



NOVA

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY



**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA
DO AMBIENTE**

Inês Cristóvão Paiva
Licenciada em Geografia

**Valorização dos Subprodutos do Olival e Amendoal na
Ótica da Economia Circular.
Desenvolvimento de Indicadores de Monitorização.**

MESTRADO EM URBANISMO SUSTENTÁVEL E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Universidade NOVA de Lisboa
Novembro, 2021

Valorização dos Subprodutos do Olival e Amendoal na Ótica da Economia Circular. Desenvolvimento de Indicadores de Monitorização.

INÊS CRISTÓVÃO PAIVA
Licenciada em Geografia

Orientador: Prof^o Doutor José Afonso Teixeira,
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa

Coorientadores: Prof^a Doutora Margarida Pereira
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof^o Doutor João António Muralha Ribeiro Farinha

Vogais: Prof^o Doutor Rui Manuel Amaro Alves (Arguente)
Prof^o Doutor José Afonso Teixeira (Orientador)

MESTRADO EM URBANISMO SUSTENTÁVEL E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Universidade NOVA de Lisboa
Novembro, 2021

Valorização dos Subprodutos do Olival e Amendoal na Ótica da Economia Circular. Desenvolvimento de Indicadores de Monitorização.

Copyright © (Inês Cristóvão Paiva), 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.

AGRADECIMENTOS

Chegou ao fim uma das fases mais desafiantes da minha vida, o culminar de um ciclo e de um percurso académico, que tanto me enriqueceu a nível pessoal e profissional. A realização deste relatório de estágio contou com o apoio de várias pessoas que foram essenciais para a sua concretização.

Começo por fazer um agradecimento a toda a equipa que representa o laboratório colaborativo Food4Sustainability CoLAB, pela oportunidade de ter realizado o estágio curricular com o seu apoio e estarem sempre dispostos a desafiar-me e ajudar-me. Quero fazer um especial agradecimento aos elementos mais presentes em todo o processo, Doutor Nuno Serra, Professora Doutora Cláudia Costa e Doutora Daniela Fonseca. Quero realçar toda a dedicação e ajuda prestada pela Doutora Daniela, e fazer um agradecimento especial, porque desde o início foi fundamental. Teve sempre um acompanhamento mais direto sobre o meu trabalho e orientou-me da melhor maneira possível ao longo de todo o estágio, deixando-me sempre à vontade para esclarecer as minhas dúvidas e receios.

Agradeço aos meus Professores Orientadores, Orientador Professor Doutor José Afonso Teixeira e à Coorientadora Professora Doutora Margarida Pereira, por terem acreditado em mim e me terem auxiliado e partilhando os seus conhecimentos, de modo a concluir esta etapa com sucesso.

Por último, mas para mim o agradecimento mais especial, é sem dúvida para a toda a minha família e amigos.

Mãe, Pai e Irmão vocês são essenciais na minha vida e agradeço pelo apoio incondicional, por toda a confiança e dedicação que depositam em mim, obrigado por me incentivarem a ser melhor todos os dias, espero conseguir um dia retribuir tudo aquilo que constitui, porque nunca será uma vitória minha, mas sim nossa! Gosto muito de vocês, adoro-vos.

André, namorado, melhor amigo, és sem dúvida a pessoa que mais me aturou ao longo de todo este percurso e me apoiou incondicionalmente, nem sempre foi fácil, mas agradeço-te por nunca me teres deixado desistir. Adoro-te!

Um obrigado às minhas companheiras de trio, Marta e Mariana, por toda a ajuda e paciência ao longo destes dois anos, sempre estiveram comigo desde o início desta aventura, foram sem dúvida essenciais para mim.

Agradeço do fundo do coração a todos pelo apoio incondicional ao longo desta longa caminhada. Muito obrigado!

RESUMO

A temática do relatório de estágio está centrada na valorização dos subprodutos gerados pelas agroindústrias do olival e amendoal e no desenvolvimento de indicadores de monitorização, para acompanhar a evolução das atividades em causa no contexto da economia circular.

Ao longo dos últimos anos, temos assistido a uma intensificação da produção de olival e amendoal, o que gera o problema do aumento de resíduos e subprodutos produzidos pelas respetivas agroindústrias. Tanto para a produção de azeite como da amêndoa foram identificados problemas que a prazo serão prejudiciais para o ambiente, nomeadamente, a geração de grandes quantidades de resíduos tóxicos, no caso do azeite e de grandes quantidades de resíduos de difícil decomposição, no caso da amêndoa.

Neste sentido, o presente relatório do estágio realizado no Laboratório Colaborativo Food4Sustainability, sediado em Idanha-a-Nova, permitiu identificar os subprodutos gerados por estas agroindústrias e conhecer as práticas e apresentar propostas para a sua valorização, gerando valor económico e promovendo as indústrias do concelho. Por último, propõe-se um conjunto de indicadores de monitorização que visam acompanhar a adoção de práticas sustentáveis de acordo com os princípios da economia circular.

Os principais subprodutos da indústria do azeite são o bagaço e as águas-ruças, enquanto a exploração da amêndoa gera a casca verde, a casca interior e a película. De acordo com a literatura, a sua valorização pode ser conseguida através de diversos métodos: bio refinação, filtração, pirólise, digestão anaeróbia, combustão, gaseificação e compostagem. Através das entrevistas realizadas a empresas, podemos identificar que o método da compostagem é o mais utilizado, uma vez que não apresenta dificuldades em termos de implementação e não tem custos tão elevados quanto as outras tecnologias.

Por fim, os indicadores de monitorização propostos pretendem ajudar os produtores de azeite e de amêndoa, bem como as respetivas associações e instituições públicas e privadas interessadas, a melhorar as suas explorações e indústrias, através da monitorização de vários processos tendo como objetivo último a promoção da sustentabilidade económica, social e ambiental.

Palavras chave: Agroindústrias, Amendoal, Economia Circular, Indicadores de Monitorização, Olival, Valorização de Subprodutos, Idanha-a-Nova.

ABSTRACT

This internship report stresses the valorization of by-products generated by the olive and almond growers and concerns the development of monitoring indicators, to follow the activities of these areas under the umbrella of circular economy.

Over the past few years, we have witnessed an intensification of olive and almond production, which raises the problem of waste generation and accumulation. In this sense, environmental problems regarding the production of olive oil and almonds, were identified, namely, the generation of large amounts of toxic residues, in the case of olive oil and large amounts of residues with difficult decomposition in almonds.

In the scope of this internship report carried out at the Collaborative Laboratory Food4Sustainability, headquartered in Idanha-a-Nova, the by-products generated by these agro-industries and identified as well as, the best national and international practices for their valorization. This is crucial order to develop solutions towards waste valorization while generating economic value and promoting the municipality's industries. Furthermore, a set of monitoring indicators is provided aiming to follow the adoption of sustainable practices according to the principles of the circular economy.

The main by-products of the olive oil industry are bagasse and the waste waters whereas are the green husk, the inner husk and the skin are reported from almonds. According to the literature, olive oil and almond valorization can be achieved through several methods: namely bio refinery, filtration, pyrolysis, anaerobic digestion, combustion, gasification and composting. Surveys carried out next to olive and almond producers allow us to identify the composting method as the most commonly adopted, due to their lower implementation costs and simplicity.

Finally, the monitoring indicators proposed are intended to help olive oil and almond producers, as well as their respective public and approved associations and institutions, to improve their farms and industries, through the monitoring of various processes to promoting sustainability economic, social and environmental.

Keywords: Agroindustries, Circular Economy, Monitoring Indicators, Olive Grove, Orchard, Valuation of By-products, Idanha-a-Nova.

Índice

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	X
ABSTRACT	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABELAS	XVIII
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. ÂMBITO DO ESTÁGIO E ESCOLHA DO TEMA.....	2
1.2. INSERÇÃO NA INSTITUIÇÃO DE ACOLHIMENTO.....	2
1.3. CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.5. METODOLOGIA.....	5
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. ECONOMIA CIRCULAR.....	7
2.1.1. <i>Conceito de Economia Circular</i>	7
2.1.2. <i>A Economia Circular no Setor Agrícola</i>	9
2.2. A INDÚSTRIA DO AZEITE	12
2.2.1. <i>A Problemática da Indústria do Azeite</i>	12
2.2.2. <i>Contexto Internacional: Produção, Comércio e Consumo</i>	15
2.2.3. <i>Contexto Nacional: Produção, Comércio e Consumo</i>	18
2.2.4. <i>Boas Práticas</i>	22
2.3. A INDÚSTRIA DO AMÊNDOA.....	25
2.3.1. <i>A Problemática da Indústria da Amêndoa</i>	25
2.3.2. <i>Contexto Internacional: Produção, Comércio e Consumo</i>	27
2.3.3. <i>Contexto Nacional: Produção, Comércio e Consumo</i>	28
2.3.4. <i>Boas Práticas</i>	32
3. A PRODUÇÃO DE AZEITE E AMÊNDOA NA PERSPETIVA DOS PRODUTORES 34	
3.1. EMPRESAS PRODUTORAS DE AZEITE.....	34
3.2. EMPRESAS PRODUTORAS DE AMÊNDOA.....	37
4. INDICADORES DE MONITORIZAÇÃO	40
4.1. DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE MONITORIZAÇÃO	40
4.2. SELEÇÃO DOS INDICADORES DE MONITORIZAÇÃO	42
4.2.1. <i>Dimensão Económica</i>	42
4.2.2. <i>Dimensão Social</i>	43
4.2.3. <i>Dimensão Ambiental</i>	43
4.2.4. <i>Descrição dos Indicadores de Monitorização</i>	44
4.3. NORMALIZAÇÃO	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
A. ANEXOS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - INSTALAÇÕES DO LABORATÓRIO COLABORATIVO FOOD4SUSTAINABILITY (IDANHA-A-NOVA). ...	3
FIGURA 2 - INTERIOR DAS INSTALAÇÕES DO LABORATÓRIO COLABORATIVO FOOD4SUSTAINABILITY (IDANHA-A-NOVA).....	3
FIGURA 3 - ECONOMIA LINEAR VS ECONOMIA CIRCULAR.....	8
FIGURA 4 - A ECONOMIA CIRCULAR NA ALIMENTAÇÃO.	11
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO CONTÍNUO DE DUAS FASES.....	13
FIGURA 6 - BAGAÇO: SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA DO AZEITE.	14
FIGURA 7 - ÁGUAS-RUÇAS: SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA DO AZEITE.	14
FIGURA 8 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE AZEITE, EM MILHARES DE TONELADAS.	16
FIGURA 9 - PRINCIPAIS PRODUTORES DE AZEITE NA UNIÃO EUROPEIA, EM MILHARES DE TONELADAS.....	17
FIGURA 10 - AZEITONA (TON.) E AZEITE (HL) PRODUZIDOS EM PORTUGAL, POR REGIÕES.....	19
FIGURA 11- A IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE AZEITE EM PORTUGAL.....	20
FIGURA 12- Nº DE LAGARES DE PORTUGAL CONTINENTAL, POR TIPO DE LAGAR.....	21
FIGURA 13- Nº DE LAGARES EM PORTUGAL CONTINENTAL, POR MÉTODO DE EXTRAÇÃO.....	22
FIGURA 14 - RELAÇÃO ENTRE PREÇO E TECNOLOGIAS DE VALORIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DO AZEITE.....	24
FIGURA 15 - ESTRUTURA DO FRUTO SECO AMÊNDOA.	26
FIGURA 16 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE AMÊNDOA (1000 TONELADAS MÉTRICAS).	27
FIGURA 17- REPARTIÇÃO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE AMÊNDOA (2019/20), POR PAÍSES PRODUTORES, EM %.....	28
FIGURA 18- IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE AMÊNDOA COM CASCA, EM TONELADAS E EM MILHARES DE EUROS.....	31
FIGURA 19- IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE AMÊNDOA SEM CASCA, EM TONELADAS E EM MILHARES DE EUROS.....	31
FIGURA 20 - RELAÇÃO ENTRE PREÇO E TECNOLOGIAS DE VALORIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DA AMÊNDOA.....	33
FIGURA 21 - IDADE DAS EMPRESAS PRODUTORAS DE AZEITE.....	34
FIGURA 22 - PRINCIPAIS PAÍSES DE DESTINO DO AZEITE PRODUZIDO NAS EMPRESAS ENTREVISTADAS.....	35
FIGURA 23 - MÉTODOS DE VALORIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DO AZEITE NAS EMPRESAS ENTREVISTADAS.....	36
FIGURA 24 - IDADE DAS EMPRESAS PRODUTORAS DE AMÊNDOA.....	37
FIGURA 25 - PRINCIPAIS PAÍSES DE DESTINO DA AMÊNDOA PRODUZIDA NAS EMPRESAS ENTREVISTADAS.....	38
FIGURA 26 - MÉTODOS DE VALORIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DO AMÊNDOA NAS EMPRESAS ENTREVISTADAS.....	38
FIGURA 27 - ESTRUTURA DO MODELO SAFE.....	41

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE AZEITE NO MUNDO, NA UE E NOS EUA (2012/13- 2020/21)	18
TABELA 2 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE AMÊNDOA (EM TONELADAS) EM VÁRIAS REGIÕES DE PORTUGAL (1986 - 2020).	29
TABELA 3 - EVOLUÇÃO DA ÁREA DE AMENDOAL (HA) EM VÁRIAS REGIÕES DE PORTUGAL (1986 - 2019).....	30
TABELA 4 - PRODUTIVIDADE MÉDIA EM MIOLO DE AMÊNDOA EM KG POR HA NAS REGIÕES PREDOMINANTES EM PORTUGAL (1986 - 2019).	30
TABELA 5 - QUADRO GERAL DOS INDICADORES DE MONITORIZAÇÃO (FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA).	49

1.1. Âmbito do Estágio e Escolha do Tema

O presente trabalho está inserido no âmbito da componente não letiva do Mestrado em Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território (MUSOT), da Faculdade de Ciências e Tecnologias e da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa. A componente não letiva assenta no desenvolvimento de um estágio curricular que, neste caso, ocorreu no Laboratório Colaborativo Food4Sustainability, sediado no concelho de Idanha-a-Nova, num total de 770 horas de estágio, no período compreendido entre fevereiro e junho de 2021.

A escolha do Laboratório Colaborativo Food4Sustainability para a realização do estágio curricular prende-se com o facto de a mestranda ter familiares no concelho de Idanha-a-Nova e conhecer bem a região onde a instituição de acolhimento está inserida e esta estar ligada ao desenvolvimento de projetos no âmbito da economia circular e da sustentabilidade ambiental, temas relevantes no âmbito do mestrado.

A temática escolhida está inteiramente relacionada com a valorização de subprodutos de duas indústrias agroalimentares, nomeadamente, a indústria do azeite e a da amêndoa. A temática é bastante relevante para a instituição de acolhimento e para a mestranda na ótica da economia circular e do desenvolvimento sustentável.

1.2. Inserção na Instituição de Acolhimento

Food4Sustainability (F4S) é um laboratório colaborativo, sediado em Idanha-a-Nova, que visa colocar Portugal na vanguarda dos sistemas circulares de produção agroalimentar de baixo carbono, através do desenvolvimento e teste de sistemas emergentes de intensificação sustentável, da capacitação de agricultores para adoção desses sistemas, e da disseminação, educação e experimentação junto das diferentes comunidades de interesse. Este laboratório

colaborativo tem como missão promover a agricultura sustentável em territórios de baixa densidade e promover o desenvolvimento local.

As suas competências são:

- a. Produção e transformação de alimentos sem a utilização de químicos ou pesticidas;
- b. Desenvolvimento e implementação de ferramentas e estratégias de mitigação de CO₂;
- c. Intensificação sustentável da produção agroalimentar;
- d. Preservação dos recursos hídricos e gestão do impacto ambiental;
- e. Aumento da eficácia de toda a cadeia de valor na indústria alimentar;
- f. Implementação do conceito de economia circular.



Figura 1 - Instalações do Laboratório Colaborativo Food4Sustainability (Idanha-a-Nova) (Fonte: F4S).

O trabalho realizado no Food4Sustainability foi orientado diretamente pela Professora Doutora Cláudia Costa e indiretamente pela Doutora Daniela Fonseca, que demonstraram total disponibilidade para acompanhar o plano de trabalhos e a realização das diversas tarefas.

O presente estágio permitiu colocar em prática conhecimentos teóricos adquiridos durante a formação do mestrado, cumpre os requisitos para a obtenção de grau de mestre e contribui para o trabalho em curso no Food4Sustainability.

Durante o decurso do estágio foram identificados indicadores que permitem caracterizar o território, acompanhar a sua evolução e contribuir para a análise prospetiva. Estes indicadores vão ao encontro das necessidades do território e promovem a resolução de problemas dentro da estratégia do Food4Sustainability.



Figura 2 - Interior das Instalações do Laboratório Colaborativo Food4Sustainability (Idanha-a-Nova) (Fonte: F4S).

1.3. Contextualização e Problemática

O foco deste trabalho incide na valorização dos subprodutos das indústrias do azeite e da amêndoa, em particular no concelho de Idanha-a-Nova, numa perspetiva de economia circular. O concelho de Idanha-a-Nova, em Castelo Branco (Beira Baixa) é composto por dezassete freguesias, com baixa densidade populacional. Apresenta uma população envelhecida, reflexo da emigração e despovoamento, e é alvo de desertificação. No entanto, Idanha-a-Nova tem-se vindo a afirmar como um município de excelência, ao integrar a rede internacional da UNESCO, pelo Geoparque, como Cidade Criativa da Música e inclui algumas aldeias históricas como é o caso de Monsanto e Idanha-a-Velha (Mendes, 2019).

O município tem promovido iniciativas em prol do desenvolvimento sustentável, potenciando a agricultura sustentável e a produção em modo biológico, sendo a primeira Bioregião de Portugal. Dispõe ainda de outras estratégias promotoras da sustentabilidade e da qualidade de vida dos munícipes, através do projeto RECOMEÇAR, apoiado em quatro iniciativas (*Idanha Green Valley*, *Idanha Vive*, *Idanha Experimenta* e *Idanha Made In*), cujo objetivo principal é captar novos residentes para a região e auxiliar a sua integração da uma forma positiva.

Neste contexto de desenvolvimento local, que visa elevar Idanha-a-Nova como referência na agricultura, importa salientar o papel crucial do aproveitamento dos subprodutos gerados pelas agroindústrias na perspetiva da economia circular. Tão importante como uma produção sustentável é um consumo responsável dos produtos e da energia envolvidos nos processos agrícolas e industriais. Assim, em Idanha-a-Nova destacam-se duas indústrias alvo: a produção de azeite e a produção de amêndoa e respetivos subprodutos. A intensificação da produção é acompanhada pelo aumento de resíduos e subprodutos, constituindo assim um problema para a região. Um dos principais produtos agrícolas é a azeitona que é transformada em azeite e gera um grande volume de resíduos tóxicos. À semelhança do azeite, a produção de amêndoa também gera quantidades apreciáveis de resíduos de difícil decomposição, levantando preocupações ambientais.

Neste sentido, o presente trabalho pretende identificar as melhores práticas nacionais e internacionais de valorização destas agroindústrias e respetivos subprodutos, para posteriormente servirem como guia a implementar junto dos produtores e das indústrias do município. A integração deste conhecimento pretende ser um incentivo ao desenvolvimento local e regional, que converge com a promoção das potencialidades da região, focada no desenvolvimento sustentável.

1.4. Objetivos

O objetivo geral do trabalho consiste em caracterizar a produção do azeite e da amêndoa e os respetivos subprodutos e em identificar/propor estratégias de valorização, com base em princípios de sustentabilidade inerentes à economia circular e, conseqüentemente, identificar como essas práticas podem contribuir para o desenvolvimento numa região de baixa densidade. Como objetivos específicos, pretende-se: i) conhecer o estado da arte referente aos subprodutos gerados pela indústria do azeite e da amêndoa; ii) selecionar boas práticas nacionais e internacionais para o tratamento/valorização dos resíduos de acordo com os princípios da economia circular; iii) apresentar propostas/ soluções para valorizar os resíduos destas indústrias, gerando valor económico e dinamizando a produção e as indústrias do concelho de Idanha-a-Nova; iv) propor indicadores de monitorização que permitam acompanhar a evolução das atividades em causa, designadamente em termos da adoção de práticas sustentáveis consentâneas com os objetivos da economia circular.

1.5. Metodologia

Com base nos objetivos estabelecidos no âmbito do mestrado em Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território, a metodologia do trabalho dividiu-se em três fases distintas, nomeadamente:

- Numa primeira fase, na análise e avaliação do estado da arte: leitura e análise de diversas referências bibliográficas do setor agrícola, nomeadamente, do azeite e da amêndoa, com o objetivo de identificar os países líderes de produção, conhecer a evolução das quantidades de produção, consumo e desperdício, identificar os subprodutos de cada matriz, principais compostos bioativos e tecnologias adotadas para a sua valorização.
- Na segunda fase deste trabalho pretende-se explorar as tecnologias de valorização para os diversos subprodutos considerando custos, sustentabilidade, tecnologias aplicadas e sua dimensão na indústria local. Neste sentido, são realizadas entrevistas exploratórias aos olivicultores e produtores de amêndoa de forma a conhecer os problemas e as necessidades destas atividades e orientar a integração de processos e tecnologias que mais se adequam a cada caso, promovendo uma relação saudável de desenvolvimento económico e ambiental.

- Por último, na terceira fase, desenvolve-se um conjunto de indicadores para monitorizar a evolução das agroindústrias do azeite e da amêndoa, com o objetivo de promover a sustentabilidade económica, social e ambiental das explorações e indústrias, privilegiando os princípios da economia circular.

2.1. Economia Circular

2.1.1. Conceito de Economia Circular

Atualmente enfrentamos graves problemas ambientais como consequência das alterações climáticas que afetam o ecossistema, agravados por um forte crescimento da população mundial (OCDE, 2008). É importante ter em consideração estes dois fatores e desenvolver estratégias de mitigação para estes problemas. Segundo as Perspetivas Ambientais da OCDE para 2030 estima-se que a economia mundial duplique e que a população mundial aumente de 6,5 mil milhões em 2008 para cerca de 8,2 mil milhões em 2030 (OCDE,2008). Em outubro de 2021, já tinha atingido 7,9 mil milhões, segundo a ONU. O aumento significativo da população acarreta impactos negativos para o ambiente, dado que implica que estejam disponíveis recursos para a sua subsistência. No caso específico da alimentação, uma população em crescimento exige uma maior quantidade de alimentos disponíveis, requerendo um aumento da produção e, conseqüentemente, da quantidade de resíduos agroalimentares gerados.

Neste sentido, o aumento da população mundial e os problemas ambientais associados têm conduzido à criação de políticas de desenvolvimento sustentável. Na União Europeia, destaca-se a criação do Pacto Ecológico Europeu (CE,2019) no âmbito do qual importa salientar a implementação de medidas para o setor agroalimentar (Portugal Foods/Wedotech,2020) destinadas a impulsionar a transição para uma economia circular, e a Estratégia Farm2Fork (CE, 2020), que visa a produção alimentar sustentável para atingir a neutralidade climática. Estas estratégias têm-se destacado como ferramentas integradoras e multidisciplinares, e visando maior equilíbrio entre os sistemas de produção e o aproveitamento de resíduos e subprodutos, trabalhando em equilíbrio com o ambiente e, desta forma contrariando o modelo de economia linear.

A economia linear, com origem no período da industrialização, designa um modelo económico que tem como base a extração de recursos naturais e a produção de materiais com base nesses recursos, e tem como princípio a rejeição após a sua utilização (do berço ao túmulo, do inglês *“from cradle to grave”*). Apresenta diversas desvantagens ambientais e económicas, torna-se insustentável a longo prazo e exige uma grande quantidade de energia por parte das indústrias. Além disso, gera maior quantidade de dióxido de carbono, os preços dos produtos variam consoante a oferta e a procura internacional e os mesmos têm pouco tempo de vida, pois, facilmente são descartados. Segundo o Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal 2017-2020 (República Portuguesa - Ambiente, 2017), o modelo de economia linear assente na extração, transformação, utilização e deposição, gera anualmente em todo o mundo a extração de 65 mil milhões de toneladas de recursos, dos quais apenas cerca de 7% são reciclados (República Portuguesa - Ambiente, 2017).

Numa ótica mais sustentável surge o conceito de economia circular, assente em princípios estratégicos como redução do desperdício, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. A economia circular contrasta com a economia linear, que perde relevância à medida que aumentam as preocupações com o ambiente. Assim, o conceito de economia circular assenta num “modelo de produção e de consumo que envolve a partilha, o aluguer, a reutilização, a reparação, a renovação e a reciclagem de materiais e produtos existentes, enquanto possível”. Desta forma, o ciclo de vida dos produtos é alargado. Na prática, a economia circular implica a redução do desperdício ou dos resíduos ao mínimo. Quando um produto chega ao fim do seu ciclo de vida, os seus materiais são mantidos dentro da economia sempre que possível, podendo ser reutilizados, o que permite assim criar cadeias de valor. A economia circular contrasta com o modelo tradicional, o modelo económico linear baseado no princípio “produz, utiliza e deita fora” (Figura 3) (Parlamento Europeu, s.d.).



Figura 3 - Economia Linear VS Economia Circular. (Adaptado de: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>)

A criação de produtos, serviços e modelos de negócios assentes na economia circular obedece a três princípios: redução da produção de resíduos e poluição ambiental, utilização de produtos e materiais durante o máximo tempo possível e estímulo à regeneração dos recursos materiais e sistemas naturais. Apresenta vantagens para o ambiente como a redução das emissões de gases de efeito de estufa, uma vez que existe uma gestão mais equilibrada dos resíduos e uma menor utilização de recursos primários, para a sociedade e para a economia (República Portuguesa - Ambiente, 2017).

Assim, a economia circular gera impactos positivos tanto a nível económico, como social e ambiental. A reutilização de resíduos promove a criação de novos produtos dinamizando a inovação do *design* de produto através do *eco design*. Assim, contribui para a redução do desperdício, proteção do ambiente e criação de novas indústrias, que por sua vez gera mais emprego.

No seguimento dos princípios da economia circular, os avanços tecnológicos podem criar oportunidades ainda maiores para a sociedade. As tecnologias da informação e as tecnologias industriais encontram-se disponíveis *online* ou são implantadas em larga escala, o que possibilita a criação de abordagens de negócios no âmbito da economia circular que não eram possíveis anteriormente. Esses avanços geram uma melhor colaboração e partilha do conhecimento, permitem rastrear os materiais, melhorar as configurações logísticas e aumentam o uso de energias renováveis (EMF, 2015).

Segundo estudos efetuados pela Ellen MacArthur Foundation, a Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit (SUN) e a McKinsey, é possível constatar que através da adoção dos princípios da economia circular, “a Europa pode aproveitar a iminente revolução tecnológica para gerar um benefício líquido de 1,8 € triliões até 2030, um valor superior ao atual caminho da economia linear em 0,9€ triliões. A economia circular pode criar enormes oportunidade de renovação, regeneração e inovação na indústria” (EMF, 2015: pp 11).

2.1.2. A Economia Circular no Setor Agrícola

Atualmente assiste-se a um aumento da produção e consumo de alimentos como resultado do crescimento da população, o que tem como consequência o aumento dos desperdícios agroalimentares, tornando-se num problema ambiental, uma vez que os resíduos alimentares libertados para o ambiente sem tratamento podem ser altamente prejudiciais, contribuindo para problemas ao nível do solo e águas e podem também ser uma fonte de microrganismos; são ainda responsáveis por cerca de 4% de emissões gases de efeito de estufa (Cecilia et al., 2019; Sharma et al., 2021).

Atualmente os resíduos agroalimentares em todo o mundo, rondam os 5 mil milhões de toneladas de biomassa, criando um impacto bastante negativo. Segundo a Organização para a Agricultura e Alimentação (FAO) estima-se que “até 45% dos alimentos produzidos são perdidos ou desperdiçados antes e depois de chegarem ao consumidor, representando mais de 1,3 bilião de toneladas por ano de alimentos no mundo produzidos para o consumo humano” (Cecilia et al., 2019; Torres-Valenzuela et al., 2020). Segundo Sharma et al., (2021a) existe uma previsão que aponta para que, em 2025, nas cidades os desperdícios agroalimentares rondem os 138 milhões de toneladas (Sharma et al., 2021a).

Neste sentido, na ótica da sustentabilidade e da economia circular estão a ser desenvolvidas algumas estratégias de mitigação para o problema dos desperdícios agroalimentares de modo a evitar o desperdício e a valorizar os resíduos gerando valor económico. A União Europeia (UE) estabeleceu legislação (Diretiva 2008/98 CE) com base numa hierarquia dos resíduos, de modo a regulamentar a produção, manuseamento, armazenamento, transporte, tratamento e eliminação dos resíduos alimentares, com o principal objetivo de mitigar os impactos negativos na saúde e para o ambiente. A hierarquia de valorização para os resíduos agroalimentares consiste na prevenção, preparação para a reutilização, reciclagem, recuperação e deposição (Cecilia et al., 2019).

Neste contexto, algumas estratégias de valorização dos resíduos agroalimentares passam pela compostagem (a mais comum), produção de ração animal, criação de biocombustíveis e biofertilizantes, indústrias de bio refinaria e cosmética, através de solventes verdes com o objetivo de extrair compostos bioativos. Estas estratégias têm como finalidade valorizar os resíduos agroalimentares contribuindo para a preservação ambiental e para gerar valor económico indo ao encontro dos princípios da economia circular.

A economia circular é transversal a vários setores, como o ambiental, agrícola, industrial, económico e social, tendo como principal objetivo promover o desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a economia circular no setor agrícola pode passar pela valorização dos subprodutos e resíduos agroalimentares e agroindustriais, neste caso do azeite e da amêndoa, servindo como uma solução adequada e promissora para resolver/ minorar o problema dos subprodutos, contribuindo para aumentar a rentabilidade destas indústrias, através da criação de emprego, desenvolvimento de novos produtos de forma a mitigar problemas ambientais, económicos e sociais (Figura 4) (Gullón et al., 2020).

É importante fazer uma gestão equilibrada dos recursos disponíveis, nomeadamente, da água, do solo, da energia e da biodiversidade. Sendo que é importante existir uma preocupação por parte das indústrias de processamento dos alimentos que devem promover o desenvolvimento de sistemas de logística sustentáveis, de modo a criar linhas de processamento que reaproveitem vários tipos de materiais e energia, nas diferentes fases do processo, reduzindo custos, promovendo um ciclo fechado.

A biomassa é composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, estando estas presentes nos subprodutos provenientes da indústria do azeite e da amêndoa. Pode ser utilizada em alimentos, ração animal, produtos de origem biológica e para produção de energia renovável (Sherwood, 2020).

Neste sentido, como já foi referido, é essencial efetuar uma gestão equilibrada dos recursos naturais disponíveis, uma vez que com o aumento da população mundial a tendência para o aumento da produção de alimentos é significativa e conseqüentemente aumentarão também os desperdícios.

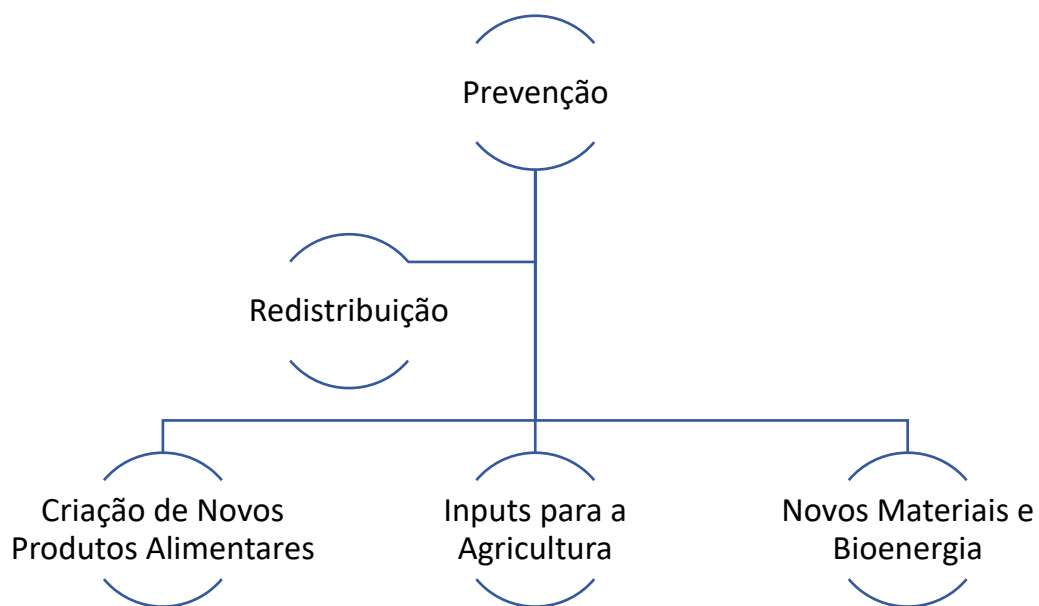


Figura 4 - A economia circular na alimentação. (Adaptado: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/food-cities-the-circular-economy>)

2.2. A Indústria do Azeite

2.2.1. A Problemática da Indústria do Azeite

O azeite é utilizado desde a antiguidade, tendo um lugar de destaque na dieta mediterrânea. Esta dieta define-se pela ampla variedade gastronómica e tem como um dos seus principais componentes o azeite (Dermeche et al., 2013; Gullón et al., 2020; Jeguirim et al., 2020).

A composição química do azeite apresenta propriedades benéficas para a saúde que promovem, por exemplo, a diminuição de doenças cardiovasculares, cancro, diabetes e pressão arterial. Assim, o azeite é um dos óleos e gorduras comestíveis que, através do seu consumo consciente, contribui positivamente para a saúde, promovendo uma melhor qualidade de vida para os consumidores.

Vários constituintes do azeite têm características benéficas para a saúde, como por exemplo, a vitamina E, fitoesteróis, carotenóides e compostos fenólicos. É um alimento cada vez mais procurado pelo consumidor devido aos benefícios para a saúde humana e com impacto positivo na economia portuguesa (ASAE, 2017; Valente, 2015).

No entanto, a indústria do azeite cria um problema ao gerar grandes quantidades de resíduos e subprodutos, que se caracterizam por conter um elevado grau de toxicidade que é prejudicial para o ambiente, provocando graves problemas como a degradação dos solos e águas e poluição atmosférica (Batuecas et al., 2019; Dermeche et al., 2013; Mikdame et al., 2020). Caetano (2020), baseando-se em Azeite (2017) e Tomás (2018), refere que por cada 100kg de azeitona se obtêm 15 kg de azeite e 80kg de bagaço húmido, sendo que cerca de 34% deste será bagaço seco e 66% será água. Com base nestas relações os autores estimaram para a década de 2007-2017, uma produção anual de 378.000 ton de bagaço húmido (129.000 ton de bagaço seco) em Portugal e advertiram para uma possível duplicação destes valores num futuro próximo. Os nossos cálculos para 2013-2020 corroboram esta ideia, como veremos em 2.2.3.

Uma vez lançados para o ambiente, os subprodutos do azeite são altamente tóxicos, “o bagaço de azeitona tem efeitos prejudiciais no meio ambiente devido à sua toxicidade e propriedades antimicrobianas” (Alcazar-Ruiz et al., 2021). Em particular, a deposição descontrolada de águas-ruças provoca perigosos problemas para todo o ecossistema, devido ao elevado teor de compostos fenólicos, matéria orgânica, fósforo, entre outros, acelerando a contaminação dos organismos aquáticos (Brito, 2016).

Relativamente à indústria do azeite existem dois tipos de processo para a sua produção: o método de três fases que origina no final do tratamento, o azeite e dois subprodutos, o bagaço e as águas ruças, e o método de duas fases (Figura 5), mais moderno, onde após o tratamento resultam apenas o azeite e o subproduto bagaço húmido. Atualmente o processo de duas fases

é o mais utilizado, sendo considerado o método preferencial a utilizar em regiões onde existe escassez de água. Assim, geram-se menores quantidades de águas-ruças e obtém-se um bagaço com elevado teor de humidade, entre 65% a 72%, designado por bagaço húmido (Cunha, 2014; Ferraz, 2012).

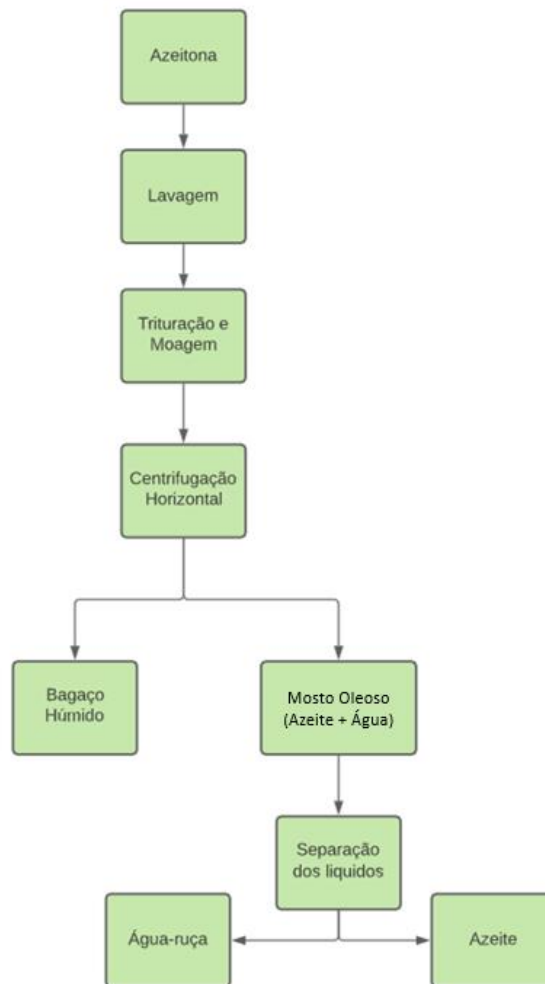


Figura 5 - Fluxograma do processo de extração contínuo de duas fases. (Adaptado: Marques, 2014)

O bagaço é um subproduto sólido proveniente da produção de azeite, apresentando-se como uma massa constituída por diferentes resíduos (cascas, polpa e caroço). É composto por quantidades de água (60-70%), azeite residual (2,5-3%), composto inorgânicos, lenhina, celulose, hemicelulose, proteínas, poliálcoois, ácidos gordos, açúcares, compostos fenólicos e outros pigmentos (Martins, 2016). O bagaço é tóxico devido principalmente à sua carga orgânica que não é biodegradável, constituindo-se como um subproduto de difícil degradação natural, causador de poluição ambiental (solo, atmosfera e água) (Figura 6) (Mikdame et al., 2020).

Outro subproduto são as águas-ruças, cuja composição pode variar consoante o método de extração utilizado no lagar. Quando é utilizado o método de três fases, as águas-ruças são compostas pela água presente na própria constituição da azeitona, água que é adicionada à lavagem e também alguns constituintes sólidos. Quando é utilizado o método de duas fases, as águas-ruças são essencialmente compostas pela água de lavagem (Sempiterno & Fernandes, 2014).

As águas-ruças são compostas por vários elementos que variam consoante diferentes fatores, como por exemplo, maturação do fruto, condições climáticas e tipo de extração. Apresentam um cheiro forte e desagradável, contêm um pH ácido (3-6), uma cor escura (acastanhada) e um elevado teor de fenólicos (Figura 7) (Gullón et al., 2020).



Figura 6 - Bagaço: Subproduto da Indústria do Azeite (Fonte: Elaboração Própria, no Lagar de Monsanto, Concelho de Idanha-a-Nova, 27-12-2021).



Figura 7 - Águas-Ruças: Subproduto da Indústria do Azeite (Fonte: Elaboração Própria, no Lagar de Monsanto, Concelho de Idanha-a-Nova, 27-12-2021).

Os subprodutos provenientes da produção de azeite também contêm diversos compostos bioativos, nomeadamente, compostos fenólicos, com propriedades benéficas, que podem ser aproveitadas e valorizadas de diversas maneiras (Cedola et al., 2020). Alguns desses métodos de valorização passam por retirar as propriedades antioxidantes que podem ajudar, por exemplo, no combate a doenças de carácter inflamatório, pressão arterial, cancro e colesterol (Gullón et al., 2020).

Outra forma de valorização através das propriedades antioxidantes é na indústria alimentar, facilitando na conservação de alimentos, nomeadamente, em carne e manteiga, proporcionando um maior prazo de validade dos alimentos, ao reduzir a oxidação lipídica (Gullón et al., 2020).

Para além da indústria alimentar, a indústria da cosmética pode potenciar a valorização dos subprodutos do azeite, ricos em antioxidantes, ácidos gordos e minerais. No caso do bagaço a sua composição apresenta compostos que podem melhorar as formulações de alguns produtos cosméticos, designadamente as propriedades físicas de produtos para hidratação, capacidade de retenção de óleo, emulsão e estabilidade oxidativa, viscosidade, textura, características sensoriais e pode ainda prolongar a duração do prazo de validade do produto. Um composto químico presente no bagaço da azeitona que tem muitos benefícios para a pele é o esqualeno. Este contém propriedades antioxidantes que, ao nível cutâneo, podem ajudar a proteger da exposição à radiação e a retardar o envelhecimento cutâneo. Na área da cosmética os produtos de antienvhecimento são os mais procurados e onde as indústrias têm mais oportunidades de desenvolvimento de novos produtos (Rodrigues et al., 2015).

Neste sentido, em termos de aplicação, os compostos bioativos têm suscitado um grande interesse por parte dos setores farmacêutico, alimentar e cosmético devido às suas características, que são cada vez mais valorizadas. Nas últimas décadas os consumidores estão mais conscientes do papel da alimentação na saúde e procuram cada vez mais ingredientes e produtos sustentáveis (Gullón et al., 2020). Os compostos fenólicos contêm vários benefícios devido à sua atividade antioxidante, diminuindo a ocorrência de processos de oxidação, útil para a indústria alimentar, cosmética e farmacêutica. Ao nível biológico e de saúde, estes compostos têm um papel crucial na diminuição do *stress* oxidativo e dos processos inflamatórios, auxiliando na prevenção de várias doenças (Alcazar-Ruiz et al., 2021).

Relativamente a tecnologias para a valorização dos subprodutos da indústria do azeite, podemos destacar a filtração, a bio refinaria, a pirólise, a digestão anaeróbia e a compostagem. A filtração pretende recuperar substâncias dos resíduos/ subprodutos das indústrias do azeite, por exemplo, compostos fenólicos. Através da tecnologia da bio refinaria é possível produzir novos produtos utilizando a biomassa da indústria do azeite. Através da tecnologia de pirólise é possível a criação de biocombustíveis e biofertilizantes. A digestão anaeróbia permite a criação de biogás e recuperação de energia e, por último, a compostagem, que promove o enriquecimento do solo, através da recuperação de nutrientes.

2.2.2. Contexto Internacional: Produção, Comércio e Consumo

Podemos afirmar que a produção mundial de azeite não tem sido constante nos últimos seis anos, destacando-se o ano de 2017/18 como sendo o ano com maior produção, com um total de 3379 milhares de toneladas. Nos anos seguintes houve um decréscimo da produção mundial de azeite, que em 2020/21 obteve 3032 milhares de toneladas, correspondendo a menos 10% de produção (Figura 8).

Relativamente à produção de azeite na União Europeia, esta também tem sido variável durante os últimos seis anos, destacando-se 2015/16 com 2324 milhares de toneladas, sendo

que o ano onde a produção voltou a estar mais próxima deste valor foi em 2018/19 com 2264 milhares de toneladas (Figura 8).

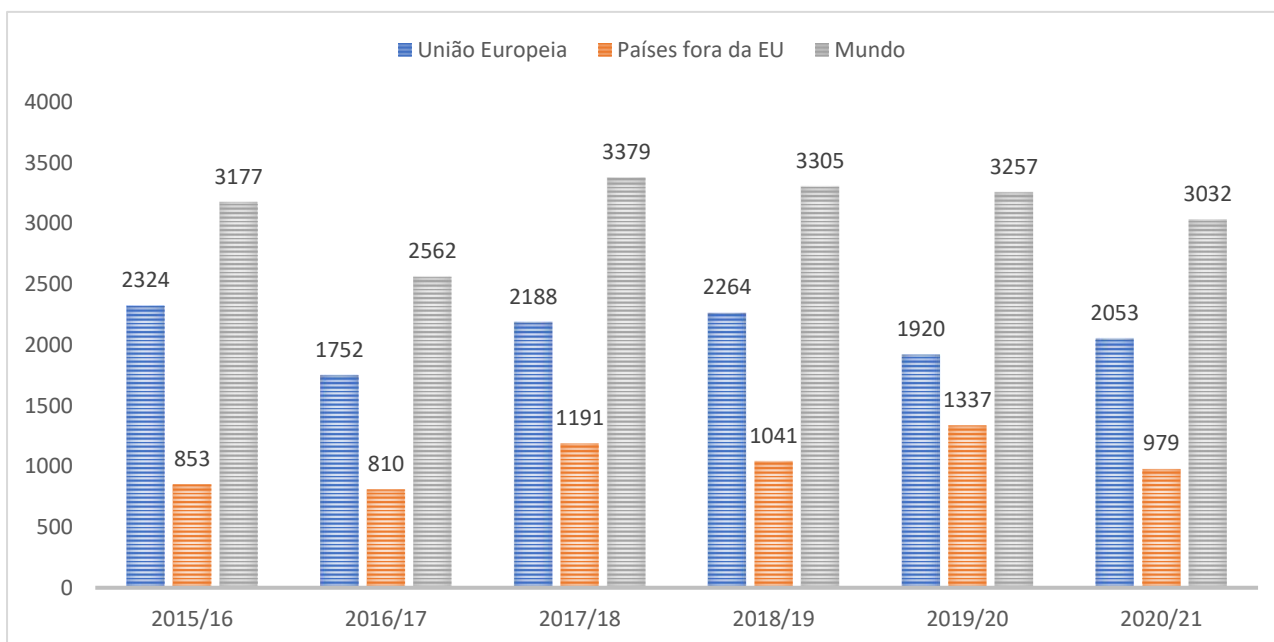


Figura 8 - Produção Mundial de Azeite, em milhares de toneladas (Fonte: Elaboração Própria a partir de EC, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/plants_and_plant_products/documents/market-situation-olive-oil-table-olives_en.pdf)

Ao nível da União Europeia entre 2015/16 e 2020/21, os países líderes de produção são a Espanha, Grécia, Itália e Portugal. A Espanha destaca-se claramente como o país com maior produção, atingido em 2018/19 o valor mais alto com 1790 milhares de toneladas (Figura 9). Segundo Alcazar-Ruiz et al. (2021), Espanha ocupa o primeiro lugar em termos de área afeta a olival e produção de azeite, o que representa cerca de 60% da área total na União Europeia e cerca de 45% a nível mundial (Ministério da Agricultura, 2020).

Portugal tem os valores mais baixos de produção, sendo que estes variam nos últimos seis anos entre as 69 000 e as 141 000 toneladas de produção por campanha. O ano com menor produção foi 2016/17 com 69 000 toneladas e o ano com maior produção foi 2019/20 com 141 000 toneladas (Figura 9).

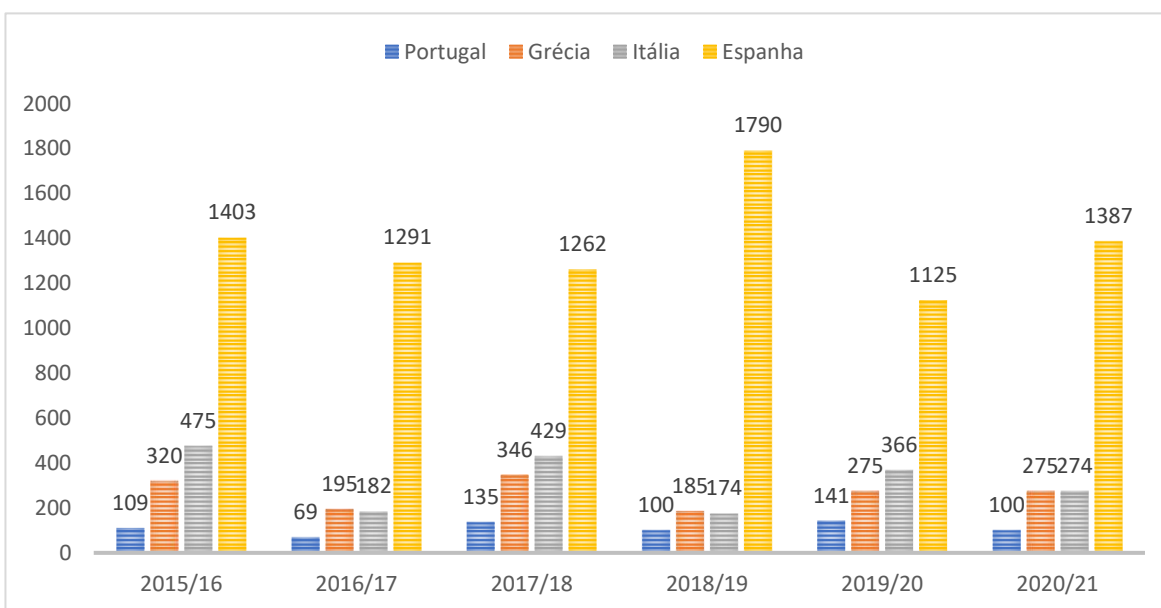


Figura 9 - Principais produtores de Azeite na União Europeia, em milhares de toneladas (Fonte: Elaboração Própria a partir de EC, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/plants_and_plant_products/documents/market-situation-olive-oil-table-olives_en.pdf)

O consumo de azeite também tem aumentado em todo o mundo, especialmente nos países do Mediterrâneo, devido ao reconhecimento e valorização das suas propriedades biológicas e organoléticas (Dermeche et al., 2013; Gullón et al., 2020; Jeguirim et al., 2020). A cada ano, cerca de 1,6 milhões de toneladas de azeite são produzidos na bacia do Mediterrâneo, representando aproximadamente 96% do azeite extraído em todo o mundo. Destacam-se como países líderes na produção de azeite, Espanha, Itália, Grécia, Portugal e Tunísia (Dermeche et al., 2013; Jeguirim et al., 2020).

A nível mundial o consumo de azeite nos últimos dez anos teve um crescimento médio na ordem dos 0,1%. Este aumento é resultado das diversas investigações científicas sobre o azeite e de várias campanhas desenvolvidas pela União Europeia e pelo Conselho Oleícola Internacional, considerando o azeite um dos óleos mais benéficos para a saúde. A União Europeia representa cerca de 51% do consumo mundial, sendo que houve países que não eram consumidores como é o caso dos Estados Unidos da América, onde o consumo quase duplicou em quinze anos, atingindo atualmente cerca de 330 000 ton anuais, encontrando-se em terceiro lugar no ranking dos maiores consumidores do mundo (Tabela 1) (Casa do Azeite Associação do Azeite de Portugal, n.d.).

Tabela 1 - Evolução do consumo de azeite no Mundo, na UE e nos EUA (2012/13- 2020/21)

	Mundo	UE		EUA
	(1000t)	(1000t)	%	(1000t)
2012-13	2989	1621	54,2	287
2013-14	3076	1731	56,3	302
2014-15	2916	1605	55,0	295
2015-16	2980	1660	55,7	321
2016-17	2726	1402	51,4	315
2017-18	3039	1595	52,5	315
2018-19	3057	1509	49,4	351
2019-20	3234	1519	47,0	400
2020-21*	3186	1594	50,0	357

(*) Dados provisórios

Fonte: IOC, <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2020/12/HO-W901-23-11-2020-C.pdf>

2.2.3. Contexto Nacional: Produção, Comércio e Consumo

Para uma análise mais detalhada, foi elaborado um gráfico com dados estatísticos do INE relativos a 2013-2020, por regiões e para o continente (Figura 10). A Área Metropolitana de Lisboa, o Algarve e as Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores foram excluídos, uma vez que os valores são aí muito reduzidos.

No caso português, tem existindo uma oscilação de valores de produção ao longo dos últimos oito anos. Os valores mais elevados foram registados em 2019, com mais de 800 mil toneladas de azeitona produzida e mais de 1 milhão e 500 mil hectolitros de azeite produzido. Em contraste, em 2016 foi o ano com menores valores de produção de azeitona e azeite, com aproximadamente 500 mil toneladas de azeitona e 750 mil hectolitros de azeite produzidos. Em média foram produzidas 683 251 ton de azeitona e 1 098 514 hl de azeite, cabendo ao Alentejo, respetivamente 72,7% e 75,3%.

O Alentejo é a região com valores mais elevados de produção de azeitona e de azeite. Apesar das oscilações interanuais, representa hoje perto de 78% da produção de azeitona, quando em 2013 essa % era de aproximadamente 66%. Em 2019, com cerca de 700 mil toneladas de azeitona foram aí produzidos mais de 1 milhão e 200 mil hectolitros de azeite (82% da produção no continente), em resultado dos investimentos no olival intensivo e superintensivo e na construção de novos lagares. Em 2014 registaram-se os valores mais baixos de produção no período considerado: cerca de 300 mil toneladas de azeitona e 450 mil hectolitros de azeite (Figura 10).

Utilizando a relação entre a produção de azeitona, bagaço húmido e bagaço seco referida por Caetano (2020), Azeite (2019) e Tomás (2018) pode estimar-se que, no período 2013-2020. A produção média anual de 683.251 ton de azeite, gerou cerca de 546 600 ton de bagaço húmido, que pode decompor-se em aproximadamente 186 000 ton de bagaço seco e 360 000 ton de água.

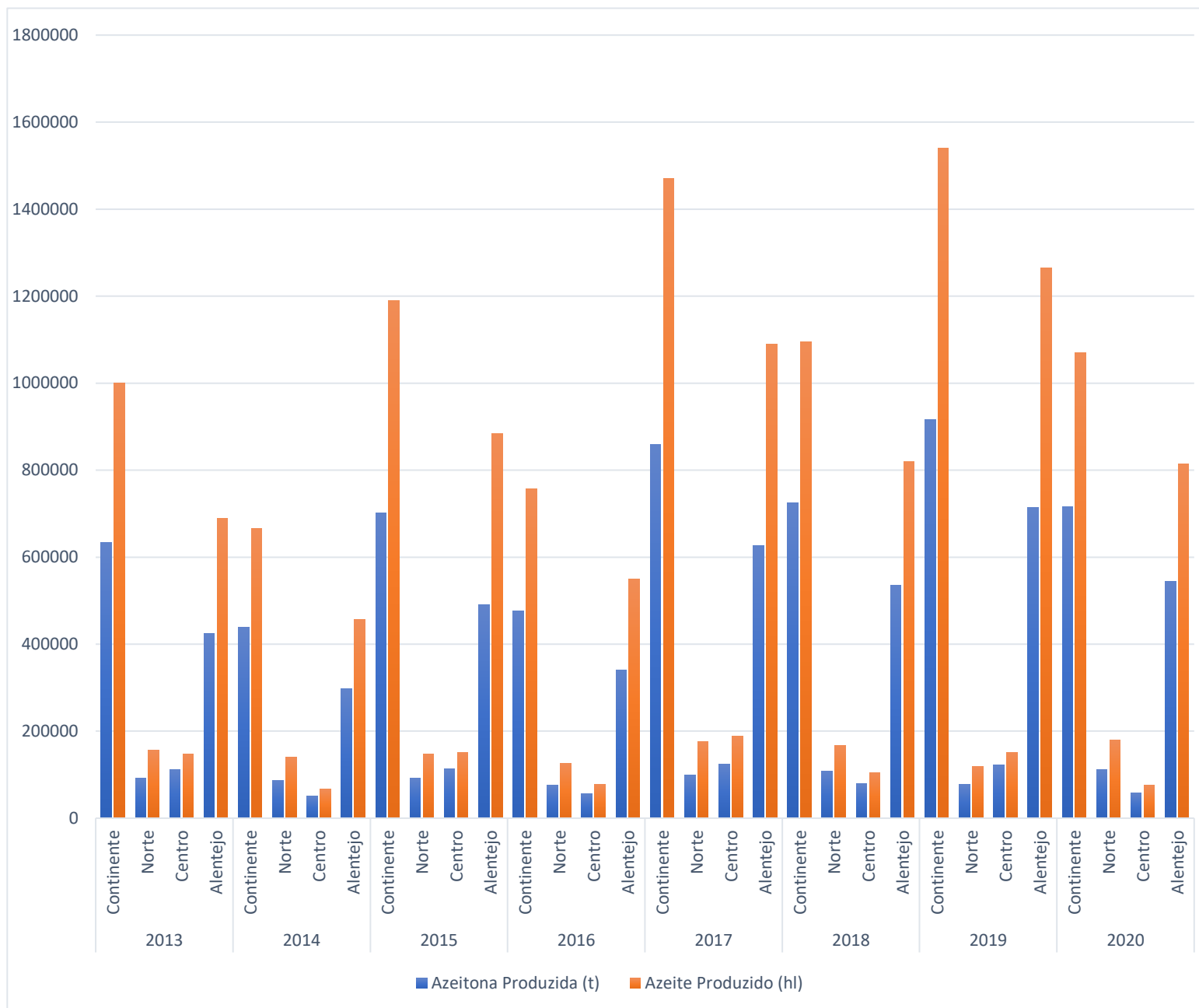


Figura 10 - Azeitona (ton.) e Azeite (hl) produzidos em Portugal, por regiões (Fonte: Elaboração Própria a partir do INE).

Outro aspeto relevante diz respeito à importância das importações e exportações de azeite em Portugal. Segundo os dados estatísticos do INE de 2010 a 2020, os valores das importações de azeite em Portugal duplicaram, passando de 70 mil toneladas em 2010 para 140 mil toneladas em 2020; em valor, as importações de azeite registaram maiores oscilações, refletindo variações nos preços (Figura 11).

A partir de 2015, constata-se que os valores das exportações são sempre superiores às importações. Ao longo dos anos assiste-se a um aumento constante das exportações de azeite em Portugal. Em 2010, rondavam as 44 mil toneladas, mas em 2020 já superavam as 200 mil toneladas; em valor também mais do que quadruplicaram. Nas importações a evolução foi menos acentuada, assistindo-se, ainda assim, a uma duplicação dos valores monetários e das quantidades (Figura 11).

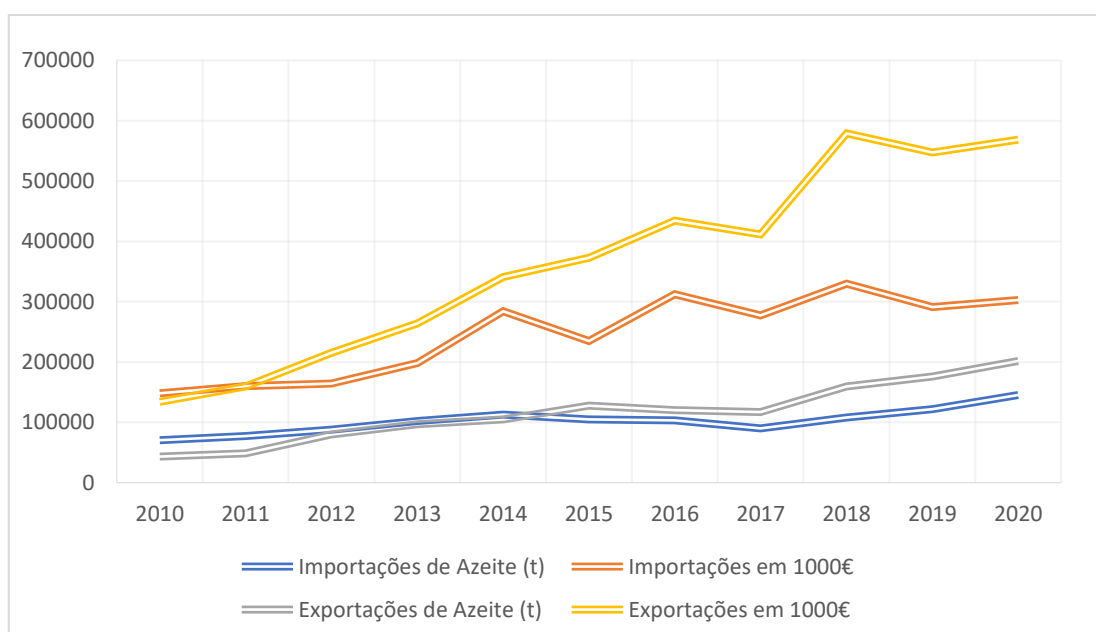


Figura 11- A Importação e Exportação de Azeite em Portugal (Fonte: Elaboração Própria a partir do INE).

No que diz respeito aos lagares em Portugal Continental, segundo os dados estatísticos do INE, constata-se que o seu número registou uma quebra bastante acentuada. Em 1995, o número total de lagares no continente português era de 1125 e no ano mais recente (2020) esse número caiu para 461 (Figura 12). Contudo, trata-se de um processo de modernização que se traduziu no encerramento de muitos lagares tradicionais dos três tipos considerados, ao mesmo tempo que surgem unidades maiores e tecnologicamente avançadas. O tipo de lagar predominante é o industrial, por oposição aos lagares particulares. Ao longo dos anos, independentemente do tipo de lagar existiu uma redução do número de lagares, para aproximadamente menos de metade dos que existiam em 1995 (Figura 12).

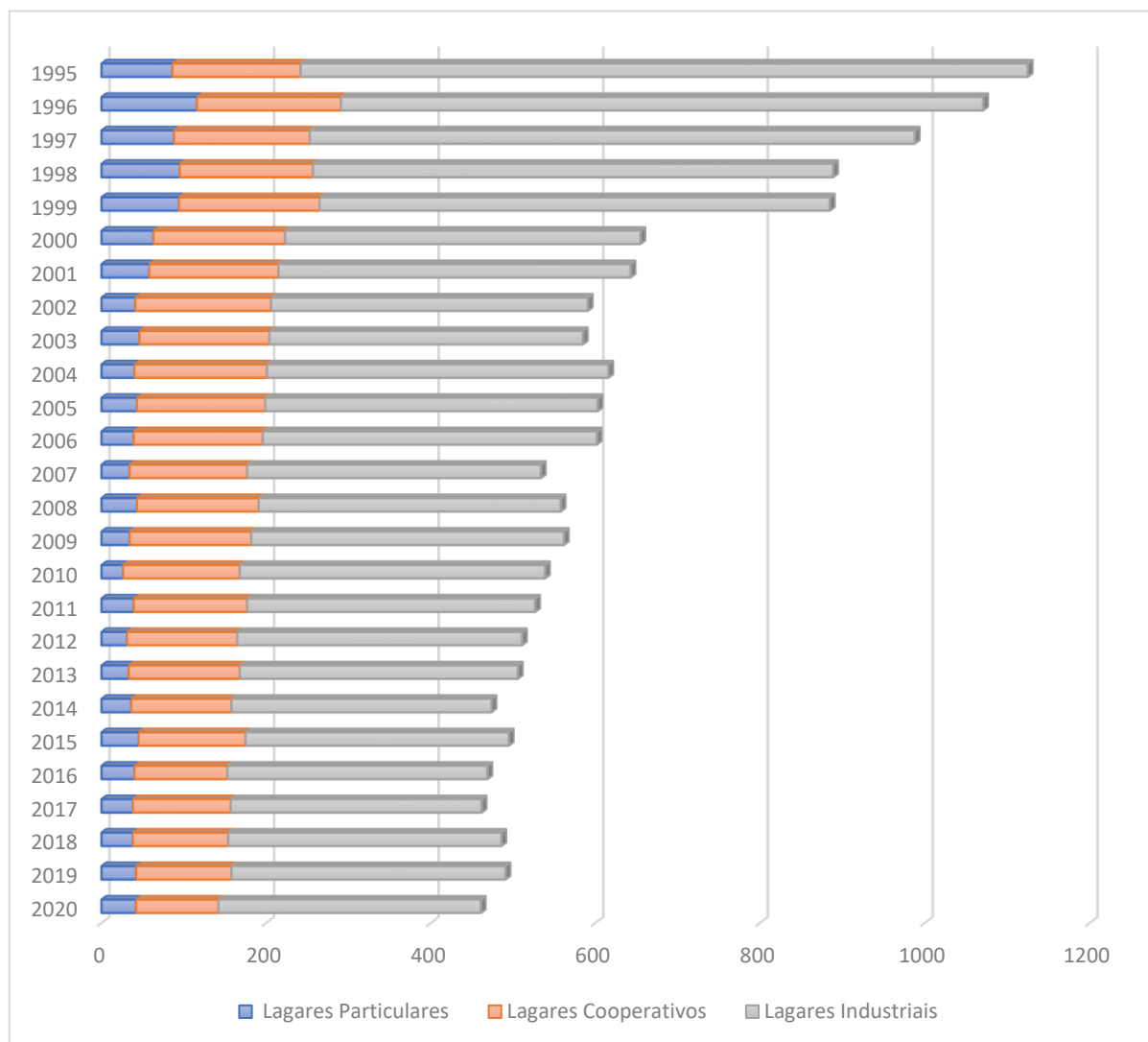


Figura 12- Nº de Lagares de Portugal Continental, por tipo de lagar (Fonte: Elaboração Própria a partir do INE).

Relativamente aos sistemas de extração do azeite, distinguem-se o método tradicional, o contínuo de duas fases e o contínuo de três fases. Ao longo dos anos podemos verificar que existiu uma diminuição acentuada da utilização da extração do azeite pelo método tradicional, sendo que em 1995 existiam 991 lagares e, em 2020, apenas 114 lagares. Por oposição, a extração de azeite através do método de duas fases ganhou importância, passando de 63 lagares em 1995 para 263 lagares em 2020 (Figura 13).

O método de extração do azeite no lagar é bastante importante, pois, influencia o tipo e o volume de determinados desperdícios e subprodutos, sendo que o método onde ocorre a formação apenas de bagaço é na extração por duas fases. Nos outros métodos, para além da formação do bagaço, existe também a formação das águas-ruças. Assim, é importante que tenha existido um decréscimo do uso dos lagares tradicionais e um aumento dos lagares de

duas fases, pois, existe uma menor formação de desperdícios e subprodutos durante o processo de produção do azeite.

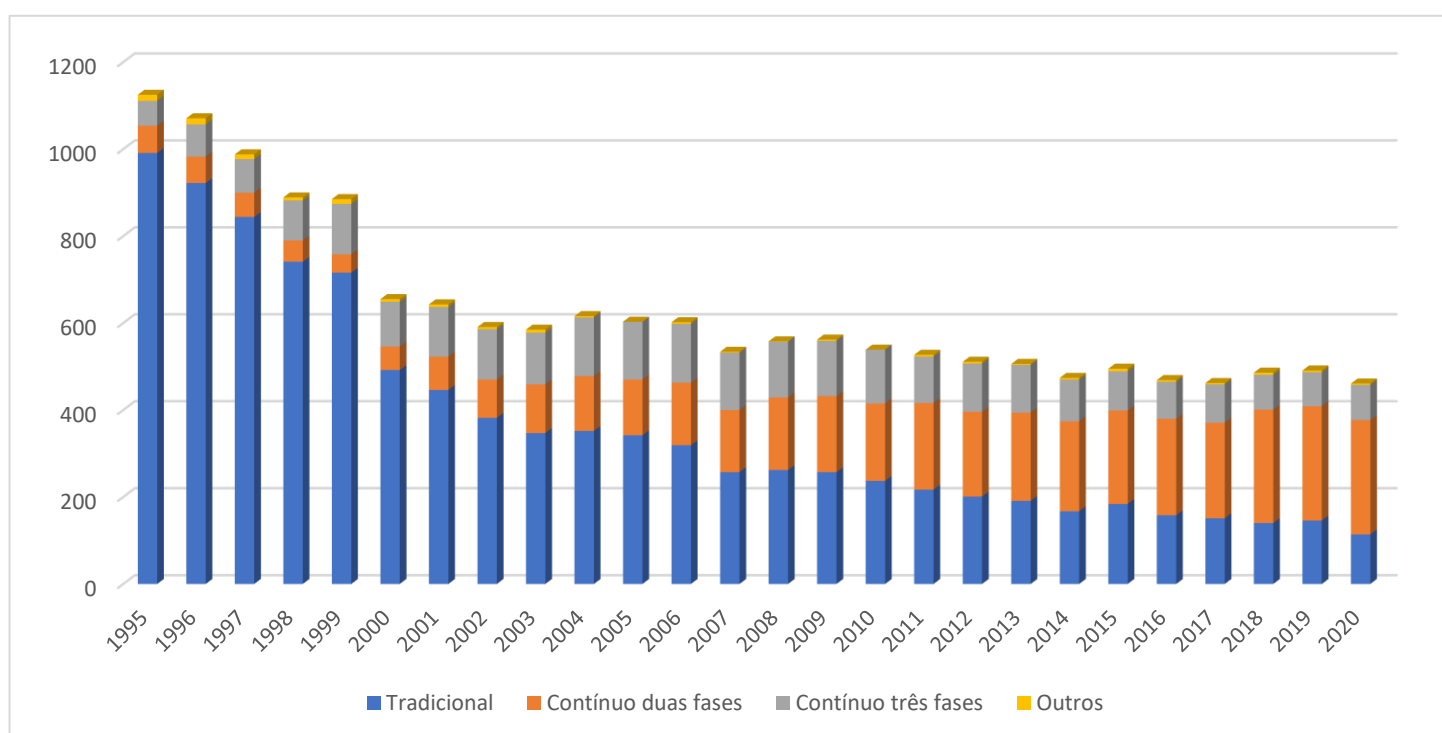


Figura 13- Nº de Lagares em Portugal Continental, por método de extração (Fonte: Elaboração Própria a partir do INE).

2.2.4. Boas Práticas

Nos últimos anos temos assistido a uma preocupação cada vez maior com o ambiente devido principalmente à evidência das alterações climáticas. É fundamental romper com as práticas tradicionais, onde não existia qualquer preocupação com os impactos causados pelos subprodutos da indústria do azeite que, depositados, sem qualquer tipo de tratamento, no mar, rios, lagos e solos provocavam a propagação dos seus compostos tóxicos. Como vimos, surgem tecnologias de valorização dos subprodutos do azeite, como a filtração, a bio refinaria, a pirólise, a digestão anaeróbia e a compostagem que pretendem reaproveitar os subprodutos (bagaço e águas-ruças), na própria indústria do azeite, ou outras, como são os casos das indústrias farmacêutica, alimentar e cosmética.

Neste sentido, para aproveitar as propriedades benéficas dos resíduos e subprodutos da indústria do azeite, podemos utilizar a tecnologia da filtração. A filtração consiste em transformar os resíduos da indústria do azeite numa fonte de compostos bioativos através do uso de membranas seletivas, tendo como finalidade recuperar substâncias e criar um vapor de água mais limpo e menos prejudicial para o ambiente (Cedola et al., 2020).

Outra solução para a valorização dos subprodutos passa pela utilização da bio refinaria, que converte a biomassa em energia (por exemplo, combustíveis, eletricidade e calor) ou através do processamento sustentável de biomassa num espectro de produtos vendíveis, nomeadamente, alimentos, rações, materiais e químicos (Darzins et al., 2010). A bio refinaria é utilizada para criar produtos a partir de diferentes matérias-primas como a biomassa lignocelulósica, biomassa de algas, de resíduos alimentares, resíduos tratados com micróbios, adubos e biocombustíveis (Ubando et al., 2019). A bio refinaria pretende ser mais sustentável valorizando as tecnologias verdes, que evitam o desperdício, contribuindo para melhorar, neste caso, a indústria do azeite. O uso da bio refinaria na indústria do azeite tem como principal objetivo, reutilizar os resíduos do azeite e criar novos produtos. Deste modo, permite que existam menos desperdícios contribuindo para a mitigação do problema da indústria, favorecendo o ambiente e a economia. A bio refinaria assenta no modelo de economia circular, tendo em consideração os objetivos da Agenda 2030. Este sistema permite um tratamento mais eficaz dos vários subprodutos gerados durante a colheita da azeitona e da produção de azeite através de uma linha de tratamento interligada nos lagares de azeite (Gullón et al., 2020).

Através da tecnologia de pirólise, podem ser retiradas diferentes propriedades, pela decomposição do composto em contacto com altas temperaturas, originando uma alteração da estrutura molecular. Este processo tem várias etapas, sendo que a água recuperada da segunda fase pode ser reaproveitada para rega após um tratamento para regular o pH, que é ácido. Na terceira fase desenvolvem-se várias substâncias que podem ser reaproveitadas de diversas formas, nomeadamente, a parte sólida pode ser utilizada como biofertilizante, pois, é rica em potássio e em fósforo. A parte gasosa tem grandes concentrações de metano e pode ser reaproveitada como fonte de aquecimento do pirólizador. A parte líquida pode ser utilizada como combustível verde ou misturada com petróleo, podendo mesmo ser utilizada no lagar de azeite para as diferentes fases do processo, como produção de óleo, lavagem da azeitona e processo de extração.

Segundo um estudo de Jeguirim et al., 2020, o principal objetivo era converter as águas utilizadas na indústria do azeite em fontes para irrigação, criação de biocombustíveis e biofertilizantes através da tecnologia de pirólise. Este revelou resultados positivos, obtendo-se um rendimento e produção de bio óleo de 36%, tornando a pirólise numa tecnologia promissora para tratar os resíduos da indústria do azeite, principalmente para a produção de bio óleo (Jeguirim et al., 2020).

Outra tecnologia alternativa para o tratamento dos resíduos da indústria do azeite, mais sustentável, com menor impacto para o ambiente e que gera valor económico é a digestão anaeróbia. Esta é considerada um dos processos tecnológicos mais inovador e sustentável, capaz de valorizar os subprodutos do azeite. Apresenta diversas vantagens, principalmente a diminuição de substâncias orgânicas, redução do aumento de nutrientes para a degradação dos substratos, a produção de lodo estabilizado e a produção de biogás (Batuecas et al., 2019). O processo de digestão anaeróbia ao reutilizar os subprodutos do azeite, nomeadamente, o

bagaço e a água-ruça, estes podem ser convertidos em biogás recuperando energia. Esta pode ser utilizada na produção de azeite e a matéria orgânica proveniente do processo de digestão anaeróbia pode ser utilizada como fertilizante. Deste modo, o processo de digestão anaeróbia rege-se pelos princípios da economia circular, contribuindo para o fecho do ciclo, reaproveitando os resíduos e a energia.

A compostagem é uma alternativa potencial para a valorização dos subprodutos da indústria do azeite, mas é necessário ter em consideração os seguintes fatores: a razão C/N (quantidades de carbono e azoto), a humidade, o arejamento e a temperatura. Podemos retirar algumas vantagens da utilização da compostagem, pois, não é um método dispendioso ao nível de tecnologia e potencia a produção agrícola, uma vez que está isento de agentes patogénicos (Aproveitamento Agrícola dos Subprodutos do Sector do Azeite, 2020; Muktadirul Bari Chowdhury et al., 2013).

A compostagem dos subprodutos do azeite pode contribuir com vários benefícios para o solo. Através da compostagem vários nutrientes voltam a penetrar o solo, tornando-o mais fértil, menos erodido e compacto e com maior capacidade de retenção de água. Deste modo, a compostagem é um método sustentável e económico, porque reduz a aplicação de fertilizantes nos solos, contribui para a diminuição do uso de água (uma vez que o solo vai ter maior capacidade de retenção) e promove o seu enriquecimento e resiliência, aumentando a capacidade de cultivo (Aproveitamento Agrícola dos Subprodutos do Sector do Azeite, 2020).

Com o objetivo de identificar a relação entre o preço e as tecnologias, foi elaborado um esquema síntese (Figura 14), onde podemos afirmar que quanto mais tecnologia é necessária para o tratamento/ valorização dos subprodutos mais inviável se torna em termos económicos, uma vez que as máquinas e todo o processo são bastante dispendiosos.



Figura 14 - Relação entre preço e tecnologias de valorização dos subprodutos da indústria do azeite (Fonte: Elaboração própria a partir de (Kuisma et al.,).

2.3. A Indústria do Amêndoa

2.3.1. A Problemática da Indústria da Amêndoa

A amêndoa é um fruto seco produzido e consumido tradicionalmente nas regiões do mediterrâneo. O consumo de amêndoa proporciona vários benefícios para a saúde humana devido aos seus compostos e propriedades (Monagas et al., 2007).

O miolo da amêndoa é rico em proteínas (9% a 35%) hidratos de carbono (14% a 28%), minerais (potássio, fósforo, cálcio, zinco, manganês, sódio, magnésio, cobre), óleo, fibras, vitaminas (E, A, B1, B2 e B6), ácido fólico, não contém glúten, é baixo em açúcares, contém gorduras insaturadas, ácidos gordos monoinsaturados e polinsaturados (oleico e linoleico) e é rico em energia (6 Kcal/g). São uma excelente fonte de compostos bioativos e antioxidantes, que contribuem para melhorar o sistema nervoso, prevenir doenças cardiovasculares, cancerígenas, diabetes e têm uma forte ação antimicrobiana (Akubude et al., 2016; Monagas et al., 2007; Ramalhosa et al., 2007; Roncero et al., 2020).

Neste contexto, o consumo aumentou devido ao interesse dos consumidores pela amêndoa enquanto fruto seco e também devido ao aumento da produção de bebidas alternativas ao leite. A expansão do consumo conduziu à produção de toneladas de resíduos, principalmente, casca verde e casca interior (Monagas et al., 2007). Segundo Roncero et al., (2020) a produção anual mundial de amêndoa pode chegar aos 3 milhões de toneladas, formando-se enormes quantidades de resíduos de difícil degradação, tornando-se um problema ambiental (Roncero et al., 2020). Atualmente, a Califórnia é o maior produtor mundial de amêndoa (~80% da produção mundial) e estima-se que exista uma produção anual de 1,8 milhões de toneladas de casca verde e 0,68 milhões de toneladas de casca interior. Podemos concluir, que 80% do peso total da colheita de amêndoa é composto por casca interior que não tem qualquer uso (Fernandez-Bayo et al., 2020; Pirayesh & Khazaeian, 2012; Pragya et al., 2013).

Na indústria da amêndoa podemos identificar três subprodutos: a casca verde (cascarão), que corresponde à parte exterior do fruto, a casca interna do fruto e a película ou pele (Figura 15). A casca verde, é rica em açúcares (24 e 34%), pobre em proteínas (2-10%), com teores moderados a altos de fibra (10-29% de fibra bruta), rico em lenhina com valores frequentemente superiores a 10% em matéria seca. A composição do subproduto varia consoante o tipo de cultivo, colheita e processo utilizado. Devido às condições climáticas, principalmente chuva, o valor energético e o conteúdo em açúcares também podem ser reduzidos. A casca interior do fruto, é rica em celulose (39%), hemicelulose (29%) e lenhina (~30%) (DePeters et al., 2020; Li Xuemin, Liu Yinan, Hao Jianxiu, 2018)(Feedipedia, n.d.).

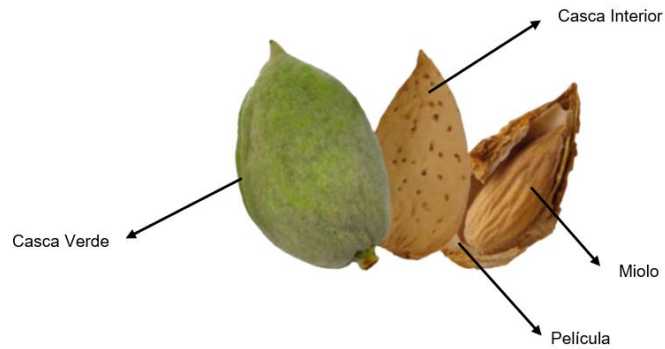


Figura 15 - Estrutura do fruto seco amêndoa (Adaptado de: (Prgomet et al., 2017))

Os subprodutos gerados pela indústria da amêndoa são uma excelente fonte de compostos bioativos, onde os principais são os compostos fenólicos, cuja composição varia entre 38% a 57% de flavonóis e 14% a 35% de glicosídeos de flavonóis. São também ricos em antioxidantes naturais e os níveis energéticos são da ordem dos 16-18 MJ/ Kg (Fonte: <https://www.nutfruit.org/health-professionals/health-research/valorization-challenges-to-almond-residues-phytochemical-composition-and-functional-application>) (Chen et al., 2010; Monagas et al., 2007; Ramalhosa et al., 2007).

Os subprodutos da amêndoa, contêm propriedades antioxidantes sendo utilizados na indústria alimentar para ajudar a controlar o processo oxidativo dos alimentos ou como ingredientes funcionais de suplementos nutricionais (Monagas et al., 2007). (Chen et al., 2010) (Fonte: <https://www.nutfruit.org/health-professionals/health-research/valorization-challenges-to-almond-residues-phytochemical-composition-and-functional-application>).

A casca verde pode ser utilizada para alimentação animal, como fertilizante orgânico na agricultura e para produção de energia (Ramalhosa et al., 2007). A casca interior, pode ter diferentes tipos de valorização, nomeadamente, na produção de carvão ativado, como matéria para fabricação de painéis aglomerados e como fonte antioxidante, de proteína e açúcares (Akubude et al., 2016; Chen et al., 2010). A película ou pele da amêndoa pode ser reaproveitada para a produção de energia através da queima ou para a alimentação animal. Alguns estudos identificam benefícios na película da amêndoa para a saúde humana, nomeadamente, na prevenção de problemas cancerígenos e de colesterol (Ramalhosa et al., 2007).

Nas tecnologias de valorização dos resíduos e subprodutos gerados pela indústria da amêndoa destacam-se, a combustão, a gaseificação, a pirólise e a bio refinaria. Através da combustão é possível desenvolver bioenergia utilizando a biomassa disponível dos resíduos e subprodutos da amêndoa, a gaseificação permite a produção de um gás combustível a partir da matéria-prima lignocelulósica; a pirólise conduz à produção de carvão ativado e de biochar e por último, a bio refinaria que transforma a biomassa em produtos/ materiais e combustíveis totalmente biológicos.

2.3.2. Contexto Internacional: Produção, Comércio e Consumo

Ao nível mundial, a produção de amêndoa concentra-se em três regiões principais: Califórnia, alguns países do mediterrâneo e países do médio oriente (Akubude et al., 2016; Jin et al., 2020; Palma et al., 2020; Roncero et al., 2020). Alguns dos países onde a produção de amêndoa também tem ganhado importância são, a Austrália, China, Irão, Marrocos, Grécia, Síria, Tunísia, Paquistão e Turquia. A Califórnia registou um grande aumento na área de cultivo, passando de 283280 hectares em 2005 para 538232 hectares em 2017 (Akubude et al., 2016; Jin et al., 2020; Roncero et al., 2020).

Através de dados estáticos, é possível afirmar que entre 2012/13 e 2019/20 ocorreu um aumento significativo da produção mundial de amêndoa, passando de 1045,19 mil toneladas métricas para 1480,86 mil toneladas métricas, registando-se o valor mais baixo em 2014/15 (Figura 16). Este aumento da produção mundial de amêndoa, revela uma maior procura deste fruto seco por parte dos consumidores.

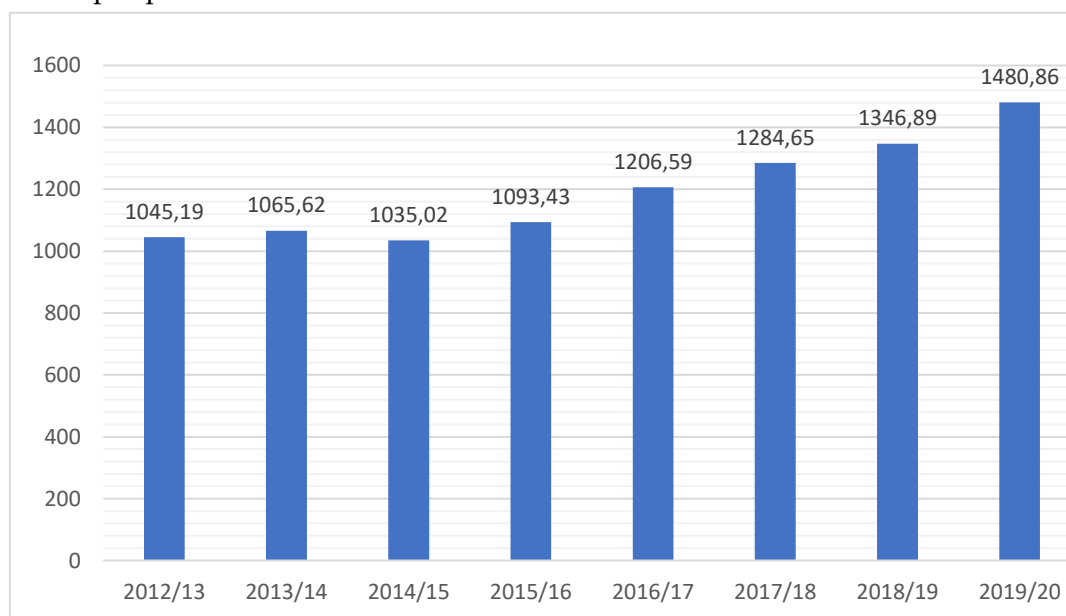


Figura 16 - Produção Mundial de Amêndoa (1000 toneladas métricas) (Fonte: Elaboração Própria a partir de <https://www.statista.com/statistics/632829/almond-production-worldwide/>)

Em termos globais, os Estados Unidos da América destacam-se como o maior produtor mundial de amêndoa (78%), seguindo-se União Europeia (9%), Austrália (8%), China (3%), Turquia (1%) e Outros (1%) (Figura 17).

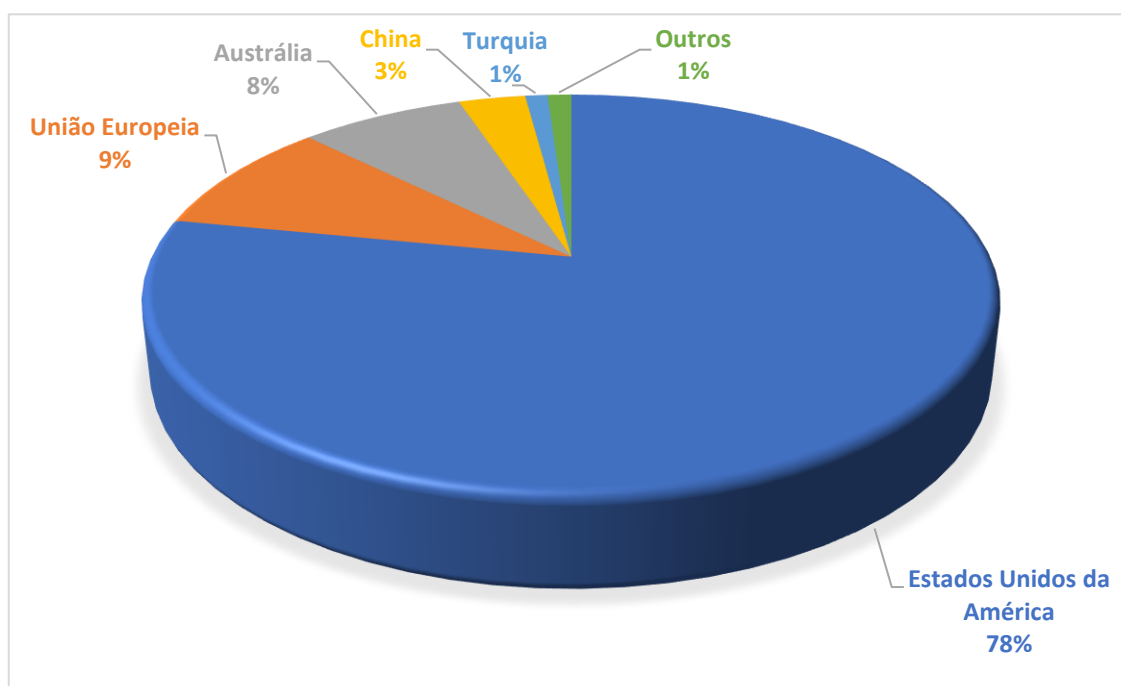


Figura 17- Repartição da Produção Mundial de Amêndoa (2019/20), por países produtores, em % (Fonte: Elaboração Própria a partir de <https://www.statista.com/statistics/632865/almond-production-worldwide-by-country/>).

2.3.3. Contexto Nacional: Produção, Comércio e Consumo

Podemos afirmar que a amêndoa, foi um fruto seco com destaque em Portugal ao nível da produção e exportação, sendo que ao longo do tempo, devido a vários fatores, como por exemplo, o aparecimento de novos mercados (como é o caso da Califórnia) e o despovoamento do interior, começou a tornar-se difícil competir com outros mercados que praticavam preços mais reduzidos (Azevedo et al., 2020). Assim, a produção de amêndoa em Portugal perdeu importância com o tempo, uma vez que não conseguiu competir com as grandes potências mundiais. Mas, a amêndoa é um fruto com bastante interesse tanto ao nível económico como cultural em Portugal (Azevedo et al., 2020; Ramalhosa et al., 2007).

Contudo, mais recentemente voltou a aumentar a área de amendoeira, com destaque para o Alentejo, o Algarve, a Beira, Alto Douro, Trás-os-Montes e o Ribatejo (Azevedo et al., 2020; Planta et al., 2021; Ramalhosa et al., 2007), onde existem as condições climáticas mais favoráveis ao cultivo. Segundo Planta et al., (2021) a área plantada de amendoeira tem registado uma taxa de crescimento na ordem dos 15 a 20% ao ano e estima-se que os valores de produção até 2025 dupliquem. Portugal produz atualmente mais de 30 mil toneladas/ano de amêndoa

(tabela 2) e num futuro próximo prevê-se um aumento para 50 mil toneladas, o que se traduz em grandes quantidades de subprodutos gerados pela indústria da amêndoa; em 2010 estimou-se que a quantidade de subprodutos da indústria da amêndoa rondava os 70-85% do produto (Feedipedia, n.d.)(Planta et al., 2021). Nesta base, em 2020, é razoável admitir a geração de cerca de 25 000 ton de subprodutos. Um estudo recente (Rodrigues et al, 2020) considera que a quantidade de amêndoa com casca que é britada corresponde a cerca de 60% da produção (a restante é comercializada com casca), e que, dessa, cerca de 75% é casca. Tomando por referência a produção nacional de amêndoa com casca em 2020 (31 610 ton), e admitindo que cerca de 60% (19 000 ton) seja britada (a restante será comercializada com casca), pode admitir-se que se gerem cerca de 14 225 ton (75%) de casca após britagem. Sendo expectável que as áreas plantadas continuem a aumentar, e sobretudo que a produtividade possa melhorar bastante, é razoável admitir que este valor registe crescimentos acentuados nos próximos anos.

Tabela 2 - Evolução da produção de amêndoa (em toneladas) em várias regiões de Portugal (1986 - 2020).

	1986	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Portugal	35144	46458	23552	16737	11740	7011	10090	31610
Norte	25882	35343	20483	14296	9913	5601	7569	13567
Beiras	805	1257	797	554	402	436	649	3762
Ribatejo e Oeste	55	73	94	97	72	60	45	165
Alentejo	189	253	298	120	74	200	1044	13251
Algarve	8213	9532	1880	1670	1279	714	783	865

Fonte: INE, Estatísticas da Produção Vegetal.

Entre 2007 e 2017 o consumo de amêndoa em Portugal mais do que duplicou, passando de cerca de 3 mil para aproximadamente 7 mil toneladas.

Através da tabela 3 podemos conhecer a evolução da área de amendoal (em hectares) nas várias regiões de Portugal, entre 1986 e 2019. Em 2019, destacam-se a região do Norte com cerca de 22 000 ha de amendoal, seguida do Alentejo com 11 984 ha. Ao longo dos anos em Portugal, a área de amendoal tem apresentado algumas oscilações. O ano com menor área de amendoal foi 2010, mas entre 2010 a 2019 a área de amendoal em Portugal quase duplicou, tendo passado de 27 mil hectares para aproximadamente 44 mil hectares.

Tabela 3 - Evolução da área de amendoal (ha) em várias regiões de Portugal (1986 – 2019).

	1986	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Portugal (Total)	41445	42300	41512	37923	33763	26842	30151	43497
Alentejo	680	695	505	652	453	886	1702	11984
Algarve	16053	16383	15519	13713	13092	7515	7398	7423
Beira	2934	2994	2510	1400	1170	1056	1121	2005
Norte	21585	22029	22763	21994	18933	17310	19856	21875
Ribatejo	193	199	224	164	115	75	74	210

Fonte: Doll, D.A., Freire de Andrade, J. & P. Serrano, P., (2021)

A tabela 4 representa a produtividade média de miolo de amêndoa em Kg por ha nas regiões predominantes em Portugal, entre 1986 e 2019. Em 2019, destaca-se o Alentejo com 1.314 Kg/ha, seguido da Beira com 874 Kg/ha. De salientar que de 2010 a 2019 houve um claro aumento da produtividade média de miolo de amêndoa, passando de 261 Kg/ha para 771 Kg/ha em 2019.

A área de amendoal em Portugal tem registado um crescimento favorável nos últimos 35 anos (cerca de 5%), com destaque para o Alentejo e Beira (Planta et al., 2021).

O Alentejo foi a região que registou uma maior expansão da área de amendoal (entre 2000-2019), tendo passado de 652 ha para 11 984 ha (Tabela 3). Segundo Planta et al., (2021), esta expansão está relacionada com a proximidade a acessos de água, das zonas de regadio do perímetro da albufeira do Alqueva. A disponibilidade hídrica aliada à utilização das novas tecnologias e métodos de produção mais modernos, potenciam uma maior produtividade no amendoal.

Tabela 4 - Produtividade média em miolo de amêndoa em Kg por ha nas regiões predominantes em Portugal (1986 – 2019).

	1986	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Portugal (Total)	441	543	567	441	348	261	335	771
Alentejo	278	364	590	184	163	226	614	1314
Algarve	512	582	121	122	98	95	106	149
Beira	408	621	518	396	344	760	925	874
Norte	723	783	623	650	524	324	381	743
Ribatejo	285	367	420	591	626	800	606	529

Fonte: Doll, D.A., Freire de Andrade, J. & P. Serrano, P., (2021)

No que diz respeito às importações e exportações de amêndoa com casca, verifica-se que têm na maior parte dos anos valores relativamente baixos. Ao nível das importações de amêndoa com casca, 2019 representa o ano com o valor mais elevado, com 1359 toneladas. Relativamente às exportações, estas tiveram um aumento exponencial em 2019 e 2020, com 14 287 toneladas e 16 555 toneladas respetivamente (Figura 18).

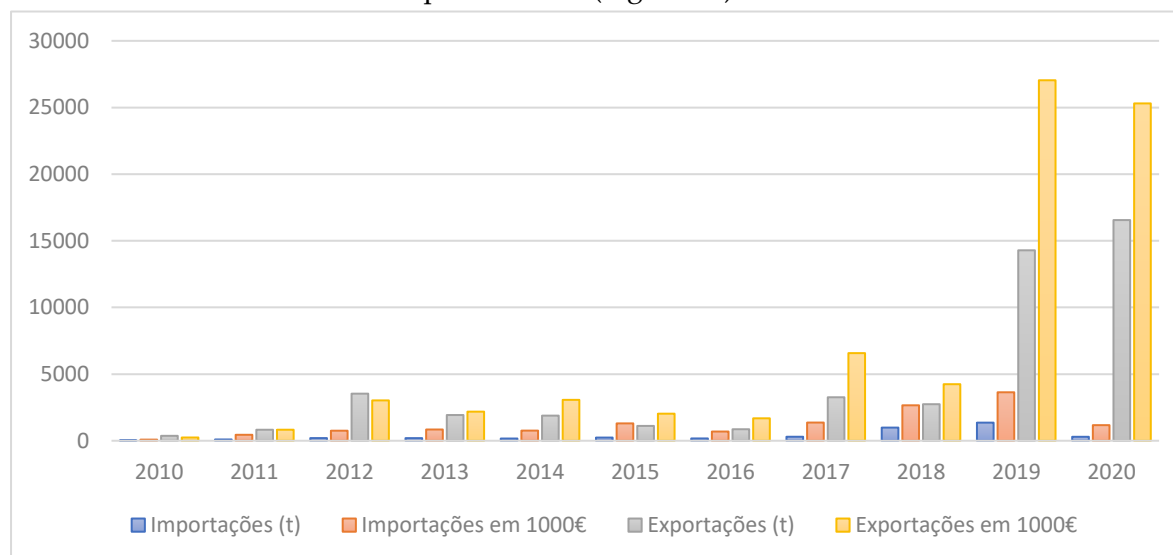


Figura 18- Importação e Exportação de Amêndoa com Casca, em toneladas e em milhares de euros (Fonte: Elaboração Própria a partir do INE).

Na importação e exportação de amêndoa sem casca, os valores das importações e exportações também são reduzidos. O valor de importações mais elevado registou-se em 2018 com 3905 toneladas, e nas exportações destaca-se 2019, com 1269 toneladas. O valor monetário das importações destaca-se ultrapassando 25 milhões de euros em 2019 (Figura 19).

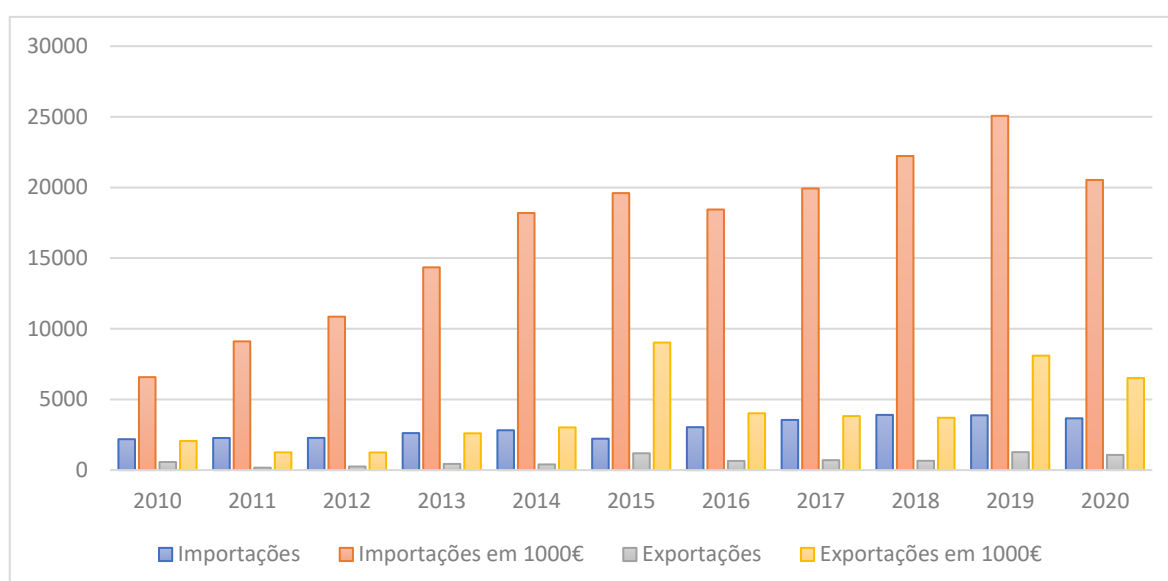


Figura 19- Importação e Exportação de Amêndoa sem Casca, em toneladas e em milhares de euros (Fonte: Elaboração Própria a partir do INE).

2.3.4. Boas Práticas

Os subprodutos gerados pela indústria da amêndoa podem ser valorizados de diversas formas aproveitando as propriedades benéficas dos diferentes subprodutos. Deste modo, existem algumas indústrias onde é possível a sua valorização, nomeadamente, as indústrias alimentar, farmacêutica e de cosmética. Atualmente os tipos de valorização mais comuns são para alimentação animal e produção de energia. Para tal, podem ser utilizadas tecnologias como a combustão, a pirólise, a gaseificação e a bio refinaria (Monagas et al., 2007; Ramalhosa et al., 2007).

Os subprodutos da amêndoa são uma excelente fonte de energia, podendo ser utilizados para o desenvolvimento de bioenergia, sendo que a tecnologia mais simples de gerar energia calorífica é a combustão (Chen et al., 2010).

Outro meio tecnológico de valorização dos subprodutos da indústria da amêndoa é a gaseificação. Estes resíduos em contacto com altas temperaturas sofrem alterações na sua composição dando origem a um gás combustível. Esta tecnologia apresenta algumas desvantagens, sendo a principal os efeitos poluentes para o ambiente devido aos gases libertados. Outras desvantagens prendem-se com o elevado gasto de energia necessário e o difícil transporte do gás produzido, não se tornando assim viável a nível técnico e económico (Chen et al., 2010).

A pirólise é uma tecnologia utilizada para a valorização da casca interior da amêndoa. Esta técnica permite o desenvolvimento de carvão ativado, sendo este um dos métodos de valorização mais comum para uso não energético dos subprodutos da amêndoa e também para o desenvolvimento de biocombustíveis. Durante o processo tecnológico da pirólise ocorre a formação de um novo subproduto, o biochar. Este pode ser reaproveitado como aditivo para o solo, uma vez que potencia a captura do carbono e ajuda a melhorar o solo e a absorver os seus poluentes. A pirólise apresenta algumas desvantagens que se prendem com a difícil limpeza dos bio óleos que ficam presos no sistema, o gás pirolítico que contém grandes quantidades de partículas de cinzas poluentes para o ambiente e a quantidade elevada de energia necessária para o sistema funcionar devidamente (Chen et al., 2010).

A bio refinaria é uma tecnologia utilizada para valorizar a casca verde e a casca interior da amêndoa. Esta tecnologia utiliza a biomassa como matéria-prima e transforma-a em outros produtos/ materiais e combustíveis através de recursos biológicos, tornando-se assim mais sustentável (Chen et al., 2010).

Com o objetivo de economizar tempo e dinheiro, uma solução mais viável para a valorização dos subprodutos da amêndoa, passa por reaproveitar os resíduos nas diferentes fases do processo. Isto é, inicialmente pode ser feito o reaproveitamento dos diferentes compostos presentes na casca verde da amêndoa, retirando as suas propriedades antioxidantes, açúcares e proteínas. E, numa fase posterior, são valorizados os restantes subprodutos para o desenvolvimento de energia, biocombustíveis, onde parte da energia gerada pode ser reaproveitada na própria indústria de processamento (Chen et al., 2010).

Por último, podemos salientar que processos tecnológicos como a fermentação e a digestão anaeróbia são inviáveis para a valorização dos subprodutos da amêndoa devido à sua composição química e física.

Em termos de relação entre a tecnologia necessária e o preço, podemos afirmar que quanto mais complexa for a tecnologia necessária, mais dispendiosa vai ser a sua implementação (Figura 20).



Figura 20 - Relação entre preço e tecnologias de valorização dos subprodutos da indústria da amêndoa (Fonte: Elaboração Própria a partir de (Kuisma et al.,)).

A Produção de Azeite e Amêndoa na Perspetiva dos Produtores

Para conhecer um pouco melhor as transformações nos modos de produção do azeite e da amêndoa, designadamente a adoção de práticas consentâneas com os princípios da economia circular, foram realizadas entrevistas a algumas empresas produtoras. Foram entrevistadas sete empresas produtoras de azeite e seis empresas produtoras de amêndoa. Localizadas maioritariamente no interior do país, as entrevistas decorreram durante o mês de junho de 2021, presencial ou remotamente, consoante a disponibilidade do entrevistado.

Assim, as perguntas efetuadas aos entrevistados pretendiam identificar qual o número de trabalhadores a tempo inteiro e sazonais, número de hectares de cultivo e qual o método preferencial de produção (biológico, intensivo, superintensivo), no caso específico da indústria do azeite, qual o método preferencial de extração no lagar (tradicional, duas ou três fases), quais os maiores desafios que estas agroindústrias enfrentam, que tipo de desperdícios ocorrem durante o processo de produção, quantidade de desperdícios, como lidam com esses desperdícios e que técnicas de valorização utilizam/conhecem.

3.1. Empresas Produtoras de Azeite

Foram realizadas sete entrevistas a produtores/ associações de produtores de azeite nas regiões do interior do país. As empresas tinham idades compreendidas entre 5 e 40 anos (Figura 21).

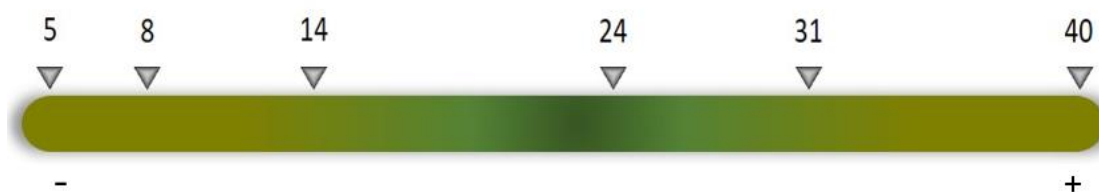


Figura 21 - Idade das Empresas Produtoras de Azeite (Fonte: Elaboração Própria - Entrevistas, junho 2021).

No que diz respeito ao número de trabalhadores fixos na empresa a média é de 7 trabalhadores por empresa. A maioria considera ser um trabalho sazonal, onde na época das podas das árvores e da apanha do fruto são contratados entre 1 a 12 trabalhadores, sendo que este valor é bastante variável, uma vez que está dependente da quantidade de produção de cada ano.

Relativamente à área de cultivo, as dimensões das propriedades das empresas entrevistadas variam entre os 30 hectares e os 180 hectares de terreno, onde as quantidades de produção de azeite estão diretamente relacionadas com o modo de cultivo. Foi possível verificar que o modo de produção biológico é menos rentável que o modo de produção intensivo.

Ao nível da comercialização a maioria das empresas entrevistadas opta pela exportação, onde cerca de 80% da produção de azeite é exportada, destinando-se os restantes 20% ao mercado nacional. A maior parte do azeite é exportado devido ao facto de em outros países existir uma maior valorização deste produto, procurando vários tipos de azeite para consumir com diferentes tipos de pratos e porque valorizam a qualidade do azeite português. Os principais mercados de destino do azeite são a França, a Inglaterra, a Suíça, a Alemanha, os Estados Unidos da América, o Japão, o Brasil, a Dinamarca, a Áustria, a Lituânia, o Reino Unido, a Índia, a Ucrânia, a Suécia, a Holanda, o Luxemburgo e a Espanha (Figura 22).

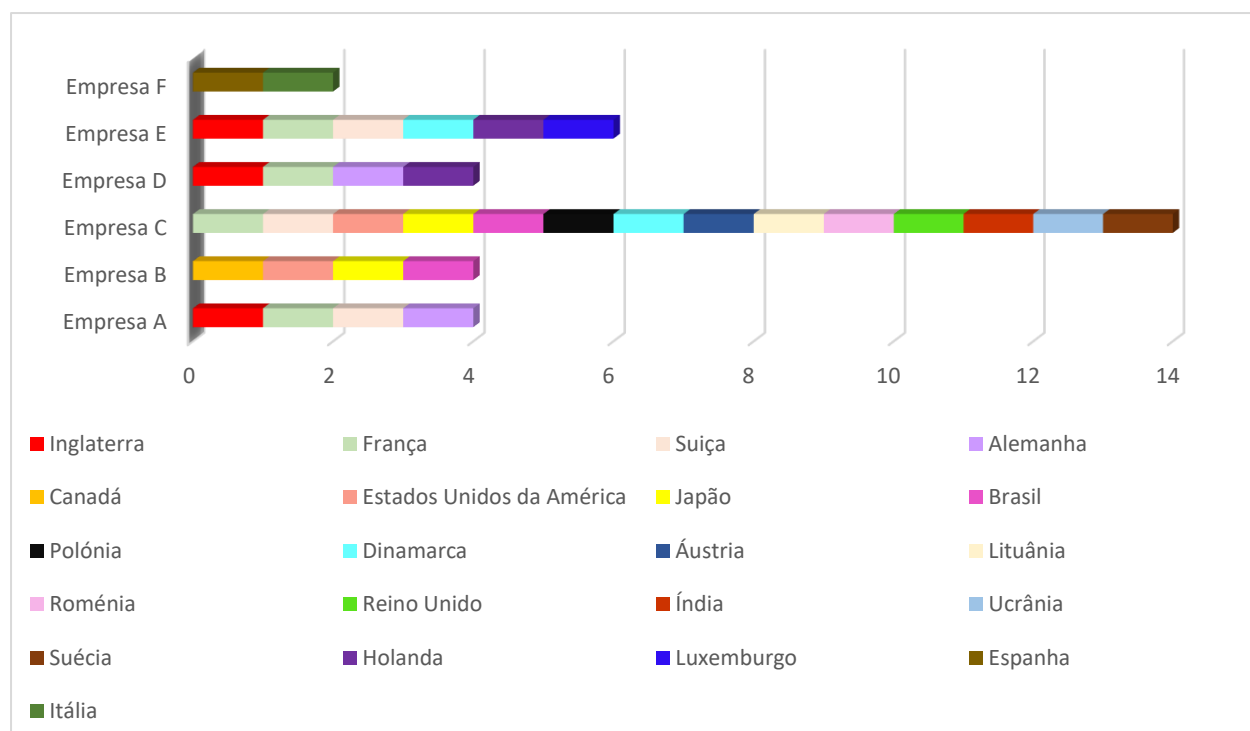


Figura 22 - Principais países de destino do azeite produzido nas empresas entrevistadas (Fonte: Elaboração Própria - Entrevistas, junho 2021).

Segundo os entrevistados foi possível identificar quatro tipos de desperdícios/ subprodutos consoante o método de extração no lagar, isto é, pode ser utilizado o método de extração de duas fases ou de três fases. A maioria dos produtores/ associações de produtores utiliza o método de extração de duas fases, tendo como desperdícios/ subprodutos da produção do azeite, o bagaço, o caroço e os ramos e folhas de poda. Quando é utilizado o método de extração de três fases temos como desperdícios/ subprodutos o bagaço e as águas-ruças. Neste sentido, o objetivo era perceber que métodos de valorização já estão a ser implementadas pelos produtores/ associações de produtores sendo que foi possível identificar três métodos de valorização para os subprodutos/ desperdícios da produção do azeite, nomeadamente, a compostagem com 50%, pellets para aquecimento com 33% e o azeite lampante com 17% (Figura 23).

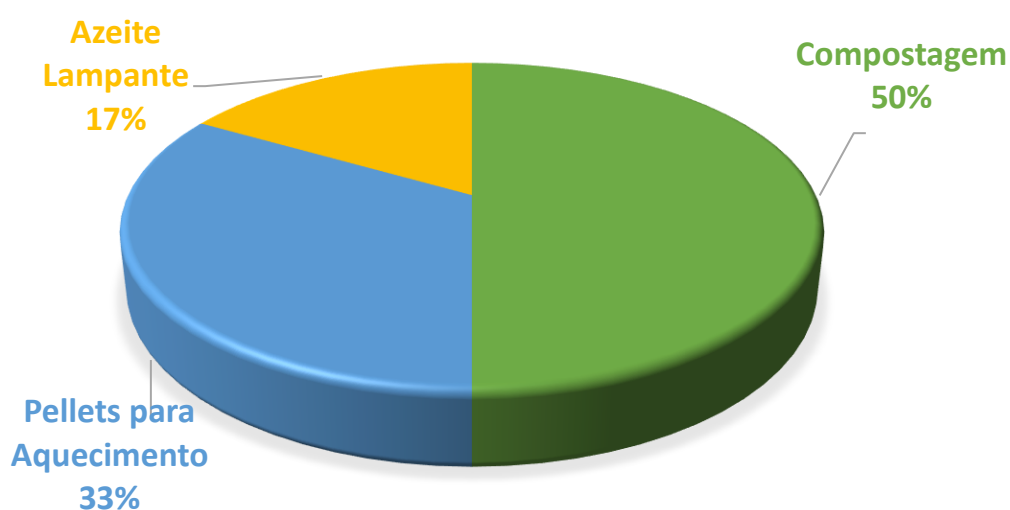


Figura 23 - Métodos de Valorização dos Subprodutos da Indústria do Azeite nas Empresas Entrevistadas (Fonte: Elaboração Própria - Entrevistas, junho 2021).

Os métodos de valorização dos desperdícios/ subprodutos da produção de azeite são extremamente relevantes uma vez que segundo os entrevistados, estes representam entre 80 e 90% das quantidades produzidas.

De uma forma geral, os diferentes entrevistados identificaram os seus maiores desafios na produção de azeite, sendo que os produtores em modo biológico apresentaram maiores dificuldades face ao modo de produção intensivo. Os produtores em modo biológico reconheceram como um desafio o preço mais reduzido do azeite proveniente dos olivais intensivos, o facto de estarem em zonas mais isoladas o que torna mais difícil a sua visibilidade no mercado, os custos de produção mais elevados, a existência de uma maior dificuldade no combate a pragas e a dependência dos recursos e condições climatéricas que a natureza lhes proporciona o que pode afetar o ano de produção e não ter lucro. No que diz respeito aos produtores em modo intensivo um dos desafios é lidar com a contrainformação, que denigre a imagem dos produtores deste modo de produção.

3.2. Empresas Produtoras de Amêndoa

Foram realizadas seis entrevistas a produtores/ associações de produtores de amêndoa a nível nacional com foco nas regiões do interior do país. As empresas tinham idades compreendidas entre 4 e 20 anos (Figura 24).



Figura 24 - Idade das Empresas Produtoras de Amêndoa. (Fonte: Elaboração Própria - Entrevistas, junho 2021).

No que diz respeito ao número de trabalhadores fixos na empresa a média é de 10 trabalhadores por empresa. A maioria considera ser um trabalho sazonal, onde na época das podas das árvores e da apanha do fruto são contratados entre 1 a 50 trabalhadores, dependendo do tamanho da exploração agrícola e da quantidade de produção de cada ano.

Relativamente à área de cultivo, foram entrevistados proprietários de explorações com dimensões entre os 2 hectares e os 16 000 hectares de terreno, onde as quantidades de produção de amêndoa estão diretamente relacionadas com o modo de cultivo e com a dimensão da exploração, ou seja, quanto maior foi a exploração maior a rentabilidade, sendo que o modo de produção biológico é menos rentável que o modo de produção intensivo.

Ao nível da comercialização a maioria das empresas entrevistadas opta pela exportação, sendo que cerca de 90% da produção de amêndoa é exportada, destinando-se apenas 10% ao mercado nacional. Os principais países de destino da amêndoa produzida pelas empresas entrevistadas são a Espanha, seguida da Índia, China, Alemanha, França, Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Suíça e Luxemburgo (Figura 25).

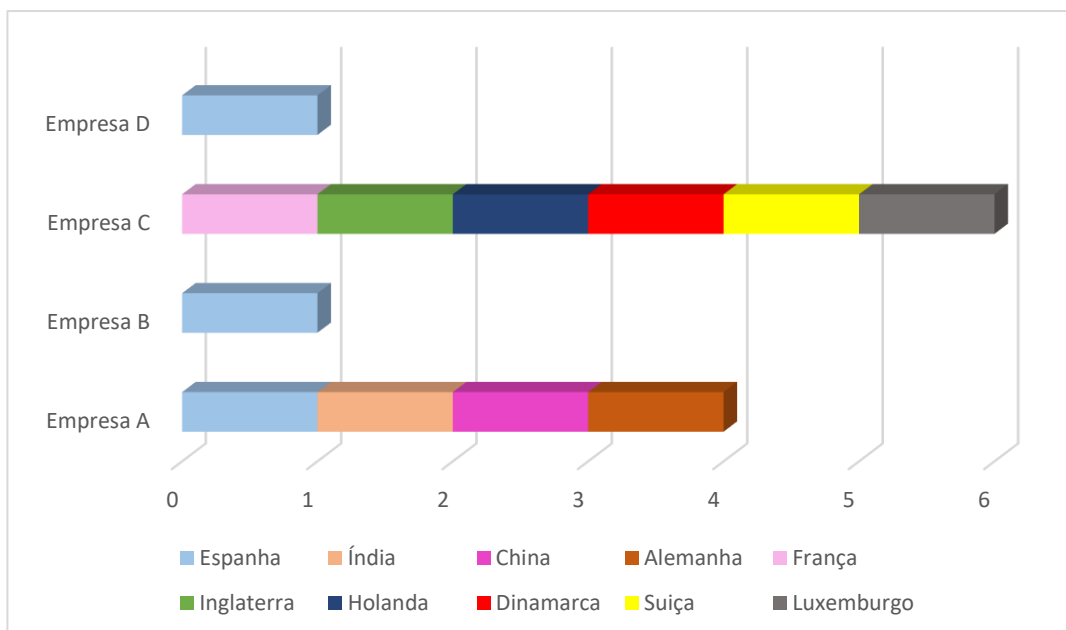


Figura 25 - Principais países de destino da amêndoa produzida nas empresas entrevistadas (Fonte: Elaboração Própria - Entrevistas, junho 2021).

Segundo os entrevistados foi possível identificar quatro tipos de desperdícios/ subprodutos, nomeadamente, a casca exterior designada por capota do fruto ou pele verde, a casca interior, a película e os ramos e folhas de poda. Neste sentido, o objetivo era perceber que métodos de valorização já estão a ser implementadas pelos produtores/ associações de produtores sendo que foi possível identificar três métodos de valorização para os subprodutos/ desperdícios da produção de amêndoa, nomeadamente, a compostagem com 34%, alimentação animal e pellets para aquecimento, ambos com 33% (Figura 26).

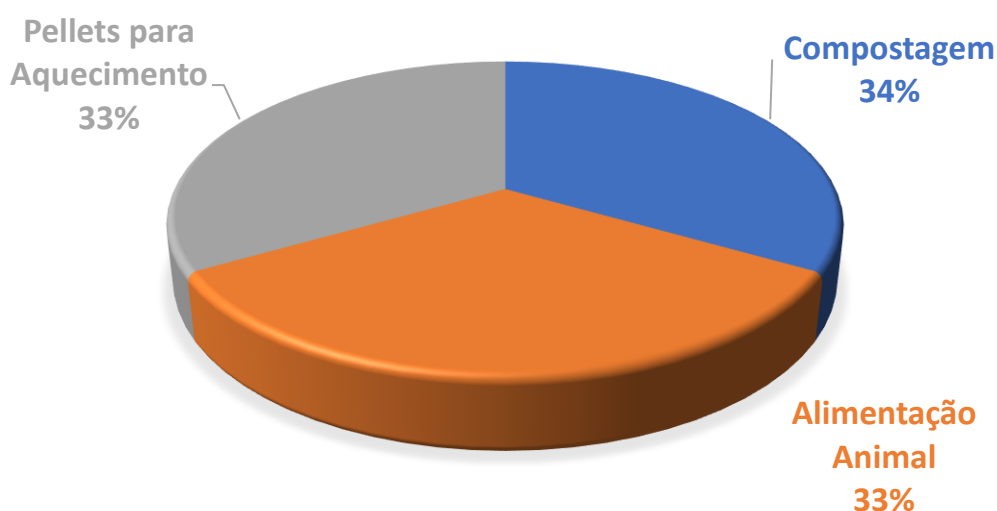


Figura 26 - Métodos de Valorização dos Subprodutos da Indústria do Amêndoa nas Empresas Entrevistadas (Fonte: Elaboração Própria - Entrevistas, junho 2021).

Através dos métodos de valorização dos desperdícios/ subprodutos da produção de amêndoa, pode arranjar-se uma solução eficaz de modo a resolver este problema, uma vez que, anualmente, segundo os entrevistados, podemos contabilizar que em 1kg de fruto cerca de 30% é miolo, 60% casca interior e 10% casca exterior. Um exemplo mais concreto será: 1 hectare corresponde a cerca de 5000kg de produção de amêndoa dos quais, 1500kg são aproveitados (30% de miolo) e os restantes 70% vão corresponder a aproximadamente 3500 kg de desperdícios/subprodutos por hectare; assim, em 15 000 hectares o total de desperdícios/subprodutos será de 52 500 toneladas por campanha.

Em termos de desafios relacionados com a produção de amêndoa os entrevistados identificaram a escassez mão-de-obra, a oscilação dos preços e o trabalho árduo para conseguir satisfazer a necessidade de um nicho de mercado. Outro dos desafios apresentados é a atual existência de poucos produtos homologados, isto é, ainda não serem reconhecidos oficialmente. Mais uma vez as pragas, doenças e o controlo das plantas infestantes são outro desafio também presente na produção de amêndoa em modo de produção biológico, que pode trazer consequências bastante graves para a cultura e para o produtor que corre o risco de perder a sua colheita.

Ao nível da indústria e da produção foi apresentado um desafio que se prende com a dimensão da indústria, ou seja, existe dificuldade por parte da indústria em acompanhar a evolução do cultivo, tornando-se mais complicado dar resposta à quantidade de amêndoa que existe para processar. Por último, a produção de amêndoa em Portugal ainda é uma cultura recente, mas está a tornar-se cada vez mais massificada, sendo que tem que lidar com o mercado espanhol que já é mais conhecedor e que tem um clima mais favorável para o cultivo do fruto. Relativamente à parte comercial também irá surgir um desafio no que respeita ao escoamento da amêndoa nacional uma vez que os canais de distribuição ainda não estão bem alinhados; assim, com o aumento da área de amendoal vai existir um aumento da produção de amêndoa, o que pode trazer alguns problemas nos canais de distribuição do produto. Segundo um entrevistado atualmente o produto está bem cotado, mas prevê-se que nos próximos anos haja uma quebra no valor pago pela amêndoa, por aumentar a oferta em relação à procura.

4.1. Desenvolvimento de Indicadores de Monitorização

De modo a acompanhar a evolução das indústrias do olival e amendoal, no que diz respeito à adoção de práticas sustentáveis compatíveis com os objetivos da economia circular, serão propostos indicadores de monitorização com base no método PC&I (Sustainability Standards with Principles, Criteria and Indicators), sendo este o mais utilizado em todo o mundo e o mais adaptável a qualquer tipo de aplicação, permitindo monitorizar questões relacionadas com a agricultura e a sustentabilidade. Quando é utilizado nesta temática designa-se por SAFE (Sustainability Assessment of Farming and the Environment) (Faria, 2013).

Como o nome PC&I indica, este método baseia-se numa tabela de princípios, critérios, indicadores e valores de referência, que vão ajudar a avaliar e monitorizar um certo plano ou processo relacionado com a sustentabilidade, assente em três componentes específicas: económica, social e ambiental. Os princípios identificam-se com os objetivos gerais a que pretendemos responder, enquanto os critérios correspondem aos objetivos específicos que apontam para uma resposta concreta, positiva ou negativa. É então, através dos princípios e critérios, que serão formulados os indicadores de monitorização. Relativamente aos valores de referência, estes dizem respeito a um intervalo de valores, onde cada valor determinará o nível de sustentabilidade de cada indicador, de modo a permitir ter uma melhor perceção se é ou não preciso melhorar, rumo à sustentabilidade (Faria, 2013).

Assim, o modelo SAFE utiliza sempre uma estrutura hierárquica definida como a ilustrada na figura 27, que tem como principal objetivo avaliar a sustentabilidade na agricultura. O objetivo vai sendo alcançado através da definição dos princípios, critérios, indicadores e dos valores de referência (Sauvenier et al., 2006)



Figura 27 - Estrutura do Modelo SAFE (Adaptado de: Sauvenier et al., 2006)

Tendo em conta que o modelo SAFE está diretamente relacionado com a agricultura sustentável é importante definir este conceito que, segundo Lewandowski et al., (1999) “definiu agricultura sustentável como a gestão e utilização do ecossistema agrícola de forma a manter a sua diversidade biológica, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e capacidade de funcionar, de modo a que consiga assegurar hoje e no futuro, funções económicas e sociais significativas quer no âmbito local e nacional como a níveis globais e não prejudicar outros ecossistemas” (Lewandowski et al., 1999: pp.3). Assim, pressupõe-se que exista uma preocupação e prevenção com o ambiente como um todo, de modo a não comprometer as gerações atuais e as futuras, permitindo assegurar as necessidades do homem e ser eficiente quer ao nível económico como social.

Atualmente existe uma grande necessidade de monitorizar processos em vários contextos, tanto ao nível público como privado. Deste modo, os indicadores de monitorização podem ajudar a resolver situações futuras, relacionadas por exemplo, com o apoio/ financiamento onde as questões da sustentabilidade e da economia circular são valorizadas e caso haja indicadores que sustentem e comprovem uma certa afirmação, será uma grande mais-valia. Assim, os indicadores devem seguir os princípios e critérios traçados inicialmente, mas devemos ter sempre em conta que os indicadores devem ser compreensíveis, pertinentes, exequíveis e mensuráveis (Fundação Nacional da Qualidade, 2014).

A escolha dos indicadores baseia-se no facto de eles poderem ser utilizados na conceção de um sistema de monitorização atendendo às dimensões económica, social e ambiental. Assim, estes indicadores constituem uma medida e ferramenta de avaliação que reflete o progresso em termos de sustentabilidade. Vão para além da questão estatística, permitindo fazer um acompanhamento qualitativo e quantitativo da situação e orientar tendências de evolução. Estes indicadores permitem produzir informação quantificável, apoiar os diversos atores do sistema, na comunicação e tomada de decisões, permitindo até prever o que vai acontecer segundo determinadas tendências. Deste modo, os indicadores de monitorização criados permitem descrever uma *framework*, refletir o estado atual e medir o progresso futuro, acrescentam valor à atividade de monitorização e estão assentes em conhecimento empírico, centrando a informação no que é relevante (Bonisoli et al., 2018; Reid & Rout, 2020; Sauvenier et al., 2006).

Há um conjunto de questões que surgem quando se definem indicadores, nomeadamente, o que é que os indicadores ajudam a atingir? Como devem ser interpretados e comunicados? Estas questões permitem desenhar o panorama atual, acompanhar a evolução dos sistemas e responder à sua monitorização como um todo. Relativamente à interpretação e comunicação dos indicadores, poderá existir alguma dificuldade na comunicação junto dos destinatários, sendo importante que haja uma avaliação prévia por parte de associações para explicar a importância destes parâmetros e o seu significado aos utilizadores.

4.2. Seleção dos Indicadores de Monitorização

O desenvolvimento sustentável exige um equilíbrio entre ambiente e sociedade e os indicadores elaborados devem ajudar a monitorizar/ acompanhar esse equilíbrio. Foram elaborados vinte indicadores de monitorização para as três dimensões, económica, social e ambiental, estando diretamente relacionados com a temática do olival e amendoal, de acordo com o modelo SAFE.

4.2.1. Dimensão Económica

Relativamente à dimensão económica foram criados dez indicadores, sendo que podemos classificar como indicador económico aquele onde os seus princípios e critérios pretendem avaliar a rentabilidade económica de um dado sistema ou que seja diretamente influenciado (Alexandra et al., 2010). Deste modo, os indicadores económicos descritos na tabela 4 permitiram encontrar dados percentuais e de produtividade (hectolitro por hectare), que estão diretamente relacionados com a produção do olival e amendoal.

4.2.2. Dimensão Social

No que diz respeito à dimensão social foram criados três indicadores, sendo que esta dimensão está diretamente relacionada com o contexto e as transformações sociais. Geralmente existe uma maior dificuldade em definir indicadores sociais, uma vez que estes são geralmente mais qualitativos o que os torna mais difíceis de quantificar e definir (Alexandra et al., 2010). Através da tabela 4 os indicadores sociais permitem obter dados em percentagem relacionados com o comportamento do consumidor, as suas preferências relativamente ao consumo de azeite e amêndoa, estando a dimensão social diretamente relacionada com o consumo.

4.2.3. Dimensão Ambiental

Para a dimensão ambiental foram criados sete indicadores. Segundo Van Cauwenbergh et al., (2007) a dimensão ambiental diz respeito às questões ambientais relacionadas com a gestão e conservação dos recursos naturais e os seus fluxos, sendo que podemos considerar como recursos naturais a água, o ar, o solo, a energia e a biodiversidade. Os recursos naturais podem ser medidos através de dois tipos de funções, destacando-se nomeadamente: (1) A função de abastecimento que garante a quantidade e qualidade adequada de recursos utilizados pelos organismos vivos e (2) a função amortecedora que controla os fluxos, garantindo a sua moderação de modo a mitigar os efeitos prejudiciais (Van Cauwenbergh et al., 2007). Assim, os indicadores ambientais descritos na tabela 4 estão diretamente relacionados com o impacto nos solos e o ambiente, permitindo obter dados em percentagem e toneladas por mil hectares relativamente à quantidade de desperdícios, quantidade de subprodutos, uso de fertilizantes e pesticidas, valorização de subprodutos, quer para o olival como para o amendoal.

4.2.4. Descrição dos Indicadores de Monitorização

De seguida passo a explicar detalhadamente o que se pretende obter com cada um dos indicadores:

- a) **Critério: Importância garantida do setor florestal e agrícola com destaque para o olival/ amendoal**

Indicador: (Área ocupada com olival/área florestal e agrícola) * 100

Indicador: (Área ocupada com amendoal/área florestal e agrícola) * 100

A área ocupada por floresta em Portugal é bastante vasta, sendo o critério da importância relativa do olival (ou amendoal) no setor florestal e agrícola de extrema relevância, no sentido que permite acompanhar a tendência na evolução da área ocupada por estas culturas (olival e amendoal) na área florestal e agrícola existente no país (ou a outras escalas de análise como por exemplo uma região agrária ou um concelho). Permite-nos saber se são culturas em expansão ou em regressão e ajuda a definir políticas para o setor no sentido do seu fomento ou restrição, atendendo a critérios de natureza económica, social ou ambiental.

- b) **Critério: Utilização do solo através do cultivo intensivo e superintensivo de olival/amendoal**

Indicador: (Área com olival intensivo e superintensivo) /Área ocupada com Olival) *100

Indicador: (Área com amendoal intensivo e superintensivo) /Área ocupada com amendoal) *100

Este indicador permite-nos acompanhar a importância que estas culturas em regime intensivo e superintensivo assumem no total da área ocupada por olival/amendoal. Os regimes intensivo e superintensivo permitem produtividades mais elevadas, mas também têm consequências negativas sobre os solos, que podem comprometer a sua sustentabilidade no futuro. Este indicador é, assim, muito relevante, uma vez que permite averiguar variações relativas na utilização desta prática de cultivo no território alvo, fazer comparações com outros territórios e propor medidas no sentido da sua expansão ou restrição.

c) Critério: Utilização eficiente do solo através do cultivo biológico de olival/amendoal

Indicador: $(\text{Área em olival biológico} / \text{Área ocupada com olival}) * 100$

Indicador: $(\text{Área em amendoal biológico} / \text{Área ocupada com amendoal}) * 100$

Este indicador assume-se como complementar face ao anterior. Como se referiu antes, o cultivo em modo biológico pressupõem uma maior preocupação com o ambiente, promovendo a sustentabilidade ambiental. Assim, o critério da utilização eficiente do solo através do cultivo biológico de olival/ amendoal pretende identificar qual a percentagem de área em olival/amendoal biológico tendo em conta a área ocupada com olival/amendoal no território em análise. Este indicador permite acompanhar a evolução relativa desta prática de cultivo que, de acordo com os paradigmas da sustentabilidade ambiental, deve ser incentivada.

d) Critério: Rendimento assegurado através da produção de azeite (ou amêndoa), por hectare

Indicador: $\text{Produção de azeite} / \text{Área ocupada com olival}$

Indicador: $\text{Produção de amêndoa} / \text{Área ocupada com amendoal}$

Este indicador permite acompanhar a evolução da quantidade de azeite (amêndoa) produzida por cada hectare num dado território e comparar com outros. Garantimos, portanto, a monitorização da capacidade produtiva dos solos afetos a estas culturas e, indiretamente, do rendimento obtido pelos agricultores.

e) Critério: Dependência dos mercados externos

Indicador: $(\text{Volume de azeite exportado (hl)} / \text{Volume de azeite produzido (hl)}) * 100$

Indicador: $(\text{Quantidade de amêndoa exportada (ton)} / \text{Quantidade de amêndoa produzida (ton)}) * 100$

Quando existe produção e comercialização de um produto importa conhecer as tendências de evolução tendo em conta o destino para os mercados interno e externo. Assim, através deste indicador que compara a quantidade de azeite (ou amêndoa) exportado face ao volume de azeite (ou amêndoa) produzido pretende-se acompanhar a tendência na evolução da orientação da produção para os mercados externos. Dá-nos uma perceção dos níveis de procura externa e as suas implicações nas áreas a destinar à produção. Uma análise mais fina permite verificar mudanças nos principais mercados externos e até quais os nichos privilegiados por esses mercados.

f) Critério: Importância do trabalho sazonal

Indicador: (Número de trabalhadores sazonais/ número de trabalhadores fixos) * 100

Nas atividades agrícolas, os ciclos de produção, muito dependentes das condições climáticas, caracterizam-se por grandes variações em termos de exigência de mão-de-obra. Daí que, para além dos contratos fixos a tempo inteiro, seja frequente o recurso a contratos sazonais. Nos contratos fixos o trabalhador está empregado durante todo o ano, ao contrário do emprego sazonal, onde existe um contrato em épocas específicas do ano, principalmente na altura da plantação e colheita. Este indicador dá-nos a importância do emprego sazonal na atividade em questão (produção de azeite e produção de amêndoa) e a sua variabilidade no tempo, num dado território. Permite comparações com outras atividades e territórios, sendo relevante para a definição de políticas sociais e sua adequação a diferentes territórios.

g) Critério: Preferência do consumidor face ao modo de produção do biológico

Indicador: (Consumo de azeite em modo de produção biológico / Consumo de azeite) * 100

Indicador: (Consumo de amêndoa em modo de produção biológico / Consumo de amêndoa) * 100

O modo de produção biológico pressupõem maior preocupação com a saúde, o ambiente e os recursos naturais, sendo o modo mais sustentável e ecológico, onde as práticas de cultivo são naturais, sem uso de químicos e pesticidas. O indicador do consumo de azeite (amêndoa) em modo de produção biológico face ao consumo total de azeite (amêndoa), permite acompanhar a evolução das escolhas do consumidor, no sentido de privilegiar uma mais natural e sustentável. Ao mesmo tempo, dá indicação ao mercado no sentido de favorecer a produção em modo de produção biológico.

h) Critério: Quantidade dos subprodutos do azeite (amêndoa) valorizados

Indicador: (Quantidade de desperdícios e subprodutos do azeite valorizados (ton) / Quantidade de desperdícios e subprodutos do azeite (ton)) * 100

Indicador: (Subprodutos do tipo Casca Verde e do tipo Casca Interior da amendoa valorizados (ton.) / Subprodutos do tipo casca verde e do tipo casca interior da amêndoa (ton.)) * 100

A expansão do olival e do amendoal intensivos traduziu-se no aumento da produção de azeite e amêndoa, agravando o problema da quantidade de desperdícios ge-

rados. Como se viu, existem diversas técnicas de que permitem valorizar esses desperdícios. Estes indicadores permitem acompanhar a evolução do peso relativo das quantidades desses desperdícios que são valorizados (e numa perspetiva mais fina, conhecer até a importância relativa das diferentes técnicas de valorização utilizadas), numa lógica sustentável e mitigadora dos impactos negativos no ambiente.

i) Critério: Uso de fertilizantes para aumentar a capacidade de regeneração e produtividade do solo

Indicador: Quantidade de fertilizantes / Área de cultivo, em 1000 hectares

Podemos definir fertilizantes como substâncias (sintéticas ou orgânicas) utilizada para potenciar a produção (e consequentemente a produtividade) de uma cultura, através da regeneração dos solos. O uso de fertilizantes implica conhecer as características dos solos e as necessidades das culturas em determinados nutrientes, para evitar gastos supérfluos que não se traduzem em ganhos de produtividade. Daí a importância de acompanhar as quantidades de fertilizantes nas áreas ocupadas por olival e amendoal, tendo em conta os diversos modos (intensivo, superintensivo, biológico), uma vez que estes “desgastam” diferentemente os solos.

j) Critério: Diminuição da capacidade de regeneração e produtividade do solo através do uso de pesticidas

Indicador: Quantidade de pesticidas / Área de cultivo, em 1000 hectares

Podemos definir pesticida como uma substância utilizada para combater as pragas nas plantações, contribuindo para aumentar a sua produção. Mas os pesticidas comportam riscos para a saúde humana e animal, para os solos, os lençóis freáticos e o ambiente. Assim, parece-nos relevante monitorizar a quantidade de pesticidas utilizada nas áreas de olival e amendoal.

k) Critério: Capacidade de armazenamento e acesso adequado a meios de irrigação na área florestal e agrícola

Indicador: (Área equipada para irrigação (ha) / Área florestal e agrícola (ha)) * 100

A água é um bem essencial e indispensável na agricultura, mas cada vez mais escasso. Existem vários métodos de irrigação que podem ser utilizados, devendo a escolha reger-se por critérios de sustentabilidade, que minimizem o desperdício de água. Os custos com a irrigação são muito elevados, contribuindo para encarecer o preço dos

produtos. O indicador “área equipada para / área florestal e agrícola” permite monitorizar a evolução da importância relativa da área irrigada e ajuda a definir políticas de utilização sustentável da água neste caso nas áreas ocupadas por olival e amendoal.

l) Critério: Melhoria do solo através da utilização dos subprodutos/ desperdícios

Indicador: $(\text{Área do solo valorizada e reutilizada com os desperdícios/subprodutos} / \text{Área do solo total}) * 100$

Os subprodutos derivados da produção de olival e amendoal podem ser utilizados para diversos fins, sendo um deles a deposição controlada no solo atuando como um fertilizante tornando o solo mais rico e fértil. Assim o indicador área do solo valorizada e reutilizada com os desperdícios a dividir pela área do solo total, pretende dar a entender qual a percentagem de valorização dos desperdícios para a produção de azeite e amêndoa, permitindo identificar se já é ou não uma prática comum utilizada pelos agricultores.

m) Critério: Melhoria do solo através da prática da compostagem

Indicador: $(\text{Área do solo valorizada através da compostagem} / \text{Área do solo total}) * 100$

Atualmente a compostagem é a técnica mais utilizada pelos agricultores para a valorização dos desperdícios/ subprodutos da produção de azeite e amêndoa. Esta técnica consiste na decomposição da matéria orgânica através de microrganismos que vão dar origem a um composto natural, rico em nutrientes e que vai potenciar qualquer cultivo no solo. O indicador área do solo valorizada através da compostagem a dividir pela área de solo total, vai acompanhar a percentagem de valorização dos desperdícios/ subprodutos da produção do azeite e da amêndoa através da compostagem, permitindo evidenciar que é uma prática comum utilizada pelos agricultores, uma vez que é das técnicas onde não é necessário um grande investimento em tecnologia e é uma técnica relativamente simples de aplicar.

Tabela 5 - Quadro Geral dos Indicadores de Monitorização (Fonte: Elaboração Própria).

Princípios	CrITÉrios	Variáveis	Indicadores	Unidade de Medida
Dimensão Económica				
Produção	Importância garantida do setor florestal e agrícola com destaque para o olival/ amendoal	$\frac{\text{Área ocupada com Olival/ amendoal (hectares)}}{\text{Área florestal e agrícola (hectares)}}$	- (Área ocupada com olival/área florestal e agrícola) * 100 - (Área ocupada com amendoal/área florestal e agrícola) * 100	Percentagem (%)
	Utilização do solo através do cultivo intensivo e superintensivo de olival/ amendoal	$\frac{\text{Área ocupada com Olival/ amendoal (hectares)}}{\text{Área ocupada com olival/ amendoal intensivo e superintensivo (hectares)}}$	- (Área com olival intensivo e superintensivo) /Área ocupada com Olival) *100 - (Área com amendoal intensivo e superintensivo) /Área ocupada com Olival) *100	Percentagem (%)
	Utilização eficiente do solo através do cultivo biológico de olival/amendoal	$\frac{\text{Área ocupada com Olival/ amendoal biológico (hectares)}}{\text{Área ocupada com Olival/ amendoal (hectares)}}$	- (Área em olival biológico / Área ocupada com olival) *100 - (Área em amendoal biológico / Área ocupada com olival) *100	Percentagem (%)
	Rendimento assegurado através da produção de azeite/ amêndoa, por hectare	$\frac{\text{Produção de azeite (hl)/amêndoa (ton)}}{\text{Área ocupada com Olival/ amendoal (hectares)}}$	- Produção de azeite /Área ocupada com Olival - Produção de amêndoa /Área ocupada com amendoal	Hectolitro por hectare (hl/ha) Tonelada por hectare (ton/ha)
			$\frac{\text{Volume de azeite exportado (hl)}}{\text{Volume de}}$	- (Volume de azeite exportado (hl)/ Volume de

	Dependência dos mercados externos	$\frac{\text{Volume de azeite produzido (hl)}}{\text{Quantidade de amêndoa exportada (ton)}} \times 100$ $\frac{\text{Volume de azeite produzido (hl)}}{\text{Quantidade de amêndoa produzida (ton)}} \times 100$	<p>azeite produzido (hl)) * 100</p> <p>- (Quantidade de amêndoa exportada (ton) / Quantidade de amêndoa produzida (ton)) * 100</p>	
Dimensão Social				
Consumo	Importância do trabalho sazonal	$\frac{\text{Número de trabalhadores sazonais}}{\text{Número de trabalhadores fixos}} \times 100$	- (Número de trabalhadores sazonais/ número de trabalhadores fixos) * 100	Porcentagem (%)
	Preferência do consumidor face ao modo de produção do biológico	$\frac{\text{Consumo de azeite/ amêndoa em modo de produção biológico}}{\text{Consumo de azeite/ amêndoa}} \times 100$	<p>- (Consumo de azeite em modo de produção biológico / Consumo de azeite) * 100</p> <p>- (Consumo de amêndoa em modo de produção biológico / Consumo de amêndoa) * 100</p>	Porcentagem (%)
Dimensão Ambiental				
Impacto nos Solos e Ambiente	Quantidade de subprodutos do azeite/ amêndoa valorizados	$\frac{\text{Quantidade de Desperdícios e subprodutos do azeite (ton)}}{\text{Produção de azeite (ton)}} \times 100$	- (Quantidade de Desperdícios e subprodutos do azeite valorizados (ton) / Quantidade de desperdícios e subprodutos do azeite (ton)) * 100	Porcentagem (%)
		$\frac{\text{Quantidade de desperdícios e subprodutos da amêndoa (ton)}}{\text{Quantidade de amêndoa produzida}} \times 100$	- (Subprodutos do tipo Casca Verde e do tipo Casca Interior da amêndoa valorizados (ton.) / Subprodutos do tipo casca verde e do tipo casca interior da amêndoa (ton.)) * 100	
	Uso de fertilizantes para aumentar a	$\frac{\text{Consumo de fertilizantes (ton)}}{\text{Área de cultivo}} \times 1000$	- Quantidade de fertilizantes / Área de cultivo, em 1000 hectares	Toneladas por mil hectares (Ton/1000ha)

	capacidade de regeneração e produtividade do solo	Área de cultivo (1000 hectares)		
	Diminuição da capacidade de regeneração e produtividade do solo através do uso de pesticidas	$\frac{\text{Uso de pesticidas (ton)}}{\text{Área de cultivo (1000 hectares)}}$	- Quantidade de pesticidas / Área de cultivo, em 1000 hectares	Tonelada por mil hectares (Ton/1000ha)
	Capacidade de armazenamento e acesso adequado a meios de irrigação na área florestal e agrícola	$\frac{\text{Área equipada para irrigação (ha)}}{\text{Área florestal e agrícola (ha)}}$	- (Área equipada para irrigação (ha) / Área florestal e agrícola (ha)) * 100	Porcentagem (%)
	Melhoria do solo através da utilização dos subprodutos/ desperdícios	$\frac{\% \text{ de valorização e reutilização dos desperdícios/ subprodutos}}{\text{Área do solo valorizada e reutilizada com os desperdícios/subprodutos}}$ $\text{Área do solo total}$	- (Área do solo valorizada e reutilizada dos desperdícios/subprodutos / Área do solo total) * 100	Porcentagem (%)
	Melhoria do solo através da prática da compostagem	$\frac{\% \text{ de valorização do solo através da compostagem}}{\text{Área do solo valorizada através da compostagem}}$ $\text{Área do solo total}$	- (Área do solo valorizada através da compostagem / Área do solo total) * 100	Porcentagem (%)

4.3. Normalização

A normalização diz respeito a uma função que vai ser utilizada para cada indicador criado, onde o objetivo é agregar os resultados dos indicadores, uma vez que estão com unidades de medida diferentes permitindo compará-los entre si. Existem vários métodos de normalização, sendo que sugerimos a adoção de um método mais simples e acessível, nomeadamente, o método Min-Máx, usando a fórmula $(\frac{X-X_{min}}{X_{max}-X_{min}})$. Neste método, a variação é entre 0-1, porque, o valor de X nunca será inferior a Xmin ou superior a Xmax.

Na generalidade, os indicadores que apresentarem valores mais perto de 1 vão indicar maiores níveis de sustentabilidade e valores mais perto de 0 menor sustentabilidade. Sendo que nem sempre será assim, em alguns indicadores específicos temos de adotar o procedimento inverso, ou seja, valores mais perto de 0 vão indicar maior sustentabilidade e valores mais perto de 1 menor sustentabilidade. Assim, os indicadores onde iremos aplicar o procedimento inverso são:

- (Área com olival intensivo e superintensivo) /Área ocupada com Olival) *100
- (Área com amendoal intensivo e superintensivo) /Área ocupada com amendoal) *100
- (Quantidade de desperdícios e subprodutos do azeite valorizado (ton) / Quantidade de desperdícios e subprodutos do azeite (ton)) * 100
- (Subprodutos do tipo casca verde e do tipo casca interior da amêndoa valorizados (ton.) / Subprodutos do tipo casca verde e do tipo casca interior da amêndoa (ton.)) * 100

Relativamente à definição dos valores de referência escolhemos utilizar os valores mínimo e máximo da amostra em estudo (Guide, n.d.; Sauvenier et al., 2006).

Considerações Finais

O estágio curricular realizado no laboratório colaborativo Food4Sustainability CoLAB foi uma experiência enriquecedora, com benefícios tanto ao nível pessoal com académico, tendo desenvolvido as minhas competências cognitivas, de cooperação e responsabilidade.

Ao longo do estágio participei diariamente em reuniões de equipa, onde estavam presentes a maioria dos colaboradores e eram debatidos assuntos de carácter geral e relativos a projetos onde estavam inseridos. Participei em algumas tarefas propostas de modo a obter um maior conhecimento do Food4Sustainability e de temáticas relevantes para a mesma, no âmbito da sustentabilidade da agricultura e da economia circular. Tive ainda a oportunidade de estar inserida na preparação de *workshops* dinamizados pelo Food4Sustainability relacionados com a valorização de subprodutos das agroindústrias do olival e amendoal.

Assim, ao longo do estágio foram desafiadas as minhas capacidades em novas temáticas sobre as quais não tinha conhecimento suficiente, como era o caso da agricultura e valorização de desperdícios e integrar com a temática da sustentabilidade e economia circular. No geral, é possível fazer um balanço positivo, onde tive sempre o apoio por parte do Food4Sustainability de modo a realizar um melhor trabalho.

Em termos negativos, é possível salientar o facto da distância devido à pandemia provocada pela COVID-19, que condicionou por vezes o desenvolvimento do trabalho com uma maior brevidade. Outra dificuldade passou por garantir resultados por parte dos operadores agrícolas e a sua participação nos questionários.

No que diz respeito ao trabalho teórico, foi efetuada a leitura de diversos artigos relacionados com a temática da valorização dos subprodutos da indústria do azeite e da amêndoa, onde foi possível concluir que existem dois subprodutos provenientes da indústria do azeite, nomeadamente, o bagaço e as águas-ruças e três subprodutos da indústria da amêndoa, tais como, a casca verde, a casca interior e a película. Os subprodutos mencionados tem várias propriedades benéficas para a saúde devido à sua constituição, podendo ter diversos tipos de utilizações em ramos como a indústria farmacêutica no combate a doenças anti-inflamatórias, cancerígenas, de tensão arterial e colesterol por exemplo, na indústria alimentar para a conservação de alimentos devido as propriedades antioxidantes dos subprodutos e na indústria cosmética, ajudando a melhorar a fórmula dos produtos, potenciando o desenvolvimento de cremes anti idade e anti envelhecimento.

Através da revisão da literatura foi ainda possível identificar várias tecnologias utilizadas para a valorização dos subprodutos das agroindústrias do olival e amendoal. Relativa-

mente à indústria do olival podemos destacar: a filtração, bio refinaria, pirólise, digestão anaeróbia e compostagem. Na indústria da amêndoa destacam-se: a combustão, gaseificação, pirólise, bio refinaria e compostagem.

De modo a ter um panorama das técnicas mais utilizadas foram realizadas entrevistas a produtores de azeite e amêndoa, sendo que, nesta fase foi possível ter uma vertente mais prática e uma ligação mais direta com os produtores e perceber quais as técnicas mais utilizadas pelos mesmos nestas indústrias em específico. Assim, foi possível constatar que a maioria dos entrevistados já utilizam a técnica da compostagem, uma vez que é o método mais sustentável e económico, porque não é dispendioso tecnologicamente, não requer grande conhecimento teórico e acaba por ter vantagens na produção agrícola, sendo utilizado para fertilização do solo.

Através das entrevistas realizadas foi também possível confirmar o problema encontrado inicialmente, ou seja, o aumento da quantidade de desperdícios devido ao aumento da produção de azeite e amêndoa a nível nacional, o que acarreta diversos tipos de problemas para o ambiente, sendo necessário mitigá-los, apostando em novas tecnologias, indo ao encontro dos princípios da economia circular. Em Portugal ainda existe um longo percurso a percorrer neste sentido, uma vez que a maioria das tecnologias de valorização de subprodutos apresenta elevados custos ao nível tecnológico e grande consumo energético.

Neste sentido, no âmbito da economia circular e do ordenamento do território o desenvolvimento dos indicadores de monitorização pode ser essencial para os produtores de olival e amendoal, uma vez que proporciona um acompanhamento a longo prazo ajudando a definir qual a estratégia a adotar e, uma vez que a maioria das explorações agrícolas se encontram no interior do país, é também importante para apoiar um desenvolvimento mais sustentável destas regiões.

Outras estratégias podem passar pela adoção de determinadas políticas públicas, como por exemplo, promover e mobilizar a sociedade civil e neste caso em específico os produtores de azeite e amêndoa para construírem estratégias que valorizem o ambiente, revitalizar as estruturas de produção e distribuição e a construção de redes de relações entre os produtores, as respetivas associações e o governo local. Outra estratégia pode passar pela criação de centros logísticos e de valorização, sendo que ao criarmos mecanismos para valorizar os recursos endógenos e ao mesmo tempo criarmos emprego através destes centros, podemos ajudar à articulação entre o potencial produtivo existente na região, a sua diversidade e complementaridade e contribuir para o enriquecimento social, ecológico e económico das regiões e, em última análise, do país. A criação destes centros pressupõe o desenvolvimento de infraestruturas como as redes de internet, as estradas, o saneamento, etc. O objetivo é quebrar a desigualdade que existe a nível territorial entre as grandes cidades e as zonas rurais e através destas melhorias certamente as empresas vão ser atraídas para a região, ajudando a criar postos de trabalho locais e a contribuir com mão de obra qualificada.

Referências Bibliográficas

- Akubude, V., Science, K. N.-A. J. of E., & 2016, U. (2016). Economic importance of edible and non-edible Almond fruit as bioenergy material: a review. *American Journal of Energy Science*, 3(4), 31–39. https://www.researchgate.net/profile/Kevin_Nwaigwe/publication/308477803_Economic_Importance_of_Edible_and_Non-edible_Almond_Fruit_as_Bioenergy_Material_A_Review/links/57e4ece708aee9b409fdc376.pdf
- Alcazar-Ruiz, A., Garcia-Carpintero, R., Dorado, F., & Sanchez-Silva, L. (2021). Valorization of olive oil industry subproducts: ash and olive pomace fast pyrolysis. *Food and Bioproducts Processing*, 125(2018), 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.10.011>
- Alexandra, A., Marta, V., & Costa, R. (2010) *Sustainable Agriculture III: Indicators*. Revista Agrária, 90-105.
- Aproveitamento agrícola dos subprodutos do sector do azeite. (2020). 60–62. ASAE. (2017). Azeites e sua Classificação. *ASAEnews* Nº 108. <https://www.asae.gov.pt/newsletter2/asaenews-n-108-julho-2017/azeites-e-sua-classificacao.aspx>
- Azeite, C. d. (4 de Dezembro de 2019). Casa do Azeite. Obtido de Casa do Azeite: <http://www.casadoazeite.pt/Profissionais/Dadossector/Produ%C3%A7%C3%A3o>
- Azevedo, J., Enes, P., Marcos, N., Nunes, C., Pontes, R., & Nunes, J. (2020). *Avaliação e sistematização de subprodutos*. Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança: Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos.
- Batuecas, E., Tommasi, T., Battista, F., Negro, V., Sonetti, G., Viotti, P., Fino, D., & Mancini, G. (2019). Life Cycle Assessment of waste disposal from olive oil production: Anaerobic digestion and conventional disposal on soil. *Journal of Environmental Management*, 237(August 2018), 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.021>
- Bonisoli, L., Galdeano-Gómez, E., & Piedra-Muñoz, L. (2018). Deconstructing criteria and assessment tools to build agri-sustainability indicators and support farmers' decision-making process. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1080–1094. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.055>
- Brito, R. F. (2016). *Valorização Integrada de Resíduos e Subprodutos da Extração do Azeite: Extração e Caracterização de Compostos Bioativos do Bagaço de Azeitona*. 124. Dissertação de Mestrado. Disponível na: Sapiencia, Repositório da Universidade do Algarve. <http://hdl.handle.net/10400.1/8667>
- Caetano, André M V (2020) Valorização do bagaço de azeitona: dimensionamento de um extrator sólido-líquido. Porto: ISEP.
- Casa do Azeite Associação do Azeite de Portugal. (n.d.). *Consumo de Azeite*. Disponível em: <http://www.casadoazeite.pt/Profissionais/Dados-sector/Consumo>
- CE. (2020). Estratégia do Prado ao Prato para um sistema alimentar justo, saudável e respeitador do ambiente - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. *Comissão Europeia*.

- Cecilia, J. A., García-Sancho, C., Maireles-Torres, P. J., & Luque, R. (2019). Industrial Food Waste Valorization: A General Overview. *Biorefinery*, 253–277. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10961-5_11
- Cedola, A., Cardinali, A., D'Antuono, I., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2020). Cereal foods fortified with by-products from the olive oil industry. *Food Bioscience*, 33(November 2019), 100490. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100490>
- Chen, P., Cheng, Y., Deng, S., Lin, X., Huang, G., & Ruan, R. (2010). Utilization of almond residues. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 3(4), 1–18. <https://doi.org/10.3965/j.issn.1934-6344.2010.04.001-018>
- Cunha, M. S. V. da. (2014). *Análise do Ciclo de Vida do Azeite : Caso de estudo do azeite de Trás-os-Montes*. 77. Dissertação de Mestrado. Disponível na: Biblioteca Digital do Instituto Politécnico de Bragança. <http://hdl.handle.net/10198/11793>.
- Darzins, A. (NREL), Pienkos, P. (NREL), & Edye, L. (BioIndustry P. (2010). Current status and potential for algal biofuels production. A report to IEA Bioenergy Task 39. *IEA Bioenergy Annual Report*, 1–144. <http://task39.sites.olt.ubc.ca/files/2013/05/IEA-Bioenergy-2010-Annual-Report.pdf%0Ahttp://www.ifpri.org/publication/ifpri-2009-annual-report>
- DePeters, E. J., Swanson, K. L., Bill, H. M., Asmus, J., & Heguy, J. M. (2020). Nutritional composition of almond hulls. *Applied Animal Science*, 36(6), 761–770. <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02035>
- Dermeche, S., Nadour, M., Larroche, C., Moulti-Mati, F., & Michaud, P. (2013). Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochemistry*, 48(10), 1532–1552. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2013.07.010>
- Doll, D. A., Freire De Andrade, J., & Serrano, P. (2021). Produção de amêndoa em Portugal: Tendências de plantação e desafios de produção num sector em desenvolvimento. AGRO.GES, (Março).
- EMF. (2015). Rumo À Economia Circular : O Racional De Acelerar a. *Ellen MacArthur Foundation*, 22.
- European Commission, Market Situation in the Olive Oil and table olives sectors. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/plants_and_plant_products/documents/market-situation-olive-oil-table-olives_en.pdf
- Faria, A. C. N. (2013). *Sustentabilidade na agricultura: desenvolvimento de um indicador de avaliação*. 97. Dissertação de Mestrado. Disponível no: Repositório Aberto da Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/70414>.
- Feedipedia. (n.d.). *Almond hulls and almond by-products*. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/27>
- Fernandez-Bayo, J. D., Shea, E. A., Parr, A. E., Achmon, Y., Stapleton, J. J., VanderGheynst, J. S., Hodson, A. K., & Simmons, C. W. (2020). Almond processing residues as a source of organic acid biopesticides during biosolarization. *Waste Management*, 101, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.09.028>
- Ferraz, M. (2012). Contribuição para o estudo do tratamento de efluentes de lagares de azeite. *Universidade de Ciências e Tecnologias - Universidade Nova de Lisboa*, 1–137.
- Fundação Nacional da Qualidade. (2014). Sistema de Indicadores. *Fnq*, 1–14. <http://www.fnq.org.br/informe-se/publicacoes/e-books>
- Organisation For Economic Co-operation and Development (OECD). (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Paris: OECD Publications. Disponível em: www.oecd.org/publishing.

- Gullón, P., Gullón, B., Astray, G., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Valorization of by-products from olive oil industry and added-value applications for innovative functional foods. *Food Research International*, 137(June). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109683>
- Jeguirim, M., Goddard, M. L., Tamosiunas, A., Berrich-Betouche, E., Azzaz, A. A., Praspaliauskas, M., & Jellali, S. (2020). Olive mill wastewater: From a pollutant to green fuels, agricultural water source and bio-fertilizer. *Biofuel production. Renewable Energy*, 149, 716–724. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.079>
- Jin, Y., Chen, B., Lampinen, B. D., & Brown, P. H. (2020). Advancing Agricultural Production With Machine Learning Analytics: Yield Determinants for California's Almond Orchards. *Frontiers in Plant Science*, 11(March), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00290>
- Lewandowski, I., Härdtlein, M., & Kaltschmitt, M. (1999). Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. *Crop Science*, 39(1), 184–193. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900010029x>
- Li Xuemin, Liu Yinan, Hao Jianxiu, W. W. (2018). *Study of Almond Shell Characteristics.pdf*.
- Martins, D. (2016). *Valorização de resíduos da indústria do azeite: análise do potencial da recuperação de antioxidantes e de água*. 92. <https://eg.uc.pt/bitstream/10316/37917/1/DanielaMartins.pdf>
- M. Ângelo Rodrigues*, João C.M. Barreira, Isabel C.F.R. Ferreira & Albino Bento Amendoeira: uma aproximação quantitativa à disponibilidade de subprodutos. Almond tree: a quantitative approach to the availability of by-products. *Revista de Ciências Agrárias*, 2020, 43(Especial 2): 50-56.
- Mendes, B. (2019). *A Problemática dos Territórios de Baixa Densidade: Quatro Estudos de Caso*. Dissertação de Mestrado. Disponível no: Repositório do ISCTE-IUL. <http://hdl.handle.net/10071/19336>.
- Mikdame, H., Kharmach, E., Mtarfi, N. E., Alaoui, K., Ben Abbou, M., Rokni, Y., Majbar, Z., Taleb, M., & Rais, Z. (2020). By-Products of Olive Oil in the Service of the Deficiency of Food Antioxidants: The Case of Butter. *Journal of Food Quality*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6382942>
- Monagas, M., Garrido, I., Lebrón-Aguilar, R., Bartolome, B., & Gómez-Cordovés, C. (2007). Almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb) skins as a potential source of bioactive polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(21), 8498–8507. <https://doi.org/10.1021/jf071780z>
- Muktadirul Bari Chowdhury, A. K. M., Akrotos, C. S., Vayenas, D. V., & Pavlou, S. (2013). Olive mill waste composting: A review. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 85, 108–119. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.06.019>
- Palma, L., Fernández-Bayo, J., Putri, F., & VanderGheynst, J. S. (2020). Almond by-product composition impacts the rearing of black soldier fly larvae and quality of the spent substrate as a soil amendment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(12), 4618–4626. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10522>
- Parlamento Europeu. (n.d.). *Economia Circular: definição, importância e benefícios*. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicao-importancia-e-beneficios>
- Pirayesh, H., & Khazaeian, A. (2012). Using almond (*Prunus amygdalus* L.) shell as a bio-waste resource in wood based composite. *Composites Part B: Engineering*, 43(3), 1475–1479. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.06.008>

- Prgomet, I.; Gonçalves, B.; Domínguez-Perles, R.; Pascual-Seva, N.; Barros, A.I.R.N.A. Valorization Challenges to Almond Residues: Phytochemical Composition and Functional Application. *Molecules* 2017, 22, 1774. <https://doi.org/10.3390/molecules22101774>
- Pragya, P., Sripal, S., & Maheshkumar, Y. (2013). Preparation and Study of Properties of Activated Carbon Produced from Agricultural and Industrial Waste Shells. *Research Journal of Chemical Sciences*, 3(12), 12–15.
- Ramalhosa, E. C. D., Magalhães, A., & Pereira, J. A. (2007). Manual Técnico Amendoeira : Estado Da Transformação. Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos. (pp. 2-56). Disponível em: [https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/15995/1/Livro Amêndoa Transformação.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/15995/1/Livro%20Am%eadoa%20Transforma%e7%e3o.pdf).
- Reid, J., & Rout, M. (2020). Developing sustainability indicators – The need for radical transparency. *Ecological Indicators*, 110 (November 2019), 105941. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105941>
- República Portuguesa - Ambiente. (2017). Liderar a Transição - Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal: 2017-2020. *Resolução Do Conselho de Ministros n.º 190-A / 2017*, 1–62. <https://dre.pt/>
- Rodrigues, F., Pimentel, F. B., & Oliveira, M. B. P. P. (2015). Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry. *Industrial Crops and Products*, 70, 116–124. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.027>
- Roncero, J. M., Álvarez-Ortí, M., Pardo-Giménez, A., Rabadán, A., & Pardo, J. E. (2020). Review about non-lipid components and minor fat-soluble bioactive compounds of almond kernel. *Foods*, 9(11), 1–26. <https://doi.org/10.3390/foods9111646>
- Sauvenier, X., Valckx, J., Van Cauwenbergh N., Wauters, E., Bachev, H., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert V., Franchois, L., Garcia-Cidad, V., Goyens, S., Hermy, M., Matthijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Vanclooster M., Van der Veken, S., & Peeters, A. (2006). *Framework for Assessing Sustainability levels in Belgian agricultural systems - SAFE. Final scientific report. January*, 1–28. <http://www.geru.ucl.ac.be/>
- Sempiterno, C., & Fernandes, R. (2014). *Utilização de subprodutos da indústria de extração de azeite como matéria fertilizante*. 46. Disponível em: https://www.trafoon.org/sites/trafoon.org/files/download/1083/santarem_cristina_sempiterno_201606.pdf
- Sharma, P., Gaur, V. K., Sirohi, R., Varjani, S., Hyoun Kim, S., & Wong, J. W. C. (2021a). Sustainable processing of food waste for production of bio-based products for circular bioeconomy. *Bioresource Technology*, 325. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124684>
- Sharma, P., Gaur, V. K., Sirohi, R., Varjani, S., Hyoun Kim, S., & Wong, J. W. C. (2021b). Sustainable processing of food waste for production of bio-based products for circular bioeconomy. *Bioresource Technology*, 325(January), 124684. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124684>
- Sherwood, J. (2020). The significance of biomass in a circular economy. *Bioresource Technology*, 300(November 2019). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122755>
- Tomás, M. d. (2018). Otimização dos processos de controlo laboratorial e análise de fatores que influenciam a extração e qualidade do óleo de bagaço de azeitona. Lisboa.
- Torres-Valenzuela, L. S., Ballesteros-Gómez, A., & Rubio, S. (2020). Green Solvents for the Extraction of High Added-Value Compounds from Agri-food Waste. *Food Engineering Reviews*, 12(1), 83–100. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09206-y>
- Ubando, A. T., Felix, C. B., & Chen, W. (2019). Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review. *Bioresource Technology*, 122585.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122585>

Valente, J. M. L. D. (2015). Subprodutos alimentares: novas alternativas e possíveis aplicações farmacêuticas. *Tese de Mestrado, Universidade Fernando Pessoa, Porto*, 91. https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5312/1/PPG_23519.pdf

Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valckx, J., Vanclooster, M., Van der Veken, B., Wauters, E., & Peeters, A. (2007). SAFE-A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120(2–4), 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>

Guião de Entrevista**A. Produtores de Azeite****Introdução**

1. Pode falar um pouco da sua posição na empresa, o que faz, há quanto tempo está na empresa?
2. Relativamente à empresa no geral, quando teve início
3. Nº de funcionários fixos
4. Considera que é um emprego sazonal?

Desenvolvimento

5. Qual a área de cultivo de olival
6. Quantidade de produção de azeite?
7. Onde comercializam a produção de azeite?
 - 7.1. Qual a importância a nível nacional?
 - 7.2. Quais as quantidades de azeite exportado e quais os principais países de exportação?
8. Existe excedente de azeite?
9. Qual o método preferencial para o cultivo do olival? (Biológico ou Intensivo)
10. Qual o método preferencial de extração do azeite?
 - Tradicional ____
 - Duas Fases ____
 - Três Fases ____
 - Outro (Qual?) ____
11. Pode descrever sucintamente como funciona o método utilizado?

12. Durante o processo de produção ocorre a formação de desperdícios e/ou subprodutos? Quais?
- 12.1. Quantidade de desperdícios e/ou subprodutos.
 - 12.2. Como lidam com estes desperdícios e/ou subprodutos?
 - 12.2.1. Aplica algum tipo de processamento/ técnica de valorização para os desperdícios e/ ou subprodutos do azeite? Qual?
 - 12.2.2. Que práticas/ medidas/ tecnologias conhece/ sugere para um tratamento mais eficiente destes desperdícios e/ou subprodutos?
 - 12.3. Em caso de serem transportado para que instalação vão?
13. Que desafios encontram? Quer ao nível comercial, de produção (produção intensiva ou biológica) e desperdícios, por exemplo.
14. Pode caracterizar a empresa ao nível de inovação?
- 14.1. Tem ideia de quanto tempo pode levar para implementar um novo processo?
15. Acha que o processo de inovação podia ser mais rápido caso certas barreiras fossem removidas? Que barreiras identifica?
16. Com que frequência a empresa investe para melhorar equipamentos/ novas tecnologias?
17. Tem direito a algum apoio/ financiamento do estado? Qual? Se sim, considera importante esta ajuda? Porquê?
18. Tem interesse em continuar com a valorização / tratamento de desperdícios e/ou subprodutos? Onde procuram soluções? Tem algum parceiro de investimento, por exemplo ou outros agricultores ou instituições de investigação?
- 18.1. Como funciona?
19. No geral, quais são os maiores desafios que a produção de azeite enfrenta neste momento?

Guião de Entrevista

B. Produtores de Amêndoa

Introdução

1. Qual a sua posição na empresa, o que faz, há quanto tempo está na empresa?
2. Introduzir a empresa no geral e mencionar quando teve início.
3. N^o de funcionários fixos.
4. Considera que é um emprego sazonal? Quantos funcionários em época sazonal, por exemplo, colheita, podas.

Desenvolvimento

1. Área de cultivo de amendoal.
2. Quantidade de produção de amêndoa.

3. Onde comercializam a produção de amêndoa?
 - 3.1. Qual a importância a nível nacional? E internacional?
 - 3.2. Quais os países de exportação predominantes?
 - 3.3. Quantidades de exportação de amêndoa?
4. Existe excedente de amêndoa?
5. Qual o método preferencial para o cultivo do amendoal?
Intensivo ____
Biológico ____
6. Que desafios encontram? Quer ao nível comercial, de produção ou desperdícios, por exemplo.
7. Durante o processo de produção ocorre a formação de desperdícios e/ou subprodutos? Quais?
 - 7.1. Quantidade de desperdícios e/ou subprodutos.
 - 7.2. Como lidam com estes desperdícios e/ou subprodutos?
 - 7.3. Os produtores teriam interesse na valorização os desperdícios e/ ou subprodutos da amêndoa?
Sim ____
Não ____
 - 7.4. Aplica algum tipo de processamento/ técnica de valorização para os subprodutos da amêndoa? Qual?
 - 7.5. Que práticas/ medidas/ tecnologias conhece/ sugere para um tratamento mais eficiente destes desperdícios?
 - 7.6. Conhece outras técnicas de valorização? Quais? Exemplifique por favor. Antevê outras possibilidades mais rentáveis? Se sim, quais? Se não, porquê? (Abordar as dificuldades/ entraves reais a esta valorização de subprodutos)
8. Tem direito a algum apoio/ financiamento do estado? Qual? Considera importante esta ajuda? Porquê?
9. No geral, quais são os maiores desafios que a produção de amêndoa enfrenta neste momento?



2021

INÉS CRISTÓVÃO PAIVA

VALORIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DAS INDÚSTRIAS DO OLIVAL E
AMENDOAL NA ÓTICA DA ECONOMIA CIRCULAR.
DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE MONITORIZAÇÃO.