desclassificar o seu produto com subproduto com aptidão para ser inserido em novos processos produtivos, como um recurso ou matéria-prima secundária.

No entanto, para prosseguir com a demonstração da aplicação do guia, os próximos passos pressupõem que esta etapa não foi comprovada, sendo que o produtor deverá continuar para a etapa nº5.

5ª etapa: É possível a utilização do objeto ou substância?

Novamente, não detendo dados reais para este estudo de caso, é difícil responder a esta questão. Aqui o produtor deverá avaliar a viabilidade do seu produto, entender a sua força de mercado, as suas fraquezas e oportunidades.

Para auxiliar a uma resposta mais sustentada, foi feita uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*), à utilização dos subprodutos de peixe e marisco em novas atividades produtivas. Nesta análise pretende-se identificar as maiores vantagens, mas também possíveis contrariedades, como apresentado na tabela 5.2.

Tabela 5.2- Análise SWOT da utilização de subprodutos do peixe (adaptado de [47])

Força	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> • Composição • Fonte de proteínas e nutrientes • Compostos bioativos e aditivos alimentares • Oportunidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa exploração • Perturbações • Técnicas de processamento e qualidade do produto • Gestão de subprodutos do mar
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Redução de resíduos • Compostos bioactivos • Novos ingredientes para alimentação humana e animal Segurança e legislação 	<ul style="list-style-type: none"> • Prazo de validade curto

7ª etapa: É sustentável (ambiental, social e economicamente) manter o material na cadeia de abastecimento através da valorização?

Para esta etapa, seria novamente indispensável estar a analisar um caso real que fornecesse dados precisos. Voltando ao estudo de caso “*CodLand*” apresentado pela FAO, que comprova o sucesso da utilização dos resíduos e desperdícios de bacalhau para a produção de biomassa, este, mostrou-se extremamente viável do ponto de vista económico e ambiental, e social. Este caso exemplar, possibilitou aos produtores aumentarem os seus rendimentos sem alterarem a sua produção. Com remunerações mais elevadas, foi ainda possível aos produtores investirem em novos processos de valorização dos seus excedentes restantes, abrindo-lhes portas para apostarem em produtos

de mercados benéficos para a saúde humana, como por exemplo, nutracêuticos, peptídeos de colagénio e suplementos de ómega 3 [58].

8ª etapa: Com base no conhecimento existente, é possível determinar se o material é seguro para uso humano?

Para a analisar esta etapa foi escolhido o método A, relativo a uma análise quantitativa, uma vez que responder aos critérios exigidos na análise qualitativa seria pouco preciso dada a ausência de informações factuais.

Para proceder ao método A, foram recolhidos dados literatura, que enumeram a composição de um produto excedente da indústria do peixe (tabela 5.3)

Tabela 5.3- Composição química de compostos de resíduos de peixe, em matéria seca (adaptado de [39])

Parâmetro	Unidade	Valor
Carbono orgânico total (C)	g/Kg	382,8
Azoto total (N)	g/Kg	11,4
C/N rácio	-	33,4
Fósforo (P)	g/Kg	2,61
Potássio (K)	g/Kg	3,07
Magnésio (M)	g/Kg	0,6
Sódio (Na)	g/Kg	0,31
Cálcio (Ca)	g/Kg	3,75
Cobre (Cu)	mg/Kg	19,03
Cádmio (Cd)	mg/Kg	1,52
Crómio (Cr)	mg/Kg	5,40
Chumbo (Pb)	mg/Kg	18,8
Níquel (Ni)	mg/Kg	9,91
Zinco (Zn)	mg/Kg	159,9

O Parlamento da UE defende que se permita a utilização de subprodutos na condição de estes estarem em conformidade com as obrigações REACH [9]. Após a análise a cada uma das substâncias, verificou-se que cada uma destas compreendia uma entrada na tabela de substâncias harmonizadas (tabela 3.1 do anexo VI do CRE) ou na tabela REACH. Sem mais conclusões possíveis, pressupõe-se que o resíduo possa continuar a avaliação nas próximas etapas.

9ª etapa: A utilização prevista do material é legal na Europa?

10ª etapa: A utilização prevista do material é legal no país de produção e de receção?

Para a resposta simultânea a cada um dos critérios destas etapas, foram elaborados uma tabela com leis e um documento de apoio com uma síntese dessa legislação aplicada, que compreendem um levantamento de todas as leis em vigor relativas à utilização de resíduos dos setores do peixe e à sua aplicação no mercado dos biofertilizante. Nesta tabela são referenciados leis e decretos tanto a nível europeu, como relativos ao panorama legislativo em vigor em Portugal. Estes documentos podem ser entrados nos Anexo A1.

11ª etapa: A substância cumpre os requisitos da matéria-prima que pretende substituir?

Por fim, uma vez que o produto que se pretende conceber é o biofertilizante, que será produzido a partir dos nutrientes retirados dos excedentes de peixe, será necessário recolher informação sobre o mesmo para tirar alguma conclusão. Novamente, será utilizada informação baseada na literatura disponível para simular uma possível conclusão a esta metodologia.

Algumas das matérias-primas para a produção de fertilizantes devem ser substituídas por biomassa residual, por exemplo, resíduos pós-colheita, resíduos da produção e abate de animais ou do processamento de alimentos. Está provado que estas matérias providenciam as quantidades de minerais necessários para a produção de um fertilizante de qualidade [9].

Para este estudo de caso, pretende-se fabricar fertilizantes de base biológica, em vez dos fertilizantes minerais tipicamente utilizados em indústrias de grandes dimensões que são produzidos a partir de produtos químicos e extrações de minerais, cuja sua produção é responsável por altos consumos energéticos. A literatura assegura que a substituição de fertilizantes minerais por alternativas de base biológica é uma direção importante e viável na recuperação de materiais e energia.

Os biofertilizantes podem ser produzidos a partir de resíduos alimentares, tais como resíduos de peixe, por digestão anaeróbia, compostagem aeróbia e hidrólise química. A utilização destes resíduos pode ser valorizada através de uma gestão adequada (i.e. compostagem, digestão anaeróbia, pirólise) e reutilizadas, trazendo produtos valiosos para a agricultura e melhorando a estrutura e fertilidade do solo [9]. É de notar que os elementos principais que constituem qualquer fertilizante são o azoto (N), fósforo (P) e potássio (K), que estão muito presentes nas matérias à base de peixe, como se pode ver pela amostra representada na tabela 5.3.

Relativamente à qualidade do produto final, no geral assegura-se que a mesma é mantida, uma vez que a utilização de fertilizantes orgânicos resultantes da mistura de resíduos orgânicos e minerais, tem trazido resultados bastante positivos. No

entanto, os resultados do uso destes fertilizantes dependem muito do tipo de planta, demonstrando resultados negativos em certos tipos de plantações.

As experiências conduzidas numa investigação realizada em alfaces fertilizadas com fertilizantes à base de peixe, indicam que o produto de compostagem resultante não tem um caráter tóxico para a fase de maturação, apresentando-se estável e adequado para utilização na agricultura. Além disto, o estudo afirma que a fertilização do solo com o composto de resíduos de peixe causou um aumento no rendimento foliar da alface e teve um efeito significativo no aumento dos teores de azoto, fósforo, potássio, sódio, cálcio, e magnésio nas folhas da planta de ensaio. Por fim, este estudo conclui que o composto de resíduos de peixe proposto pode ser um fertilizante útil na agricultura [39].

Desta forma, ao garantir que a utilização destes resíduos de peixe é uma solução e substituição favorável à produção de biofertilizantes, poder-se-á garantir que estes resíduos estão finalmente classificados como subprodutos.

Por fim, após assegurar a classificação do resíduo de peixe ou marisco como um subproduto útil e valioso para a produção de biofertilizantes, pode notar-se que esta sinergia é muito favorável à implementação de práticas de SI. Além de não piorar a qualidade dos fertilizantes, a utilização de matérias orgânicas promove o fecho do ciclo, evitando a dissipação de nutrientes com potencial poluente. A ideia de circularidade inclui a utilização de subprodutos de um processo de produção como matéria-prima secundária noutro processo (figura 5.1)

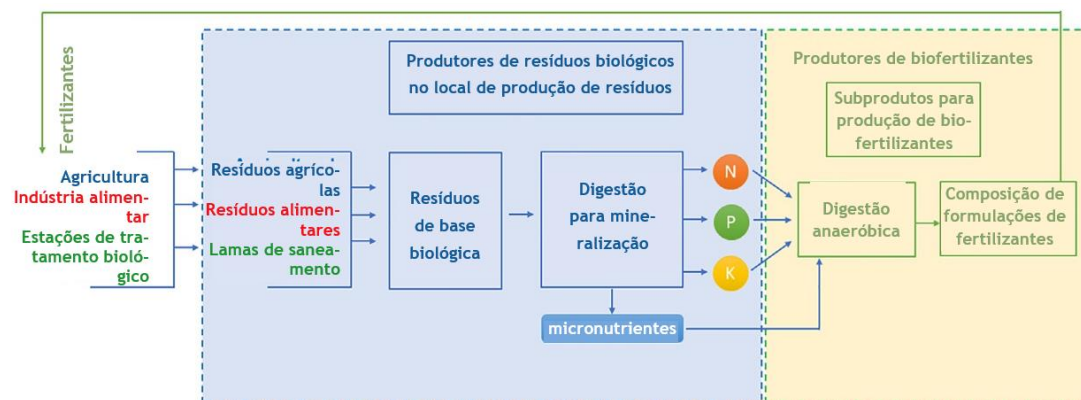


Figura 5.1- Esquema de processo circular de produção de biofertilizantes (Baseado de [39])

No esquema apresentado, é possível ver os inputs que vêm de produtos desperdiçados da indústria agrícola, alimentar ou de tratamento biológico. Quando inseridos no processo produtivo dos biofertilizantes, estes resíduos de base biológica são submetidos a processos de digestão e mineralização de forma a separar os micronutrientes necessários para produzir os fertilizantes. Após isto, dão-se outros processos como digestão anaeróbica de forma a produzir o *output* final desta produção e ter a formulação de fertilizante necessária.

5.3 Diferentes aplicações da Indústria do peixe

Como se pode notar, em todo o mundo as perdas de peixe têm gerado inúmeras toneladas de resíduos, e subsequentemente subprodutos com imenso potencial de utilização. Foram realizados estudos a fim de desenvolver métodos para converter estes resíduos em produtos úteis, que concluíram que provavelmente, cerca de 50% do material que sobra da captura total de peixes não é usado como alimento, o que se traduz em cerca de 32 milhões de toneladas de resíduos [44].

É importante verificar que os resíduos da indústria alimentar são uma relevante fonte de contaminação ambiental, no entanto, o desperdício de peixe é um problema que vai para além das grandes questões ambientais, representando também uma enorme perda económica [44],[59]. O impacto na economia que o desperdício de peixe carrega, demonstra a necessidade de melhorar a gestão dos resíduos das várias indústrias do setor do peixe que se verificam nos dias de hoje. É ainda necessário colaborar com o estipulado na DQR, que visa prevenir ao máximo a geração de desperdício e utilizar os subprodutos gerados como novos recursos, através de métodos de valorização, reutilização e reciclagem [59].

Tendo em conta a escala da procura de peixe e marisco em todo o mundo, a utilização de devoluções de peixe como fonte de compostos de elevado valor é uma excelente estratégia de recuperação de custos, especialmente no período histórico que estamos a viver. Com efeito, um estudo feito destacou algumas previsões e tendências do mercado global para alguns destes produtos, onde por exemplo, indica um possível aumento do tamanho do mercado mundial de petróleo de peixe, produzido a partir de subprodutos de peixe, que sobe de 1905, 77 milhões de dólares em 2019 para 2844, 12 milhões de dólares até 2027. Desta forma, é possível demonstrar como a economia circular é hoje considerada uma componente e estratégia fundamental para os planos de recuperação económica em vários pontos do globo, e adicionalmente é possível demonstrar como a possível concretização deste tipo de modelo económico no domínio dos recursos marinhos e dos produtos da pesca é uma alternativa viável [59].

Foi já demonstrado que existe potencial para dar uma nova vida ao peixe ou partes do peixe que não são consumidos em primeira mão e, adicionalmente, a utilização dos seus subprodutos poderia contribuir para o desenvolvimento de produtos de elevado valor comercial e, conseqüentemente, para o crescimento económico de vários países, principalmente naqueles com uma geografia mais propícia. Os produtos de pesca indesejados são eliminados anualmente da indústria do peixe, causando problemas como o desperdício de nutrientes, incluindo minerais e proteínas às quais os peixes são ricos [98].

A larga quota de produção mundial de peixe para consumo humano direto continua a crescer e com ela tem crescido também uma nova tendência de utilização de subprodutos de peixe, que tem vindo a ganhar cada vez mais atenção e popularidade por parte dos consumidores. Neste contexto, uma consciência crescente e uma atenção especial ao desenvolvimento de processos mais ecológicos e sustentáveis levaram a um maior interesse na utilização de recursos marinhos não desejados que são também uma fonte muito promissora de produtos com elevado valor de mercado [59].

Todos os anos, uma enorme quantidade de biomassa proveniente da indústria da pesca e aquicultura é desperdiçada, sendo geralmente incinerada, o que promove o aumento do consumo de energia, do custo financeiro e do impacto ambiental ao longo do seu processo de gestão. Até à data, os resíduos de peixe são utilizados principalmente na indústria das farinhas de peixe, uma vez que contêm quase a mesma quantidade de proteínas que a carne de peixe [59].

A verdade é que as indústrias do peixe podem utilizar estes resíduos para desenvolver produtos alimentares altamente nutritivos que podem fornecer nutrientes ricos para a composição de alimentos para animais ou alimentos seguros para uso e consumo humano [98]. Além disto, os produtos de peixe oferecem uma fonte sustentável de nutrientes e vitaminas com propriedades muito desejadas pelos consumidores, como é o caso por exemplo dos biocompósitos de alto valor, que devido ao seu elevado teor de colagénio, péptidos, chitina, ácidos gordos polinsaturados, enzimas e minerais, tornam-se adequados para aplicações biotecnológicas ou farmacêuticas com alto valor de mercado. Desta forma, a gama de aplicações para todos os compostos provenientes do tratamento de devoluções de peixes é muito vasta, abrangendo os campos da alimentação, da produção médica, farmacêutica e de embalagem, alimentos, biocombustíveis, agricultura, etc [59].

Estas operações geram descartes que incluem principalmente aparas de músculos (15-20%), pele e barbatanas (1-3%), ossos (9-15%), cabeças (9-12%), vísceras (12-18%), e escamas (5%). O processamento do peixe é uma necessidade importante para as grandes empresas de peixe, tanto para reduzir os custos relacionados com o transporte de partes não comestíveis do peixe como para aumentar a estabilidade e qualidade dos produtos, removendo partes, tais como as vísceras, que podem conter bactérias e enzimas, que representam um risco para o processamento e armazenamento do peixe. Preservar a qualidade nutricional dos produtos representa um dos principais desafios para a indústria e a degradação das proteínas pelas enzimas é um aspeto chave que deve ser minimizado [59].

Desta forma, dada diversidade de aplicações encontradas na literatura, foi feito um levantamento das várias formas de reutilização dos subprodutos de peixe e das suas indústrias consecutivamente, de forma a traçar redes simbióticas e demonstrar a variedade de oportunidades de mercado que existem na utilização do desperdício do peixe. Assim, na figura 5.2 as possíveis aplicações do peixe encontram-se esquematizadas e

organizadas sectorialmente. O objetivo é identificar e conhecer as áreas de aplicação com mais potencial onde é possível traçar sinergias entre diferentes setores e a indústria do peixe e marisco. Traçando o potencial de SI será possível prever e compreender de que forma uma empresa com uma determinada atividade económica de processamento de peixe, poderá valorizar os seus desperdícios ao se colocar e colaborar com estes setores distintos definidos.

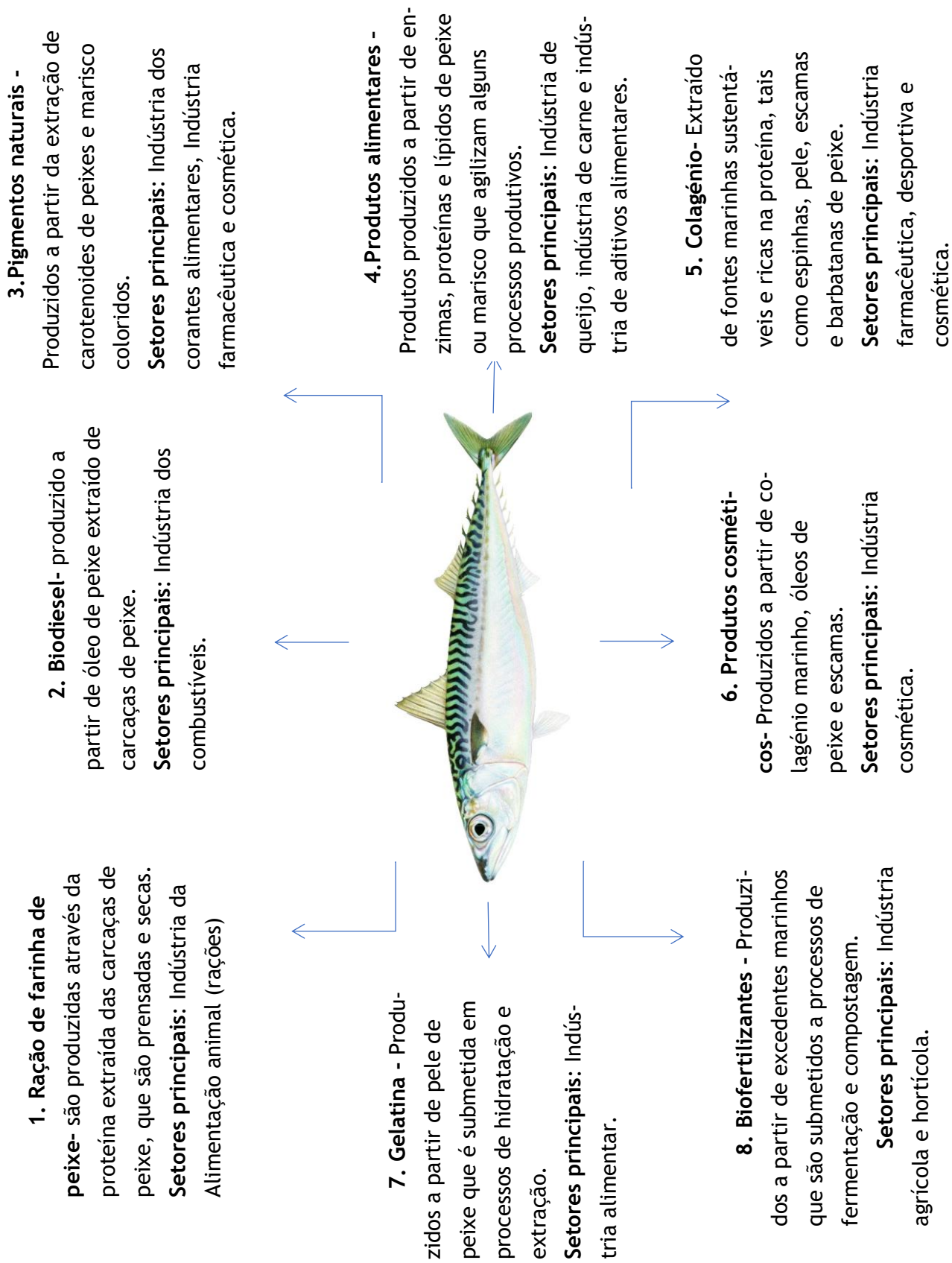


Figura 5.2- Exemplo de aplicação de subprodutos de peixe

5.4.1 Principais aplicações:

A dimensão da aplicação dos subprodutos de peixe e marisco é muito vasta e abrangente em vários setores comerciais. Dado o levantamento das principais áreas de aplicação destes subprodutos, foram encontradas oito áreas transversais com bastantes características de rentabilidade e sustentabilidade.

5.4.1.1 Ração de farinha de peixe:

A farinha de peixe é de longe o produto não comestível proveniente do peixe e marisco com mais valor de mercado, é produzida nomeadamente a partir dos produtos descartados da pesca e aquicultura e a sua produção média global situa-se em média entre os 6 e os 8 milhões de toneladas por ano. A produção da farinha de peixe a partir dos resíduos e desperdício de peixe e marisco é um processo conhecido e constituído por vários processos físicos e químicos que pretendem reduzir o material em farinha [58]. O processamento resulta frequentemente em quantidades de subprodutos, tais como cabeças, esqueleto, tripas, cascas e caudas. Estes subprodutos representam entre 30 a 70% do peixe inteiro e fornecem uma boa fonte de macro e micronutrientes, mas muitas vezes não são utilizados e acabam como resíduos [59].

Alguns dos principais processos traduzem-se no aquecimento da mistura de peixes ou partes de peixes, que faz coagular as proteínas rompendo os depósitos de gordura, o que provoca a libertação do óleo e da água. A massa que resta é prensada, centrifugada e até mesmo submetida a processos de evaporação de água, de forma a remover os líquidos que são separados em água e óleo. Após a secagem e remoção de toda a água, ou da sua maioria, resta um material estável e seco que é moído em farinha [58].

Existem muitos tipos e graus de farinha de peixe, dependendo da moagem e do tipo de peixe ou marisco usado e, embora exista um mercado para a grande extensão de oferta, as farinhas de qualidade superior são usualmente as mais procuradas em certos setores do mercado de animais e rações de peixe. Estima-se que cerca de 60% da farinha de peixe produzida no mundo seja utilizada em rações para aves de capoeira, 10% na aquicultura e os restantes 30% pela indústria suinícola e indústria de ração de animais de companhia.

É expectável que o nível de produção das farinhas se mantenha relativamente constante num futuro previsível num contexto de mercado em que o preço de venda tem rondado os 350 e 1000 dólares por tonelada. Dos principais países produtores de farinha de peixe destacam-se o Peru, o Chile, a África do Sul, a Noruega, a Islândia, a Dinamarca e os Estados Unidos. Espera-se que a produção de peixe de aquicultura duplique durante a próxima década, e isto pode resultar numa duplicação da utilização de farinha de peixe em rações para aquicultura.

5.4.1.2 Biodiesel

O biodiesel, fabricado a partir dos óleos de peixe produzidos no processo demonstrado no ponto anterior, é um material que pode ser utilizado como substituto ou aditivo do gasóleo. No entanto, a sua utilização durante o início da década de 80, demonstrou que a combustão de óleos de origem animal contribuía para a ocorrência de problemas de durabilidade relacionados com a combustão incompleta destes óleos que danificavam os depósitos dos veículos e depositam quantidade excessivas de carbono devido à sua viscosidade [59].

No entanto, com o passar dos anos, os processos produtivos deste combustível evoluíram, tornando-o num produto seguro para ser utilizado, sem vestígios de glicerol, cumprindo todas as normas internacionais [110]. A produção deste combustível deriva do tratamento do óleo de peixe com ozono, sendo filtrado, colocado num reator com dois catalisadores (óxido de ferro e fosfato de cálcio monobásico) e misturado com ozono durante 1 h à temperatura ambiente. Os processos subsequentes submetem a amostra a um processo de filtragem e novos tratamentos com ozono, resultando num combustível de qualidade, demonstrando propriedades adequadas para utilização em motores diesel [59].

Experiências realizadas no Irão demonstraram que cerca de 53% dos resíduos de peixe estavam na fase líquida (mistura de água, óleo e sólidos em suspensão) e só o óleo de peixe representava cerca de 11% do peso total dos resíduos de peixe utilizado. Neste estudo, demonstrou-se que a utilização de apenas 1L de óleo de peixe produzida 0,9L de biodiesel de origem aquática, demonstrando ser um material com uma confeção extremamente viável [110].

O aumento da procura destes combustíveis alternativos surgiu com o desejo de reduzir o consumo de recursos não renováveis, como os combustíveis fósseis e diminuir os problemas associados à poluição. O óleo extraído de resíduos de recursos aquáticos é um exemplo de matérias-primas para a produção de biodiesel no mundo, tendo como fonte de energia sustentável para a produção de biodiesel [59].

5.4.1.3 Pigmentos Naturais

As cores fortes apresentadas em alguns peixes e produtos de marisco têm como responsável os pigmentos produzidos por bactérias do tipo carotenoides, que dão a cor forte a peixes e mariscos tais como o camarão, lagosta, caranguejo, lagostim, truta, salmão, cantarilho, pargo vermelho e atum. Os resíduos destes produtos aquáticos, tais como as cabeças, corpo, escamas são submetidos a processos de extração de carotenoides através de solventes orgânicos e misturas de solventes [59].

Os pigmentos extraídos são empregues em diversas áreas de aplicação e setores variados, sendo utilizados como corantes alimentares, antioxidantes, suplementos alimentares para animais, nutracêuticos, cosméticos e produtos farmacêuticos [111].

5.4.1.4 Produtos alimentares

A recuperação de componentes químicos provenientes de resíduos de produtos do mar, que podem ser utilizados noutros segmentos da indústria alimentar, é uma área promissora de investigação e desenvolvimento para a reutilização de subprodutos de peixe e marisco. Alguns dos maiores exemplos de aplicação desta dimensão é a extração de enzimas, proteínas e lípidos que são por utilizados por exemplo para a produção de aditivos naturais para confeção de produtos alimentares, processo de amaciamento da carne bovina através da utilização de protéases (principalmente extraídas de excedentes de camarão) e para a potencialização da coagulação do leite para o fabrico de queijo através de enzimas [59].

5.4.1.5 Colagénio

O colagénio é uma proteína estrutural complexa e abundante que constitui entre 20-30% das proteínas animais e está fortemente presente nos produtos de pesca e aquicultura. O Mercado de Colagénio Marinho é um mercado muito forte, estimando-se que esteja valorizado em cerca 920,48 milhões de euros até 2025, crescendo a uma Taxa de Crescimento Anual Composto (CAGR) de 7,4%. O crescimento do mercado de colagénio marinho deve-se principalmente à sua aplicação em indústrias extremamente rentáveis, como é o caso da indústria da cosmética, farmacêutica, alimentos e de bebidas. Por outro lado, a sua produção acaba por ter um investimento extremamente baixo, uma vez que a matéria-prima para produzir colagénio é constituída por resíduos de peixe desperdiçados tais como espinhas, pele, escamas e barbatanas que são muito concentrados em colagénio, existindo em grande abundância e a baixo custo [59], [112].

Além disso, o colagénio desempenha um papel fundamental nas propriedades mecânicas dos ossos, tendões, e pele e é desta forma utilizado em muitas aplicações médicas e farmacêuticas para mitigar riscos nessas dimensões. A produção do colagénio a partir de produtos marinhos é feita através de vários processos de extração do mesmo a subprodutos de peixe, nomeadamente ossos, cartilagens, peles de peixe, escamas, que são submetidos a processos de preparação, extração e recuperação [112]. No entanto, o principal problema e desafio relacionado com a utilização de colagénio de peixe é o desenvolvimento de um processo de extração sustentável para a sua exploração comercial [59].

Apesar disto, a valorização dos subprodutos marinhos como nova fonte de colagénio tem atraído cada vez mais atenção, devido à sua fácil extração, elevado teor de colagénio, boa absorção pelo corpo humano, ausência de riscos de doenças e agentes patogénicos animais e ainda constrangimentos religiosos e éticos menos significativos [112].

5.4.1.6 Produtos Cosméticos

Tal como mencionado, o mercado do colagénio é um grande contribuidor para o crescimento e aceleração da indústria cosmética que tem vindo a criar vários produtos com esta proteína ou produtos de origem em materiais que não o colagénio, que são igualmente provenientes de peixe e marisco, devido às suas ótimas propriedades.

Muitas formulações cosméticas têm o colagénio de origem marinha como componente principal devido aos seus benefícios significativos como humectante natural e hidratante [113]. Além do colagénio, as próprias escamas dos peixes são já usadas para produzir produtos cosméticos tais como maquilhagem e verniz de unhas, a partir do pigmento e tom cintilante que as escamas apresentam. Novas técnicas de processamento industrial têm sido desenvolvidas para obter proteínas valiosas, antioxidantes e ácidos gordos provenientes de óleo de peixe que podem ser utilizados em produtos de cuidado da pele. Na verdade, o óleo de peixe tem sido amplamente reportado como um suplemento potencial para melhorar a gravidade de algumas doenças de pele, tais como fotoenvelhecimento, cancro da pele, alergia, dermatite, feridas cutâneas, e melanogénese [114].

5.4.1.7 Gelatina

Usualmente a gelatina que é consumida, provém na sua maioria de peles e ossos de mamíferos, destacando-se entre estes os bovinos e suínos, no entanto, recentemente, algumas matérias-primas alternativas têm sido produzidas seja por restrições alimentares, razões éticas, religiosas ou mesmo devido a propriedades superiores que estas possuem [115].

Uma das fontes alternativas que tem sido mais estudada é o peixe e/ou resíduos de peixe, onde se destaca a pele de peixe que pode ser transformado com sucesso em gelatina e que possui um potencial significativo para a produção de gelatina de alta qualidade, uma vez que apresenta temperaturas de fusão e gelificação numa gama muito mais vasta do que as gelatinas de mamíferos, e adicionalmente manifesta uma força e viscosidade de gel suficientemente superior [115], [116].

Desta forma, a gelatina feita a partir de resíduos de peixe revela ter uma qualidade distinta, uma vez analisadas as suas características e parâmetros de qualidade tais como, a viscosidade, força do gel, temperaturas de fusão ou gelificação, teor de água, e segurança microbiológica. Além disso, este tipo de gelatina é economicamente benéfico para os seus fabricantes dado o baixo custo da matéria prima usada para a sua produção [115].

As peles de peixe são um dos principais subprodutos a ser comercialmente explorado na indústria de transformação de peixe que pode ser transformado com sucesso em gelatina através de processos que envolvem demolhar as peles de peixe em uma solução alcalina (água de cal) numa duração de tempo entre 3 a 60 dias, para posteriormente remover o

excesso de solução de hidróxido alcalino das referidas peles de peixe e extrair gelatina das mesmas [59].

5.4.1.8 Fertilizantes

A composição nutricional dos resíduos de peixe permite fornecer nutrientes vegetais com capacidade de enriquecer um composto. De facto, os resíduos de peixe podem ser processados de forma a produzir vários tipos de fertilizantes, sejam estes na forma líquida ou em granulados, produzidos através de processos variados de fermentação e compostagem [58], [59]. Os principais subprodutos de peixe e marisco utilizados são as tripas, cabeças, pele ou qualquer outra parte do peixe que não é consumido. Os resíduos de peixe são ricos em azoto, fósforo, cálcio e vitaminas, características estas que fornecem propriedades indispensáveis para a presença de solos saudáveis e nutricionalmente ricos e disponíveis para as plantas. Estas características promovem o crescimento de raízes e folhas mais fortes, para melhor resistir a pragas e doenças, e produzir mais, e, adicionalmente garantindo uma qualidade superior às colheitas [58].

As principais áreas de aplicação deste tipo de fertilizantes de origem marinha é na produção e cultivo de produtos agrícolas e hortícolas. Além disso, os resíduos de peixe têm uma alta concentração de matéria orgânica biodegradável que poderia ser reciclada como substrato atrativo para resíduos de lamas ativadas, para melhorar a produção de metano durante a codigestão anaeróbica [59].

5.4.2 Potencial para Portugal

Portugal destaca-se entre os países da UE devido à sua localização periférica oferecendo uma imensa costa e zonas propícias às atividades de pesca, o que carrega ainda uma importante fonte de subsistência das populações ribeirinhas [117]. Dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) revelam que no final do ano de 2020 estavam já registadas na frota de pesca nacional 7 718 embarcações, o que reflete um decréscimo do número de embarcações em 0,6% que se traduz em 50 unidades, face a 2019 [INE]. No entanto, sendo um setor muito forte e relevante economicamente para Portugal, tanto a pesca como a aquicultura continuam a gerar receitas elevadas. Segundo o INE, a produção aquícola em Portugal em 2019 foi de 14 337 toneladas e gerou receitas de 118 529 euros, o que refletiu aumentos de quase 2,5% em quantidade e 22,4% em valor em comparação com 2018. Quanto às capturas de peixe, atingiram 163 837 toneladas em 2020 (13,1% menos do que em 2019) invertendo a direção ascendente que ocorreu nos anos anteriores e que se deve à pandemia da COVID-19 [9], [117].

A FAO afirma que globalmente mais de um terço do peixe capturado ou criado é desperdiçado e Portugal não foge a esta tendência [58]. A quantidade e a composição em espécies de resíduos da pesca são diferentes consoante as zonas de pesca, pelo que o montante global das devoluções é altamente variável. No Mar Mediterrâneo, foram descartadas quantidades consideráveis de peixes e marisco representando um total de 137 espécies (79,7% do total) devolvidas, e só em Portugal a taxa global de devoluções foi de 49%. Além disto, na própria indústria da UE, o desperdício de peixe processado foi estimado em quase 75% do total volume de produtos [117].

Em Portugal, são desperdiçadas mais de 33 mil toneladas de peixe por ano, o que representa cerca de um quarto do que é capturado (Agência Lusa). Os dados oficiais da INE referem ainda que no ano de 2020 ocorreu um desperdício alimentar em Portugal de 1,89 milhões de toneladas de alimentos, o que significa que cada português desperdiçou, em média, 183,6 kg de alimentos. Destes valores, uma percentagem significativa é destinada ao desperdício de peixe seja na produção primária, indústria alimentar, comércio e distribuição alimentar, restauração, hotelaria ou mesmo consumo familiar [118].

Considerando que Portugal é o quarto maior país produtor e exportador de conservas de marisco na EU, sendo que 47% destes produtos enlatados são o atum, 19% sardinhas, 19% cavala e 15% outras espécies. Desta forma, é responsável pela produção de uma grande quantidade de resíduos de peixe e marisco, tais como produtos do mar transformados (300 a mais 4 200 toneladas/ano), com uma estimativa de 30 - 70% descartados como resíduos sólidos (cabeças, vísceras, caudas, ossos, etc) [117].

Como é de esperar, o desperdício e a elevada produção de resíduos de peixe resultam em perdas económicas significativas, que com alguma análise podem quem sabe transformar-se em novos potenciais negócios [119].

Em Portugal estão já a ser desenvolvidos projetos no âmbito da valorização de subprodutos marinhos através do desenvolvimento de novas estratégias para dar uma segunda e aplicação a estes excedentes. Estas novas aplicações focam-se sobretudo na produção de novos produtos com base em subprodutos de peixe, tais como ração animal através de farinha de peixe ou mesmo alimentos para consumo humano à base de peixe, óleos de peixe, produtos farmacêuticos ou cosméticos e ainda aplicações de biomedicina. Estes desenvolvimentos incluíram a criação de novas tecnologias de processamento ou bio refinarias.

Inserir novas áreas de produção a partir de subprodutos do peixe é uma nova forma de responder a algumas das questões ambientais levantadas relativamente à produção de resíduos excessivos de peixe.

Globalmente, a valorização dos resíduos biológicos de peixe como matéria-prima para recuperar componentes valiosos é uma área emergente de investigação e interesse comercial para atingir os objetivos do SDG até 2030. Além dos fortes benefícios ecológicos que as aplicações destas novas estratégias acarretam, o poder económico que estas podem trazer

a Portugal é muito elevado, tendo potencial para aumentar a indústrias e criar postos de trabalho [120].

Com a crescente atenção da economia circular, a exploração de material marinho subutilizado ou descartado pode representar uma estratégia sustentável para a realização de uma bio economia circular, com a produção de materiais com elevado valor acrescentado, de forma a demonstrar que os resíduos de peixe podem ter um papel crucial no sector socioeconómico. A fim de promover práticas de pesca comunitárias sustentáveis do ponto de vista ambiental, económico e social, os principais objetivos recentes da Política Comum das Pescas (PCP) da UE são a redução/proibição drástica das devoluções e a melhor utilização possível da biomassa capturada.

É necessária uma melhor gestão dos resíduos de peixe para superar as questões ambientais e para a plena utilização da biomassa para fins de alto valor comercial, ao mesmo tempo. Neste contexto, a crescente atenção recente às utilizações alternativas dos subprodutos de peixe desempenha um papel importante no crescimento económico e no desenvolvimento sustentável de países como Portugal. Vários estudos têm sido relatados para analisar os seus possíveis usos, uma vez que representam uma rica fonte de compostos de valor acrescentado, incluindo enzimas, peptídeos bioativos e bio polímeros, com muitos usos possíveis em vários campos [59].

Além de tornar Portugal um exemplo de sustentabilidade, a aplicação da SI poderia gerar valor para várias indústrias, como se pode ver no exemplo da reutilização do desperdício de peixe para produção de biofertilizantes. O potencial de Portugal na reutilização de peixe para a indústria de fertilizantes de base biológica é sustentado com o facto do país possuir terreno arável suficiente e indústria agrícola que poderia ser otimizada com a aplicação destes novos produtos. A SI poderia adicionalmente trazer novas indústrias e áreas de mercado para Portugal, tal como os setores da cosmética, farmacêutica e biodiesel que trariam consigo grandes vantagens económicas e oportunidades de emprego.

CONCLUSÕES

São vários os problemas que o nosso planeta atravessa, sendo que há cada vez mais pessoas a morrer à fome, sem acesso a alimentos com nutrientes essenciais e sem forma de os poder produzir devido à qualidade fraca e à escassez que os nossos solos enfrentam. Por outro lado, além das carências que algumas partes do mundo têm sofrido ao longo dos anos, existe ainda um outro problema antagónico, o excesso. O excesso de produção, de consumo, e de matérias desperdiçadas que enchem os aterros, ameaçam a sustentabilidade global e contaminam o nosso planeta, afetando várias dimensões do mesmo.

O que esta dissertação pretende provar, é que os excessos de uns podem preencher as carências de outros e que o mundo se pode tornar um pouco mais equilibrado e sustentável se houver alguma educação e esforço de aprendizagem para ver e compreender o valor naquilo que consideramos inútil. Desta forma, respondendo ao desafio imposto pelo ISQ, foi realizada uma proposta de guia de valorização e classificação de resíduos, que pudesse ser aplicado a qualquer tipo de indústrias e conseqüentemente a qualquer tipo de produtos excedentes, sendo o mais genérico e abrangente possível. Com a ambição de disseminar as práticas de Simbiose Industrial, que como visto nos capítulos anteriores se baseiam nos conceitos da EC, este guia pretende desbloquear as barreiras essenciais e, principalmente ajudar os produtores a encontrar soluções viáveis e de valor acrescentado para as suas atividades produtivas. As redes simbióticas que se poderiam criar se mais resíduos fossem trocados entre indústrias poderia abrir grandes portas para um mundo mais verde, com menos emissões de GEE, com menos desperdício e quem sabe com uma distribuição de recursos menos desigual.

Num cenário ideal e totalmente utópico, a solução seria reduzir as quantidades produzidas e produzir de forma mais intencional, apenas matérias e objetos cuja qualidade e duração não implicassem a sua substituição rápida, como acontece no mundo “*fast*” dos dias de hoje. Contudo, essa alteração moveria muitas indústrias e teria um impacto económico colossal, algo que não seria benéfico ou do interesse de muitas corporações ou até mesmo governos internacionais. No entanto, apesar da resistência mostrada em vários setores para resolver ou mitigar estas questões, os problemas ambientais são graves e devem ser tidos em consideração, tal como a fraca gestão de resíduos para prevenir os grandes despejos que

se dão em aterros, que contaminam mares, oceanos e rios. Desta forma, a responsabilidade ecológica do produtor torna-se importante e deve ser cada vez mais dura, no entanto, as medidas e quadros legais ainda não atendem às necessidades que o mundo implora, e consequentemente surge uma necessidade de encontrar ferramentas que auxiliem nos processos de reciclagem e valorização de resíduos.

O guia proposto é uma ferramenta ilustrativa, baseada nas metodologias e quadros de entidades ambientais nacionais e internacionais, que oferece de forma genérica os passos essenciais para uma gestão, valorização e aplicação mais inteligente e otimizada dos resíduos desperdiçados. Para a sua elaboração foi necessária a definição precisa de subproduto, que em muito se distingue de um resíduo. Na verdade, até ser desclassificado, qualquer resíduo será sempre um resíduo até que alguém entenda o seu valor e o desclassifique através de alguns passos de desclassificação que muitas vezes não são diretos e seguem muitas diretivas e requisito que não são conhecidas por muitos produtores.

Para a aplicação do guia foi escolhido o setor do peixe e marisco, demonstrando os problemas e o paradigma de desperdício que as suas indústrias enfrentam. Assim, aplicou-se como exemplo os resíduos de peixe para a fabricação de novos produtos de uma outra indústria proposta no estudo de caso do ISQ, a indústria dos biofertilizantes. Contudo, na fase de aplicação do Guia à indústria do peixe e marisco, de forma a compreender se os seus resíduos seriam adequados a ser reutilizados para a produção de biofertilizantes, a análise não foi tão objetiva ou exata como seria de esperar, uma vez que ainda não existiam dados reais de quantidades ou composições de peixe retiradas para a análise. Assim, toda a avaliação feita foi meramente representativa, utilizando dados “soltos” da literatura e casos reais que foram utilizados para ilustrar esta aplicação, numa tentativa de demonstrar a interpretação da ferramenta desenvolvida. Apesar dos resultados esperados não serem os mais indicados e exatos, a conclusão desta dissertação reforça a ideia de que documentos ou ferramentas de apoio podem ser cruciais para ajudar produtores a valorizar o que desperdiçam, trazendo-lhes remunerações extra que pode abrir portas para novas oportunidades de negócio.

Em Portugal as aplicações da SI são prometedoras, destacando-se o exemplo do setor do peixe e marisco, que representa uma grande força económica e fonte de subsistência para uma grande parte da população do país. Além das condições geográficas e a imensa costa que favorecem as atividades de pesca e aquicultura, Portugal é ainda um forte produtor de peixe e produtos de peixe e desta forma é também responsável pela produção de desperdício associado aos setores da pesca, aquicultura e indústria.

É importante continuar a disseminar estas práticas circulares, visto que o mundo não conseguirá corresponder durante muito mais tempo a estas procuras desmensuradas de bens de consumo, uma vez que a maioria dos países consome mais recursos do que aqueles que o

seu território seria capaz de lhes providenciar, mostrando que a utilização contínua de matérias-primas primárias não é de toda a solução que o mundo e a humanidade precisam.

O enfoque desta dissertação foi direcionado para o setor específico do peixe e marisco, considerando as várias indústrias associadas ao mesmo, seja a da pesca, aquicultura ou indústria de processamento e transformação. Foi feita uma análise das principais razões para a existência do desperdício nestas indústrias e do tipo de produtos que é excedido sem utilização aparente. Notou-se que existe um grande desperdício a nível global de produtos de peixe e adicionalmente um rácio muito elevado de produtos marinhos ricos em propriedades úteis onde o seu valor não está a ser compreendido pelos seus produtores.

Após esta reflexão sobre as causas são exploradas soluções com base SI de forma a encaixar estes desperdícios novamente no mercado. Após serem desclassificados os desperdícios em subprodutos, são traçadas sinergias entre indústrias variadas e as indústrias de peixe e marisco, identificando uma variedade de oportunidades de utilização dos mesmos subprodutos envolvendo-as em abordagens cooperativas de gestão de fluxos de recursos sem nunca comprometer a qualidade dos produtos e garantindo um benefício mútuo entre os participantes durante este intercâmbio de materiais.

Para complementar este estudo seriam necessárias investigações futuras que se focariam numa próxima análise a cada uma das possíveis indústrias integrantes de redes sinérgicas com a Indústria do peixe (sejam estas a indústria farmacêutica, cosmética, dos fertilizantes, etc), de forma a identificar as possíveis trocas mútuas entre setores e não apenas os possíveis fluxos unilaterais do setor do peixe e marisco. Após estabelecidas estas possíveis trocas seria ainda fundamental analisar e compreender a escala geográfica destas indústrias de forma a viabilizar as transações de matérias entre si de acordo com a sua localização. Só depois destes passos seria sugerido proceder a um dimensionamento dos volumes de matéria trocada em cada indústria participante, traçando a possível cadeia de abastecimento e o plano de negócios para compreender a viabilidade financeira do estudo.

Concluindo, só após a definição completa da rede simbiótica multilateral, seria possível criar um modelo concreto de implementação de SI, definir os benefícios múltiplos deste intercâmbio recíproco, criar e manter relações de confiança e transparência entre as entidades e traçar um plano de ação para responder aos seus desafios constantes. No entanto, apesar deste estudo estar ainda incompleto ao nível processual da implementação final da SI, uma vez que não cobre todos os passos essenciais para definir esta cadeia do início ao fim, esta análise pretende promover e sensibilizar para as razões e causas pelas quais se deve implementar este tipo soluções amigas do ambiente. Tem como objetivo alertar para o paradigma de desperdício que ocorre à escala global, nomeadamente ao longo da cadeia produtiva do setor do peixe, pretendendo ainda estimular e ajudar no arranque inicial dos produtores ecologicamente conscientes que procurem novas estratégias para promover o valor do seu negócio. Pretende ainda desbloquear barreiras erguidas devido à falta de informação e aproximar mais produtores deste tipo de iniciativa, exemplificando com o caso do

peixe e marisco, demonstrando o seu forte potencial de reutilização em várias indústrias, dando especial atenção à indústria dos biofertilizantes.

Além das sugestões a este estudo mencionadas anteriormente, é ainda importante referir os trabalhos inovadores que têm sido desenvolvidos e que trazem valor acrescentado através de implementação de tecnologia na SI, como é o caso da utilização da *blockchain*. A ascensão da indústria 4.0 tem modificado a forma como as redes simbióticas têm trabalhado, trazendo um fluxo mais simples e de fácil acesso aos consumidores, assegurando maior transparência e segurança na cadeia. Dada a alta imprevisibilidade e fragilidade dos ecossistemas industriais, cuja sua estabilidade depende de uma intensa força de gestão e manutenção, tornou-se imprescindível criar soluções inteligentes para agilizar estas ações e garantir maior segurança. Desta forma, pode ser utilizada a *blockchain*, que funciona como uma infraestrutura descentralizada que combina registos de dados de transações distribuídos em blocos individuais com criptografia e protocolos de consenso, de forma a criar uma rede onde vários integrantes possam colaborar e gerar valor. Este tipo de tecnologia foi concebido com o objetivo de implementar processos mais transparentes e registos seguros das suas transações, disponíveis nos computadores de cada indivíduo [121].

O sistema pode servir como verdade de base entre todas as entidades que operam a uma escala nacional mais global, eliminando todas as despesas gerais de estabelecimento e manutenção de relações entre todas as partes. Para tal ser possível é necessário criar sistemas que contenham todos os requisitos necessários para a implementação [122]. No contexto da SI, a implementação de *blockchain* seria extremamente benéfica uma vez que permitiria transações mais ágeis, permitindo uma integração mais simples de novos possíveis participantes na rede simbiótica ou até mesmo expandir a rede e a sua dimensão de negócio, introduzindo novos produtos. Além disto promoveria processos mais seguros uma vez que asseguraria a transparência entre as operações e as entidades, melhorando os processos de rastreabilidade e controlo de todas as partes envolvidas, permitindo reduzir o esforço relacionado com auditorias financeiras [121].

Concluindo, a SI é uma solução para o futuro, para colmatar os problemas criados no passado e presente que pode ser implementada através de processos mais tradicionais em redes simbióticas simples, mas também com imenso potencial para redes modernas de grandes extensões, demonstrando que tem ainda um vasto caminho pela frente, tanto para se propagar e afirmar na indústria como para se modernizar.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Roser, H. Ritchie, E. Ortiz-Ospina, e L. Rodés-Guirao, «World Population Growth», *Our World Data*, mai. 2013, Acedido: 30 de setembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <https://ourworldindata.org/world-population-growth>
- [2] «Why alternative and sustainable fish feeds are needed - EIT Food». <https://www.eit-food.eu/blog/why-sustainable-fish-feeds-are-needed> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [3] R. Ravindran e A. K. Jaiswal, «Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products», *Trends Biotechnol.*, vol. 34, n.º 1, pp. 58–69, jan. 2016, doi: 10.1016/j.tibtech.2015.10.008.
- [4] D. Pimentel e M. Pimentel, «Global environmental resources versus world population growth», *Ecol. Econ.*, vol. 59, n.º 2, pp. 195–198, set. 2006, doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.11.034.
- [5] Z. Zhang, M. Z. Malik, A. Khan, N. Ali, S. Malik, e M. Bilal, «Environmental impacts of hazardous waste, and management strategies to reconcile circular economy and eco-sustainability», *Sci. Total Environ.*, vol. 807, p. 150856, fev. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150856.
- [6] F. Kruijssen, I. Tedesco, A. Ward, L. Pincus, D. Love, e A. L. Thorne-Lyman, «Loss and waste in fish value chains: A review of the evidence from low and middle-income countries», *Glob. Food Secur.*, vol. 26, p. 100434, set. 2020, doi: 10.1016/j.gfs.2020.100434.
- [7] S. E. Yeo, F. P. Binkowski, e J. E. Morris, «Aquaculture Effluents and Waste By-Products», p. 61, 2004.
- [8] Ellen MacArthur Foundation, «Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition | Shared by Business», 2013. <https://emf.thirdlight.com/link/x8ay372a3r11-k6775n/@/preview/1?o> (acedido 27 de setembro de 2022).
- [9] K. Chojnacka, K. Moustakas, e A. Witek-Krowiak, «Bio-based fertilizers: A practical approach towards circular economy», *Bioresour. Technol.*, vol. 295, p. 122223, jan. 2020, doi: 10.1016/j.biortech.2019.122223.
- [10] L. Sopjani, J. Arekrans, R. Laurenti, e S. Ritzén, «Unlocking the Linear Lock-In: Mapping Research on Barriers to Transition», *Sustainability*, vol. 12, n.º 3, Art. n.º 3, jan. 2020, doi: 10.3390/su12031034.
- [11] A. Stefanakis e I. Nikolaou, *Circular Economy and Sustainability Volume 1: Management and Policy*. 2021. doi: 10.1016/C2019-0-00505-5.
- [12] N. Klein, T. B. Ramos, e P. Deutz, «Factors and strategies for circularity implementation in the public sector: An organisational change management approach for sustainability», *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.*, vol. 29, n.º 3, pp. 509–523, 2022, doi: 10.1002/csr.2215.
- [13] Ellen MacArthur Foundation, «Towards the Circular Economy Vol. 2: opportunities for the consumer goods sector | Shared by Business», 2013. <https://emf.thirdlight.com/link/coj8yt1jogq8-hkhkq2/@/preview/1?o> (acedido 27 de setembro de 2022).

- [14] «Statistics | Eurostat», 2020. https://ec.europa.eu/eurostat/data-browser/view/ENV_AC_CUR_custom_1598253/default/bar?lang=en (acedido 27 de setembro de 2022).
- [15] I. Bisaga, P. Parikh, J. Tomei, e L. S. To, «Mapping synergies and trade-offs between energy and the sustainable development goals: A case study of off-grid solar energy in Rwanda», *Energy Policy*, vol. 149, p. 112028, fev. 2021, doi: 10.1016/j.enpol.2020.112028.
- [16] N. Klein, P. Deutz, e T. B. Ramos, «A survey of Circular Economy initiatives in Portuguese central public sector organisations: National outlook for implementation», *J. Environ. Manage.*, vol. 314, p. 114982, jul. 2022, doi: 10.1016/j.jenvman.2022.114982.
- [17] P. Ghisellini, C. Cialani, e S. Ulgiati, «A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems», *J. Clean. Prod.*, vol. 114, pp. 11–32, fev. 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.09.007.
- [18] S. A. Neves e A. C. Marques, «Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy», *J. Clean. Prod.*, vol. 341, p. 130865, mar. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.130865.
- [19] C. Lu, S. Wang, K. Wang, Y. Gao, e R. Zhang, «Uncovering the benefits of integrating industrial symbiosis and urban symbiosis targeting a resource-dependent city: A case study of Yongcheng, China», *J. Clean. Prod.*, vol. 255, p. 120210, mai. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120210.
- [20] U. N. Environment, «Global Waste Management Outlook», *UNEP - UN Environment Programme*, 16 de setembro de 2017. <http://www.unep.org/resources/report/global-waste-management-outlook> (acedido 27 de setembro de 2022).
- [21] C. M. Hussain, *Concepts of Advanced Zero Waste Tools: Present and Emerging Waste Management Practices*. Elsevier, 2020.
- [22] B. European Commission, «Roadmap to a Resource Efficient Europe.» 2011. [Em linha]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571&from=EN>
- [23] P. Singh, P. Bassin, e S. Rajkhowa, «Environmental Sustainability and Industries - 1st Edition», 2022. <https://www.elsevier.com/books/environmental-sustainability-and-industries/singh/978-0-323-90034-8> (acedido 28 de setembro de 2022).
- [24] L. Sun *et al.*, «Energy-saving and carbon emission reduction effect of urban-industrial symbiosis implementation with feasibility analysis in the city», *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 151, p. 119853, fev. 2020, doi: 10.1016/j.techfore.2019.119853.
- [25] R. Lybæk, T. B. Christensen, e T. P. Thomsen, «Enhancing policies for deployment of Industrial symbiosis – What are the obstacles, drivers and future way forward?», *J. Clean. Prod.*, vol. 280, p. 124351, jan. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124351.
- [26] T. Raafat, F. Cecelja, A. Yang, e N. Trokanas, «Semantic Support for Industrial Symbiosis Process», em *Computer Aided Chemical Engineering*, vol. 30, I. D. L. Bogle e M. Fairweather, Eds. Elsevier, 2012, pp. 452–456. doi: 10.1016/B978-0-444-59519-5.50091-5.
- [27] «Matchmaking companies to turn waste into profit: Cape Town». <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/matchmaking-companies-to-turn-waste-into-profit-cape-town> (acedido 28 de setembro de 2022).

- [28] V. Albino, L. Fraccascia, e T. Savino, «Industrial Symbiosis for a Sustainable City: Technical, Economical and Organizational Issues», *Procedia Eng.*, vol. 118, pp. 950–957, jan. 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.536.
- [29] T. Chatzidimitriou, T. Gentimis, C. Michalopoulos, A. C. Kokossis, e T. Dalamagas, «Intelligent Management Platform for Material Exchange Optimization and Industrial Symbiosis», em *Computer Aided Chemical Engineering*, vol. 50, M. Türkay e R. Gani, Eds. Elsevier, 2021, pp. 761–766. doi: 10.1016/B978-0-323-88506-5.50119-4.
- [30] F. C. Silva, N. C. Cruz, L. A. C. Tarelho, e S. M. Rodrigues, «Use of biomass ash-based materials as soil fertilisers: Critical review of the existing regulatory framework», *J. Clean. Prod.*, vol. 214, pp. 112–124, mar. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.268.
- [31] R. Van Berkel, T. Fujita, S. Hashimoto, e Y. Geng, «Industrial and urban symbiosis in Japan: Analysis of the Eco-Town program 1997–2006», *J. Environ. Manage.*, vol. 90, n.º 3, pp. 1544–1556, mar. 2009, doi: 10.1016/j.jenvman.2008.11.010.
- [32] S. Bin *et al.*, «A Big Data Analytics Approach to Develop Industrial Symbioses in Large Cities», *Procedia CIRP*, vol. 29, pp. 450–455, jan. 2015, doi: 10.1016/j.procir.2015.01.066.
- [33] J. Patricio, Y. Kalmykova, L. Rosado, J. Cohen, A. Westin, e J. Gil, «Method for identifying industrial symbiosis opportunities», *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 185, p. 106437, out. 2022, doi: 10.1016/j.resconrec.2022.106437.
- [34] Comissão Europeia, Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões- *Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a economia circular*. 2015. Acedido: 28 de setembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
- [35] H.-W. Kim, L. Dong, A. E. S. Choi, M. Fujii, T. Fujita, e H.-S. Park, «Co-benefit potential of industrial and urban symbiosis using waste heat from industrial park in Ulsan, Korea», *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 135, pp. 225–234, ago. 2018, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.027.
- [36] M. Kurdve, C. Jönsson, e A.-S. Granzell, «Development of the urban and industrial symbiosis in western Mälardalen», *Procedia CIRP*, vol. 73, pp. 96–101, jan. 2018, doi: 10.1016/j.procir.2018.03.321.
- [37] A. Cecchin, R. Salomone, P. Deutz, A. Raggi, e L. Cutaia, «Relating Industrial Symbiosis and Circular Economy to the Sustainable Development Debate», 2020, pp. 1–25. doi: 10.1007/978-3-030-36660-5_1.
- [38] C. Arnaiz, *Barriers to promoting Industrial Symbiosis and Circular Economy Projects*. 2018.
- [39] M. Radziemska, M. D. Vaverková, D. Adamcová, M. Brtnický, e Z. Mazur, «Valorization of Fish Waste Compost as a Fertilizer for Agricultural Use», *Waste Biomass Valorization*, vol. 10, n.º 9, pp. 2537–2545, set. 2019, doi: 10.1007/s12649-018-0288-8.
- [40] V. Romano, V. Albino, e D. M. Yazan, «How far is an Input-Output Production System from Perfect Industrial Symbiosis?», jun. 2012.
- [41] T. Fidélis *et al.*, «Policy narratives of circular economy in the EU – Assessing the embeddedness of water and land in national action plans», *J. Clean. Prod.*, vol. 288, p. 125685, mar. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125685.
- [42] Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions *A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*. 2020. Acedido: 29 de

- setembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN>
- [43] «A European Green Deal», *European Commission - European Commission*, 2020. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (acedido 29 de setembro de 2022).
- [44] «THE 17 GOALS | Sustainable Development», 2015. <https://sdgs.un.org/goals> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [45] P. Schroeder, K. Anggraeni, e U. Weber, «The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals», *J. Ind. Ecol.*, vol. 23, n.º 1, pp. 77–95, 2019, doi: 10.1111/jiec.12732.
- [46] L. Gasco *et al.*, «Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition», *Ital. J. Anim. Sci.*, vol. 19, n.º 1, pp. 360–372, dez. 2020, doi: 10.1080/1828051X.2020.1743209.
- [47] H. S. Embke *et al.*, «Global dataset of species-specific inland recreational fisheries harvest for consumption», *Sci. Data*, vol. 9, n.º 1, Art. n.º 1, ago. 2022, doi: 10.1038/s41597-022-01604-y.
- [48] N. Soininen, A. Belinskij, J. Similä, e R. Kortet, «Too important to fail? Evaluating legal adaptive capacity for increasing coastal and marine aquaculture production in EU-Finland», *Mar. Policy*, vol. 110, p. 103498, dez. 2019, doi: 10.1016/j.marpol.2019.04.002.
- [49] Comissão Europeia, «Consumption», 2017. https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/facts-and-figures/facts-and-figures-common-fisheries-policy/consumption_en (acedido 29 de setembro de 2022).
- [50] K. Jayathilakan, K. Sultana, K. Radhakrishna, e A. S. Bawa, «Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review», *J. Food Sci. Technol.*, vol. 49, n.º 3, pp. 278–293, jun. 2012, doi: 10.1007/s13197-011-0290-7.
- [51] H. Ritchie e M. Roser, «Biodiversity», *Our World Data*, abr. 2021, Acedido: 29 de setembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <https://ourworldindata.org/fish-and-overfishing>
- [52] K. Hyder *et al.*, «Recreational sea fishing in Europe in a global context—Participation rates, fishing effort, expenditure, and implications for monitoring and assessment», *Fish Fish.*, vol. 19, n.º 2, pp. 225–243, 2018, doi: 10.1111/faf.12251.
- [53] Changing Markets foundation, «Wasteful and unsustainable: the use of wild fish to feed farmed fish», 2019. <https://www.ciwf.org.uk/media/press-releases-statements/2019/04/wasteful-and-unsustainable-the-use-of-wild-fish-to-feed-farmed-fish-is-causing-huge-environmental-and-social-damage> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [54] «Aquaculture production in the European Union | Fact Sheets on the European Union | European Parliament». <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/120/aquaculture-production-in-the-european-union> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [55] «Database - Fisheries - Eurostat». <https://ec.europa.eu/eurostat/web/fisheries/data/database> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [56] European Commission. Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries., *The EU fish market: 2019 edition*. LU: Publications Office, 2019. Acedido: 29 de setembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2771/168390>

- [57] JRC, «Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF): The 2020 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet (STECF 20-06)», *JRC Publications Repository*, 11 de dezembro de 2020. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC123089> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [58] «Food Loss and Waste in Fish Value Chains | Food Loss and Waste in Fish Value Chains | Food and Agriculture Organization of the United Nations». <https://www.fao.org/flw-in-fish-value-chains/overview/food-loss-and-waste-in-fish-value-chains/en/> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [59] D. Coppola, C. Lauritano, F. Palma Esposito, G. Riccio, C. Rizzo, e D. de Pascale, «Fish Waste: From Problem to Valuable Resource», *Mar. Drugs*, vol. 19, n.º 2, Art. n.º 2, fev. 2021, doi: 10.3390/md19020116.
- [60] «National Guidance for Plastic Pollution Hotspotting and Shaping Action – A common methodological framework to enable countries to prioritize interventions to abate plastic pollution». <https://plastichotspotting.lifecycleinitiative.org/> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [61] K. J. Wyles, S. Pahl, L. Carroll, e R. C. Thompson, «An evaluation of the Fishing For Litter (FFL) scheme in the UK in terms of attitudes, behavior, barriers and opportunities», *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 144, pp. 48–60, jul. 2019, doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.04.035.
- [62] R. H. Piedrahita, «Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation», *Aquaculture*, vol. 226, n.º 1, pp. 35–44, out. 2003, doi: 10.1016/S0044-8486(03)00465-4.
- [63] *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. FAO, 2020. doi: 10.4060/ca9229en.
- [64] M. Afreen e I. Ucak, «Fish processing wastes used as feed ingredient for animal feed and aquaculture feed», *J. Surv. Fish. Sci.*, vol. 6, n.º 2, pp. 55–64, fev. 2020, doi: 10.18331/SFS2020.6.2.7.
- [65] W. Hu *et al.*, «Effects of aquaculture on the shallow lake aquatic ecological environment of Lake Datong, China», *Environ. Sci. Eur.*, vol. 34, n.º 1, p. 19, dez. 2022, doi: 10.1186/s12302-022-00595-2.
- [66] N. O. and A. A. US Department of Commerce, «What is eutrophication?» <https://oceanservice.noaa.gov/facts/eutrophication.html> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [67] «Aerobic Bacteria», *ucsfhealth.org*, 2019. <https://www.ucsfhealth.org/MedicalTests/003437> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [68] A. Novoslavskij, M. Terentjeva, I. Eizenberga, O. Valciņa, V. Bartkevičs, e A. Bērziņš, «Major foodborne pathogens in fish and fish products: a review», *Ann. Microbiol.*, vol. 66, n.º 1, Art. n.º 1, mar. 2016, doi: 10.1007/s13213-015-1102-5.
- [69] S. Belkin e R. R. Colwell, *Oceans and health: pathogens in the marine environment*. New York: Springer, 2006.
- [70] R. W. D. Davies, S. J. Cripps, A. Nickson, e G. Porter, «Defining and estimating global marine fisheries bycatch», *Mar. Policy*, vol. 33, n.º 4, pp. 661–672, jul. 2009, doi: 10.1016/j.marpol.2009.01.003.
- [71] M. R. Boopendranath, «Waste minimisation in fishing operations», *boopendranath@hotmail.com*, jul. 2012, Acedido: 29 de setembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <https://aquadocs.org/handle/1834/26237>

- [72] D. Zeller, T. Cashion, M. Palomares, e D. Pauly, «Global marine fisheries discards: A synthesis of reconstructed data», *Fish Fish.*, vol. 19, n.º 1, pp. 30–39, 2018, doi: 10.1111/faf.12233.
- [73] N. Fisheries, «Bycatch: Bycatch | NOAA Fisheries», NOAA, 22 de julho de 2022. <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/bycatch> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [74] «Bycatch - a sad topic», *Fish Forward* (WWF). <https://www.fishforward.eu/en/project/bycatch/> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [75] «Discarding in fisheries». https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/fisheries/rules/discarding-fisheries_en (acedido 29 de setembro de 2022).
- [76] «Catch and landings | Coordinating Working Party on Fishery Statistics (CWP) | Food and Agriculture Organization of the United Nations». <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/archivedhandbook/capture-fisheries-statistics/catch-and-landings/en/> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [77] J. B. Pardo, H. Queiroga, G. J. Pierce, e C. Grilo, «Iniciativa Gulbenkian oceanos», p. 16, 2017.
- [78] J. Douglas, P. Brown, T. Hunt, M. Rogers, e M. Allen, «Evaluating relative impacts of recreational fishing harvest and discard mortality on Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*)», *Fish. Res.*, vol. 106, n.º 1, pp. 18–21, out. 2010, doi: 10.1016/j.fishres.2010.06.006.
- [79] A. Bezama, H. Valeria, M. Correa, e N. Szarka, «Evaluation of the environmental impacts of a Cleaner Production Agreement by frozen fish facilities in the Biobío Region, Chile», *J. Clean. Prod.*, vol. 26, pp. 95–100, mai. 2012, doi: 10.1016/j.jclepro.2011.12.029.
- [80] J. A. Vázquez *et al.*, «Biorefinery for tuna head wastes: Production of protein hydrolysates, high-quality oils, minerals and bacterial peptones», *J. Clean. Prod.*, vol. 357, p. 131909, jul. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131909.
- [81] «Peninsula Sanitary Service/Stanford Recycling | Land, Buildings & Real Estate». <https://lbre.stanford.edu/pssistanford-recycling> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [82] Comissão Europeia, «Waste statistics - Statistics Explained», 2020. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics (acedido 29 de setembro de 2022).
- [83] W. R. Stahel, «The Product-Life Factor», p. 28.
- [84] D. Pimentel e A. Wilson, «World population, agriculture and malnutrition», *World Watch*, vol. 17, pp. 22–25, set. 2004.
- [85] N. M. P. Bocken, I. de Pauw, C. Bakker, e B. van der Grinten, «Product design and business model strategies for a circular economy», *J. Ind. Prod. Eng.*, vol. 33, n.º 5, pp. 308–320, jul. 2016, doi: 10.1080/21681015.2016.1172124.
- [86] J. Patricio, Y. Kalmykova, e L. Rosado, «A method and databases for estimating detailed industrial waste generation at different scales – With application to biogas industry development», *J. Clean. Prod.*, vol. 246, p. 118959, fev. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118959.
- [87] D. Sonja, Č.-B. Jasna, e Č. Gordana, «By-products of fruits processing as a source of phytochemicals», *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.*, vol. 15, out. 2009, doi: 10.2298/CICEQ0904191D.

- [88] G. Garcia-Garcia, J. Stone, e S. Rahimifard, «Opportunities for waste valorisation in the food industry – A case study with four UK food manufacturers», *J. Clean. Prod.*, vol. 211, pp. 1339–1356, fev. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.269.
- [89] P. Bhawan e E. Nagar, «Guidelines for Identification of Materials Generated from Industrial Processes as Wastes or By-products», p. 22, 2019.
- [90] «Waste Framework Directive». https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en (acedido 29 de setembro de 2022).
- [91] M. F. Aguiar e D. Jugend, «Circular product design maturity matrix: A guideline to evaluate new product development in light of the circular economy transition», *J. Clean. Prod.*, vol. 365, p. 132732, set. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.132732.
- [92] Agência Portuguesa do Ambiente, «GuiaClassificaçãoSubprodutoRegistoDados». 2021.
- [93] «About the project – Bio4Products». <https://bio4products.eu/about/> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [94] C. Macedo, «Desclassificação de resíduos: Potencial (des)aproveitado?», *Ambiente Magazine*, 5 de maio de 2022. <https://www.ambientemagazine.com/desclassificacao-de-residuos-potencial-desaproveitado/> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [95] S. Evans, L. Fernando, e M. Yang, «Sustainable Value Creation – From Concept Towards Implementation», 2017, pp. 203–220. doi: 10.1007/978-3-319-48514-0_13.
- [96] Trinomics, «Emerging Challenges of Waste Management in Europe». 2020.
- [97] «Central europe», *Waste management for a better world*. <https://www.geocycle.com/central-europe> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [98] C. Wadström, M. Johansson, e M. Wallén, «A framework for studying outcomes in industrial symbiosis», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 151, p. 111526, nov. 2021, doi: 10.1016/j.rser.2021.111526.
- [99] Parlamento Europeu, *Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008 , relativa aos resíduos e que revoga certas directivas (Texto relevante para efeitos do EEE)*, vol. 312. 2008. Acedido: 29 de setembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj/por>
- [100] «Quadro de entradas harmonizadas disponível no Anexo VI do Regulamento CRE - ECHA». <https://echa.europa.eu/pt/information-on-chemicals/annex-vi-to-clp> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [101] Comissão Europeia, «Integrated EU prohibitions & restrictions list - Publications Office of the EU», 2022. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d2f48d8b-b0a4-11ec-83e1-01aa75ed71a1/language-en> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [102] Comissão Europeia, «Prohibitions and Restrictions», 2022. https://taxation-customs.ec.europa.eu/customs-4/prohibitions-and-restrictions_en (acedido 29 de setembro de 2022).
- [103] Comissão Europeia, «Access2Markets Welcome to Access2Markets to Market Access Database users», 2022. <https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/en/content/welcome-access2markets-market-access-database-users> (acedido 29 de setembro de 2022).
- [104] «Food Assistance | World Food Programme». <https://www.wfp.org/support-us/stories/food-assistance> (acedido 30 de setembro de 2022).
- [105] Md. H. Rahman, K. M. S. Haque, e Md. Z. H. Khan, «A review on application of controlled released fertilizers influencing the sustainable agricultural production: A

- Cleaner production process», *Environ. Technol. Innov.*, vol. 23, p. 101697, ago. 2021, doi: 10.1016/j.eti.2021.101697.
- [106] R. Machado e R. Serralheiro, «Chapter 33 - Salt stress alleviation through fertilization in fruit crops», em *Fruit Crops*, A. K. Srivastava e C. Hu, Eds. Elsevier, 2020, pp. 465–480. doi: 10.1016/B978-0-12-818732-6.00033-2.
- [107] J. Chen *et al.*, «Environmentally friendly fertilizers: A review of materials used and their effects on the environment», *Sci. Total Environ.*, vol. 613–614, pp. 829–839, fev. 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.186.
- [108] D. Singh, S. Thapa, N. Geat, M. L. Mehriya, e M. V. S. Rajawat, «Chapter 12 - Biofertilizers: Mechanisms and application», em *Biofertilizers*, A. Rakshit, V. S. Meena, M. Parihar, H. B. Singh, e A. K. Singh, Eds. Woodhead Publishing, 2021, pp. 151–166. doi: 10.1016/B978-0-12-821667-5.00024-5.
- [109] «The EU’s fishing industry produces 2.5 million tonnes of waste per year that could be converted into biofertilizers | UVic». <https://www.uvic.cat/en/news/the-eus-fishing-industry-produces-25-million-tonnes-of-waste-per-year-that-could-be-converted> (acedido 30 de setembro de 2022).
- [110] R. Yahyaee, B. Ghobadian, e G. Najafi, «Waste fish oil biodiesel as a source of renewable fuel in Iran», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 17, pp. 312–319, jan. 2013, doi: 10.1016/j.rser.2012.09.025.
- [111] A. Moyo Conrad, L. Dufossé, D. Giuffrida, L. Joaquim van Zyl, e M. Trindade, «Structure and biosynthesis of carotenoids produced by a novel *Planococcus* sp. isolated from South Africa | Microbial Cell Factories | Full Text», 19 de outubro de 2022. <https://microbialcellfactories.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12934-022-01752-1> (acedido 22 de dezembro de 2022).
- [112] H. Jafari *et al.*, «Fish Collagen: Extraction, Characterization, and Applications for Biomaterials Engineering», *Polymers*, vol. 12, n.º 10, p. 2230, set. 2020, doi: 10.3390/polym12102230.
- [113] A. L. Alves, A. L.P. Marques, E. Martins, T. H. Silva, e R. L. Reis, «Cosmetics | Free Full-Text | Cosmetic Potential of Marine Fish Skin Collagen», 12 de outubro de 2017. <https://www.mdpi.com/2079-9284/4/4/39> (acedido 22 de dezembro de 2022).
- [114] T.-H. Huang, P.-W. Wang, S.-C. Yang, W.-L. Chou, e J.-Y. Fang, «Cosmetic and Therapeutic Applications of Fish Oil’s Fatty Acids on the Skin», *Mar. Drugs*, vol. 16, n.º 8, Art. n.º 8, ago. 2018, doi: 10.3390/md16080256.
- [115] G. Boran e J. M. Regenstein, «Fish gelatin», *Adv. Food Nutr. Res.*, vol. 60, pp. 119–143, 2010, doi: 10.1016/S1043-4526(10)60005-8.
- [116] G. Boran e J. M. Regenstein, «Optimization of gelatin extraction from silver carp skin», *J. Food Sci.*, vol. 74, n.º 8, pp. E432–441, out. 2009, doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01328.x.
- [117] S. Lima, «Status of marine co-products in Portugal: overview, opportunities, and challenges», *B2E - Blue BioEconomy CoLab*. <https://b2e.pt/status-of-marine-co-products-in-portugal-overview-opportunities-and-challenges/> (acedido 22 de dezembro de 2022).
- [118] INE, «Portal do INE», 2021. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOES-pub_boui=280980980&PUBLICACOESmodo=2 (acedido 22 de dezembro de 2022).

- [119] C. G, «Fishery Wastes and By-products: A Resource to Be Valorised», *J. Fish.*, vol. 10, n.º 1, pp. 0–0.
- [120] R. Thirukumaran, V. K. Anu Priya, S. Krishnamoorthy, P. Ramakrishnan, J. A. Moses, e C. Anandharamakrishnan, «Resource recovery from fish waste: Prospects and the usage of intensified extraction technologies», *Chemosphere*, vol. 299, p. 134361, jul. 2022, doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.134361.
- [121] R. Godina, A. Bruel, A. Neves, e J. C. O. Matias, «The Potential of Blockchain Applications in Urban Industrial Symbiosis», *IFAC-Pap.*, vol. 55, n.º 10, pp. 3310–3315, jan. 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.10.122.
- [122] R. M. S. Gonçalves, «Using smart contracts to enhance an industrial symbiosis process», masterThesis, 2022. Acedido: 22 de dezembro de 2022. [Em linha]. Disponível em: <http://repositorio.ipv.pt/handle/20.500.11960/2689>

ANEXOS

A.1 -Tabela de Legislação aplicável

Áreas de aplicação	Nº	UE/ PT	Número de referência da diretiva	Título	Link	Estado
A. Definição/ Classificação de Resíduos	1	UE	2008/98	Diretiva 2008/98/CE do parlamento europeu e do conselho DE 19 de Novembro de 2008 relativa aos resíduos	aqui	Em vigor
	2	PT	Portaria nº 245/2015	Portaria nº 245/2015, que estabelece a lista de resíduos com potencial de reciclagem e ou valorização	aqui	Em vigor
	3		2010/75	Directiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de Novembro de 2010, relativa às emissões industriais	aqui	Em vigor
	4	PT	Decreto-Lei n.º 127/2013	O Decreto-Lei n.o 127/2013, de 30 de Agosto, estabelece o regime das emissões industriais (REI) aplicável à prevenção e controlo integrados da poluição.	aqui	Em vigor

Áreas de aplicação	Nº	UE/PT	Número de referência da diretiva	Título	Link	Estado	
A. Definição/ Classificação de Resíduos	5	UE	2000/532	Decisão da Comissão de 3 de Maio de 2000 que substitui a Decisão 94/3/CE, que estabelece uma lista de resíduos em conformidade com a alínea a) do artigo 1.º da Directiva 75/442/CEE do Conselho relativa aos resíduos, e a Decisão 94/904/CE do Conselho, que estabelece uma lista de resíduos perigosos	aqui	Data de entrada em vigor desconhecida	
B. Quantificação de resíduos 8	6	UE	2150/2002	Regulamento (CE) n.º 2150/2002 do parlamento europeu e do conselho de 25 de Novembro de 2002 relativo às estatísticas de resíduos	aqui	Em vigor	
C. Gestão de resíduos alimentares	C1. Expedição	7	PT	335/97	Portaria nº 335/97 de 16 de Maio	aqui	Em vigor
		8	UE	1013/2006	Regulamento (CE) n.º 1013/2006 do parlamento europeu e do conselho, de 14 de Junho de 2006, relativo a transferências de resíduos	aqui	Em vigor
		10	PT	45/2008	Decreto-Lei n.º 45/2008, de 11 de março: Assegura a execução e garante o cumprimento, na ordem jurídica interna, das obrigações decorrentes para o Estado Português do Regulamento (CE) n.º 1013/2006.	aqui	Em vigor
		11	UE	2019/883	Diretiva (UE) 2019/883 do parlamento europeu e do conselho de 17 de abril de 2019 relativa aos meios portuários de receção de resíduos provenientes dos navios, que altera a Diretiva 2010/65/UE	aqui	Em vigor

Áreas de aplicação		Nº	UE/PT	Número de referência da diretiva	Título	<u>Link</u>	Estado
C. Gestão de resíduos alimentares	C2. Prevenção	12	UE	2010/75	Directiva 2010/75/ue do parlamento europeu e do conselho de 24 de Novembro de 2010 relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição)	aqui	Em vigor
	C3. Tratamento de águas residuais	13	UE	2020/741	Regulamento (UE) 2020/741 do parlamento europeu e do conselho de 25 de maio de 2020 relativo aos requisitos mínimos para a reutilização da água	aqui	Em vigor
		14	UE	91/27	Diretiva do Conselho de 21 de Maio de 1991 relativa ao tratamento de águas residuais urbanas	aqui	Em vigor
D. Eliminação de resíduos alimentares		15		767/2009	Regulamento (CE) n.O 767/2009 do parlamento europeu e do conselho de 13 de Julho de 2009 relativo à colocação no mercado e à utilização de alimentos para animais	aqui	Em vigor
		16	UE	1069/2009	Regulamento (CE) n. o 1069/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Outubro de 2009, que define regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano	aqui	Em vigor

Áreas de aplicação	Nº	UE/PT	Número de referência da diretiva	Título	<u>Link</u>	Estado
D. Eliminação de resíduos alimentares	17	UE	999/2001	Regulamento (CE) n.o 999/2001 do parlamento europeu e do conselho de 22 de Maio de 2001que estabelece regras para a prevenção, o controlo e a erradicação de determinadas encefalopatias espongiformes transmissíveis	aqui	Em vigor
	18	UE	178/2002	Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de Janeiro de 2002, que determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos em matéria de segurança dos géneros alimentícios	aqui	Em vigor
E. Resíduos de peixe e marisco	19	UE	2004/41	Diretiva 2004/41/CE do parlamento europeu e do conselho de 21 de abril de 2004 que revoga certas diretivas relativas à higiene dos géneros alimentícios e às regras sanitárias aplicáveis à produção e à comercialização de determinados produtos de origem animal destinados ao consumo humano	aqui	Em vigor
	20	UE	508/2014	Regulamento (UE) n. 508/2014 do parlamento europeu e do conselho de 15 de maio de 2014 relativo ao Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e das Pescas	aqui	Em vigor

Áreas de aplicação	Nº	UE/PT	Número de referência da diretiva	Título	<u>Link</u>	Estado
E. Resíduos de peixe e marisco	21	UE	1379/2013	REGULAMENTO (UE) N. 1379/2013 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 11 de dezembro de 2013 que estabelece a organização comum dos mercados dos produtos da pesca e da aquicultura, altera os Regulamentos (CE) n. 1184/2006 e (CE) n. 1224/2009 do Conselho	aqui	Em vigor
	22	UE	1380/2013	REGULAMENTO (UE) N. 1380/2013 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 11 de dezembro de 2013 relativo à política comum das pescas, que altera os Regulamentos (CE) n. 1954/2003 e (CE) n. 1224/2009 do Conselho e revoga os Regulamentos (CE) n. 2371/2002 e (CE) n. 639/2004 do Conselho e a Decisão 2004/585/CE do Conselho	aqui	Em vigor
F. Fertilizantes	23	UE	2019/1009	Regulamento (UE) 2019/1009 do parlamento europeu e do conselho de 5 de junho de 2019 que estabelece regras relativas à disponibilização no mercado de produtos fertilizantes	aqui	Em vigor
	24	UE	2003/2003	REGULAMENTO (CE) N.º 2003/2003 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 13 de Outubro de 2003 relativo aos adubos	aqui	Em vigor

A.2 Lista dos laboratórios Colaborativos acreditados pela FCT, I.P e Centros Tecnológicos

Laboratórios acreditados

Acrónimo	Denominação	Morada
MORE	Montanhas de Investigação	Edifício do Brigantia EcoPark, Avenida Cidade de Leon, n° 506, 5300- 358, Bragança
CoLAB Vinha e Vinhos	Vinha e Vinhos Portugueses, competitividade e sustentabilidade	Edifício Centro Excelência da Vinha e do Vinho, Parque Ciência e Tecnologia de Vila Real, 500-033 ANDRÃES,
DTx	CoLab Transformação Digital - Experienciar o Futuro	Edifício 1 do campus de Azurém da Universidade do Minho, 4800-058, Guimarães
ForestWISE	Laboratório Colaborativo para Gestão Integrada da Floresta e do Fogo	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta dos Prados, 5001- 801 Vila Real
CoLAB Atlântico	Laboratório Colaborativo para o Atlântico	Molhe Leste, Peniche, 2520-620 Peniche
CoLABOR	Laboratório Colaborativo para o Trabalho, Emprego e Proteção Social	Rua Viriato, n° 13 E, Lojas 117/118, Avenidas Novas, 1050-227 Lisboa
AlmaScience/Colab	Celulose para aplicações inteligentes e sustentáveis	Campus de Caparica 2829-516, Almada
ProBiorefinery	Investigação e Inovação em Bi-orrefinarias	Rua da Amieira, 4465- 021, Porto
CemLab	Sustainable Construction Materials	Rua Central Parck, Edifício 3, n° 6, 4° andar C, Linda-a-Velha, 2795-242 Linda-a-Velha
Value4Health.CoLAB	Portuguese Value-Based Healthcare CoLAB	Universidade Nova de Lisboa, Campus de Campolide, Lisboa
eCOLab	Laboratório Colaborativo para a Economia Circular	Rua Nossa Senhora da Conceição, n° 2, Lagares, Oliveira do Hospital
SFCoLAB	SMART FARM CoLAB	Rua Cândido dos Reis, número 1, Espaço SFCLAB, Torres Vedras.
NET4CO2	Rede para uma Economia Sustentável de CO2	Rua Júlio de Matos, 828- 882, 4200-355 Porto

Acrónimo	Denominação	Morada
ProChild	ProChild CoLab Contra a Pobreza e a Exclusão Social	Campus de Azurém, 4804 - 053, Guimarães
InnovPlantProtect	Soluções inovadoras de base biológica para proteção de culturas	Estrada de Gil Vaz, Elvas, 7350-478 Elvas
S2uL	Laboratório Colaborativo para a Sustentabilidade Urbana	Avenida Dom Afonso Henriques, n.º 1825, 4450-017 Matosinhos
CoLab4Food	Laboratório Colaborativo para Inovação na Indústria Alimentar	Polo de Vairão, do Instituto de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV), Rua dos Lagidos, Lugar da Madalena, 4485-655 Vila do Conde
B2E	Laboratório Colaborativo para a Bioeconomia Azul	UPTEC MAR, Avenida da Liberdade, s/n, Matosinhos
VectorB2B	VectorB2B	Avenida Professor Egas Moniz, Edifício Egas Moniz, Piso 2, sala A8, 1649-028 Lisboa,
VORTEX	CoLAB em Sistemas Cyber-físicos e Cyber Segurança	Rua Serpa Pinto, nº 28, 44 G e 44 F, 4400-307 Vila Nova de Gaia
CSESI Hub	CoLAB Smart Energy Services Innovation Hub	Av. 24 de Julho, número 12, 1249-300 Lisboa
VG CoLAB - Armazenamento de Energia	Vasco da Gama CoLAB - Armazenamento de Energia	Rua Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto
CoLAB InovFeed	CoLAB InovFeed - Estratégias de Alimentação Inovadoras para uma Produção Animal Sustentável	Estação Zootécnica Nacional (Pólo de Santarém do INIAV), Quinta da Fonte, 2005- 048 Vale de Santarém
BUILT CoLAB	Laboratório Colaborativo para o Ambiente Construído do Futuro	Rua de Álvares Cabral, nº 306, 4050-040 Porto
FOODLAB	Idanha Foodlab	Centro Empresarial de Idanha-a-Nova, Zona Industrial, 6060-182 Idanha-a-Nova
KIPT	Conhecimento para inovar as profissões em turismo	
CoLAB TRIALS	CoLAB para a Transferência da Investigação para uma Sociedade com Liderança Avançada	
Healthy Ageing@LAB	Laboratório colaborativo para produtos e serviços inovadores na área do envelhecimento	

Acrónimo	Denominação	Morada
AquaValor	Centro de Valorização e Transferência de Tecnologia da Água	
Data CoLAB	Laboratório Colaborativo para Serviços de Inovação orientados para os Dados	
S2AQUAcoLAB	Laboratório Colaborativo de Aquacultura Sustentável e Inteligente	EPP - IPMA, Av. Parque Natural da Ria Formosa, 8700-194 Olhão
BioScale	Laboratório CoLABorativo para promoção da translação e descoberta de medicamentos	
4LifeLab	4LifeLab - Laboratório Colaborativo em conhecimento e tecnologia para uma saúde melhor	
HyLAB	Laboratório Colaborativo para o Hidrogénio Verde	

Centros Tecnológicos

Acrónimo	Denominação	Morada
CATIM	Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica	Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa
CITEVE	Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal	R. Fernando Mesquita 2785, Vila Nova de Famalicão
CTCP	Centro Tecnológico do Calçado de Portugal	Rua de Fundões Devesa Velha 3700-121 São João da Madeira
CTCOR	Centro Tecnológico da Cortiça	Rua Amélia Camossa, Apartado 96 4536-904 Sta. Maria de Lamas
CENTIMFE	Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, Ferragens Especiais e Plásticos	Zona Industrial Casal da Lebre, Rua da Espanha - Lote 8 2430- 028 Marinha Grande
CEVALOR	Centro Tecnológico para o Aproveitamento e Valorização de Rochas Ornamentais e Industriais	Borba 7150-234 Borba
CTCV	Centro Tecnológico da Cerâmica e Vidro	Rua Coronel Júlio Veiga Simão s/n Eiras, 3025- 307 Coimbra
Acrónimo	Denominação	Morada

CTIC	Centro Tecnológico das Indústrias do Couro	Rua da Estiveira - São Pedro 2380-184 ALCANENA
CTIMM	Centro Tecnológico da Indústria da Madeira e do Mobiliário	Centro Tecnológico da Indústria da Madeira e do Mobiliário

Trata-se de uma lista que será objeto de atualização sempre que necessário.

A.3 Tabela de Decisões de Classificação de subprodutos

Setor/ Indústria	Substância ou Objeto	Utilização futura	Operador/ Associação que obteve a classificação de subproduto
Alimentar	Resíduos de processamento de tomate	Alimentação animal	Aplicável a todos os operadores deste setor / indústria
	Bagaço de azeitona	Alimentação animal e unidades de extração para obtenção de óleos de bagaço de azeitona	Aplicável a todos os operadores deste setor/indústria, tal como consta da resposta à Questão nº 60 das Perguntas Frequentes / Tema: SIRAPA, do Portal da APA, I.P.
	Bolachas, doces e guloseimas	Alimentação animal	CHIPIMA, S.A. UNITED BISCUIT PORTUGAL, S.A.
	Produto hortofrutícola ultracongelado fora de prazo	Alimentação animal	Internacional Food Quality
	Cabeças, vísceras e rabos de peixe	Alimentação animal	Alconser - Conservas de peixe
	Dreches, leveduras e malte de cerveja	Alimentação animal	UNICER - União Cervejeira, S.A.
	Produtos lácteos	indústria alimentar animal	RVOLTA - Valorização de Resíduos, S.A.
Automóvel	Aparas de couro	Produção de peças de couro	KARMANN -Ghia de Portugal COINDU - Componentes Industrial Automóvel, S.A.

Setor/ Indústria	Substância ou Objeto	Utilização futura	Operador/ Associação que obteve a classificação de subproduto
Cortiça	Aparas, bocados e refugos de cortiça	Matéria-prima (isenta de contaminantes) para aglomerados	CTCOR - Centro Tecnológico da Cortiça
	Pó de cortiça	Utilização direta como matéria-prima (isenta de contaminantes) no fabrico de outros produtos (ex. aglomerado)	AIEC- Associação dos Industriais e Exportadores de Cortiça APCOR - Associação Portuguesa de Cortiça Amorim & Irmãos, S.A.
Energia	Cinzas volantes de centrais térmicas a carvão	Indústrias cimenteiras e betoneiras	CPPE - Companhia Portuguesa de Produção de Eletricidade Tejo Energia
	Gesso de dessulfurização de gases de combustão	Produção de Materiais de Construção	EDP - Energias de Portugal Tejo Energia
Madeira	Materiais costaneiros, serrim, serradura, aparas, fitas e restos de madeira	Destinados a utilização como “camas” de animais, ou em jardins, ou como matéria-prima no setor da indústria da fileira da madeira, nomeadamente na indústria transformadora da madeira, na fabricação de folheados, contraplacados, painéis lamelados, de partículas, de fibras e outros painéis.	Aplicável a todos os operadores deste setor/indústria, tal como consta da resposta à Questão n.º 62 das Perguntas Frequentes / Tema: SIRAPA, do Portal da APA, I.P.
Espumas	Aparas de espuma de poliuretano	Produção de aglomerado de espuma	FLEX 2000 - Produtos Flexíveis, S.A.

Setor/ Indústria	Substância ou Objeto	Utilização futura	Operador/ Associação que obteve a classificação de subproduto
Tabaqueira	Aparas de espuma de poliuretano	Enchimento de almofadas Enchimento de manequins Produção de aglomerado de espuma	Flexipol - Espumas Sintéticas, S.A.
	Pó de tabaco	Produção de folha reconstituída	TABAQUEIRA - Empresa Industrial de Tabaco, S.A.
Vinícola	Borras líquidas e secas, bagaço de vinho, massas e engaços do processo de vinificação	Destilação e indústria alimentar animal	Aplicável a todos os operadores deste setor/indústria, tal como consta da resposta à Questão nº 61 das Perguntas Frequentes / Tema: SIRAPA, do Portal da APA, I.P
	Óleos e farinhas de grainha de uva	Alimentação humana e animal	FIÓVDE - Federação das Indústrias de Óleos Vegetais, Derivados e Equiparados

A.4 Formulário para Declaração de Subproduto da APA

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO E SUBMISSÃO

A informação que se segue é relevante para fins de preenchimento e submissão do presente formulário.

O formulário deverá ser preenchido na totalidade, devendo ser anexadas todas as informações solicitadas no mesmo, bem como outras que se julgue por relevantes.

Os documentos objeto de segredo comercial ou industrial devem ser identificados e destacados em volume próprio.

O *layout* do formulário disponibilizado não deve ser alterado, no entanto, podem ser acrescentadas linhas de forma a permitir uma resposta mais pormenorizada, caso necessário.

Por proponente, entende-se a entidade ou pessoa jurídica que pretenda declarar uma determinada substância ou objeto como subproduto, no âmbito do art.º 91.º do novo Regime Geral de Gestão de Resíduos (nRGGR, publicado no Anexo I do Decreto-Lei n.º102-D/2020, de 10 de dezembro).

Nos termos do n.º 4 do artigo 91.º, determinada substância ou objeto é declarada como subproduto pelo próprio produtor ou pela associação representativa do setor.

Deverão ser anexados os documentos que comprovem o cumprimento cumulativo das 4 condições elencadas no n.º1 do artigo 91.º, e que são validados pelos laboratórios colaborativos, reconhecidos pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P. (FCT, I.P.) ou por centros tecnológicos que atuem no âmbito do processo produtivo da substância ou objeto em causa. O formulário e respetivos anexos deverão ser devidamente datados e assinados e a lista das entidades que validam o formulário pode ser consultada no *site* da APA.

Qualquer declaração falsa ou omissão de informação é da responsabilidade exclusiva do produtor ou associação representativa do setor que pretenda obter a “Declaração de Subproduto”.

Até à conclusão do procedimento e emissão por parte da APA da respetiva “Declaração de Subproduto” validada o proponente deverá assegurar o cumprimento das obrigações em matéria de gestão de resíduos, nos termos do nRGGR.

A título informativo poderá ser consultado no Anexo I os endereços eletrónicos de alguns sites de países comunitários, com informação em matéria de resíduos/subprodutos.

A. INFORMAÇÃO GERAL

A. 1 IDENTIFICAÇÃO DO OPERADOR ECONÓMICO

(empresa ou organismo que realiza o pedido⁷)

a) Denominação Social:

b) Endereço:

c) Localidade:

d) Código Postal: _____ - _____

e) Distrito: _____

f) Concelho: _____

g) Freguesia: _____

h) Tel.: _____ i) Fax: _____

j) E-mail: _____

k) Pessoa responsável pela comunicação com a APA I.P. no âmbito deste pedido

l) Número de Identificação de Pessoa Coletiva (NIPC):

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

m) - Classificação de Atividade Económica (CAE)

- CAE Secundário (caso aplicável)

- Designação da(s) CAE(s): _____

- No caso de existir CAE secundária, identificar qual a CAE que dá origem à substância
ou objeto

n) Entidade Licenciadora da Atividade: _____

o) Número da Licença de Exploração: _____

⁷ O termo "Operador Económico" é usado para definir a pessoa/organização que *produz* a substância ou objeto, a pessoa/organização que *utiliza* a substância ou objeto ou a pessoa/organização que *opera* a substância ou objeto como intermediário. Geralmente será uma pessoa/organização com interesse económico na substância ou objeto. Isto não significa que o pedido não possa ser feito por um consultor ou uma terceira parte que represente estas pessoas/organizações.

Válida até ___/___/____
p) (caso aplicável) Número da Licença Ambiental

--	--	--	--	--	--	--	--

Válida até ___/___/____

q) I.D. SIRAPA (deverá ser indicado, o Código APA, constante do registo do estabelecimento
(*vide* menu “Estabelecimento” no SIRAPA)

A.2 IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA OU OBJETO E DO RESPECTIVO PROCESSO PRODUTIVO

a) Designação da substância ou objeto a ser classificada como subproduto:

b) Código LER - Lista Europeia de Resíduos

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

c) Registo REACH - Registo, Avaliação, Autorização e Restrição de substâncias químicas (caso aplicável)

d) Identificação do processo produtivo que dá origem à substância ou objeto

NOTA: Caso o pedido não seja submetido pelo produtor da substância ou objeto, deverá ser preenchida a informação constante do ponto A.3.

A.3 IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTOR DA SUBSTÂNCIA OU OBJETO⁸:

a) Denominação social:

b) Endereço:

c) Localidade:

d) Código Postal: _____ - _____

e) Distrito: _____

f) Concelho: _____

g) Freguesia: _____

h) Tel.: _____ i) Fax: _____

j) E-mail: _____

k) Nome da pessoa responsável pela comunicação com a APA no âmbito deste pedido: _____

l) Número de Identificação de Pessoa Coletiva (NIPC):

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

⁸ Caso aplicável replique a informação contida neste ponto consoante o número de produtores envolvidos.

m) - Classificação de Atividade Económica (CAE)

- CAE Secundário (caso aplicável)

- Designação da(s) CAE(s): _____

- No caso de existir CAE secundária, identificar qual a CAE que dá origem à substância ou objeto _____

n) Entidade Licenciadora da Atividade: _____

o) Número da Licença de Exploração: _____

Válida até ___/___/_____

p) (caso aplicável) Número da Licença Ambiental

					/				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

Válida até ___/___/_____

q) I.D. SIRAPA (deverá ser indicado, o Código APA, constante do registo do estabelecimento (vide menu “Estabelecimento” no SIRAPA)

A.4 IDENTIFICAÇÃO DA ENTIDADE QUE VALIDA A INFORMAÇÃO:

(Verificação do cumprimento dos critérios identificados na parte B.)

a) Laboratório Colaborativo acreditado pela FCT, I.P.:

b) Centro Tecnológico:

B. IDENTIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS PARA ANÁLISE DE CLASSIFICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA OU OBJETO COMO SUBPRODUTO

B.1 Existir a certeza de posterior utilização da substância ou objeto.

a) Quantidade de substância ou objeto produzida anualmente?

b) Descreva a futura utilização da substância ou objeto, indicando a(s) respectiva(s) CAE do(s) futuro(s) utilizador(es) (caso necessário inclua anexos explicativos que complementem a informação).

c) Quantidade estimada de substância ou objeto, a encaminhar anualmente para posterior utilização?

d) Indique o destino final a dar à quantidade de substância ou objeto não encaminhada para utilização posterior.

e) Designação e quantidade da matéria-prima que será substituída pela substância ou objeto em causa?

f) A substância ou objeto será sujeita a armazenagem no local de produção antes do encaminhamento para utilizador futuro?

Sim

Não

g) Em caso afirmativo, qual o período de tempo estimado para esse armazenamento?

h) Descreva o local e indique a respetiva capacidade de armazenamento (em m³).

i) Documentação que permita comprovar a certeza de posterior utilização, nomeadamente (anexe cópia da referida documentação):

- Contratos entre o produtor e o(s) futuro(s) utilizador(es) para aquisição da substância ou objeto; ou
- Declaração de interesse do(s) futuro(s) utilizador(es) da substância ou objeto com as quantidades a adquirir anualmente; ou
- Documentos que comprovem a existência de um ganho financeiro para o produtor ; ou
- Evidência de que existe mercado para a aquisição da totalidade da substância ou objeto produzido; ou
- Outros.

Especifique: _____

j) No caso de pretender efetuar movimento transfronteiriço da substância ou objeto⁹ indique, se no destino e para a utilização pretendida, este material é considerado subproduto nos termos do artigo 5.º da Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Novembro de 2008 (Diretiva Quadro Resíduos):

- Sim
- Não

Em caso afirmativo, anexe declaração da autoridade competente do país de destino.¹⁰

- Outro (País envolvido não pertence à Comunidade)

⁹ Entradas e Saídas dentro da Comunidade

¹⁰ Em anexo encontra-se lista com alguns contactos dos organismos competentes em matéria de ambiente pertencentes à comunidade europeia

B.2 A substância ou o objeto poder ser utilizado diretamente, sem qualquer outro processamento que não seja o da prática industrial normal.

a) A substância ou objeto é sujeita a algum tipo de processamento antes de ser usada pelo utilizador futuro?

- Sim
 Não

(em caso negativo passe para o ponto B.3 do presente formulário)

b) Em que local a substância ou objeto é sujeita a processamento?

- Instalação do Produtor
 Instalação do Utilizador
 Instalação do intermediário
 Outro: _____

b.1) No caso de ter sido selecionada a instalação do intermediário, comprove que a posterior utilização é garantida, anexando os documentos que considere necessários.

c) Identifique o(s) processamento(s) a aplicar à substância ou objeto antes da respetiva utilização:

- | | |
|--|--|
| → <input type="checkbox"/> Corte | → <input type="checkbox"/> Acondicionamento |
| → <input type="checkbox"/> Homogeneização | → <input type="checkbox"/> Fragmentação/Trituração |
| → <input type="checkbox"/> Gradação/Peneiramento | → <input type="checkbox"/> Mistura (Desde que não altere a perigosidade) |
| → <input type="checkbox"/> Compactação/Prensagem | → <input type="checkbox"/> Lavagem |
| → <input type="checkbox"/> Desidratação/ Secagem | → <input type="checkbox"/> Separação de componentes não úteis |
| → <input type="checkbox"/> Centrifugação | |

→ Outro(s) Qual(ais)?:

c.1) Descreva sucintamente o processamento a que é sujeita a substância ou objeto antes da utilização

B.4. A substância ou objeto cumprir com os requisitos relevantes como produto em matéria ambiental e de proteção da saúde e não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana, face à utilização posterior específica.

a) A substância ou objeto cumpre com as especificações técnicas exigidas à matéria-prima que vai substituir?

Sim
Quais? _____

Não

(Em caso afirmativo anexe os documentos que o evidenciem, por exemplo características previstas em documentos normativos, ou acordos de qualidade do material entre produtor e futuro utilizador)

b) A substituição da matéria-prima pela substância ou objeto em questão acarreta impactes adversos do ponto de vista ambiental ou de saúde pública?

Sim

Não

(Anexe os documentos que o evidenciem, por exemplo análise comparativa das emissões- ar, água, solo, etc, decorrentes da utilização das substâncias ou objetos, para o.)

c) Existem limitações legais sobre a utilização desta substância ou objeto no processo em causa?

Sim

Não

d) Em caso afirmativo especifique quais?

e) A qualidade da substância ou objeto foi alvo de estudos, homologações ou outras certificações que mostrem a sua compatibilidade com os processos em que vai ser utilizada?

Sim

Não

Descrição: _____

(em caso afirmativo anexe todos os documentos que o comprovem)

f) Os pedidos de desclassificação que envolvam a utilização de substâncias/objetos para fabrico de materiais de construção ou aplicação direta em obras de construção deverão ser acompanhados de parecer do Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC ou outra

entidade com competência, que ateste que a utilização da substância ou objeto, cumpre com especificações técnicas ou outros documentos normativos, para ser utilizada como material de construção.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

(nome), (cargo), representante (da empresa), declara responsabilizar-se pela veracidade das informações prestadas no âmbito do preenchimento do presente Formulário.

(localidade), (dias) de (mês) de (ano).

(assinatura)

(nome)

(carimbo da empresa)

(endereço e dados da empresa, NIPC)



