



Avaliação de Ciclo de Vida do Azeite e Óleos Vegetais

Fileira do Azeite e Óleos Vegetais

Entidades envolvidas na elaboração do relatório:



Prof. Fausto Freire - fausto.freire@dem.uc.pt; 239 790 739/708
 Centro para a ecologia Industrial, ADAI-LAETA, Universidade de Coimbra
<http://www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology>



Prof. Manuel Feliciano - msabenca@ipb.pt; 273 303 200
 Centro de Investigação de Montanha, ESA- Instituto Politécnico de Bragança



Prof. Luís Pinto de Andrade - luispa@ipcb.pt
 IPCB – Instituto Politécnico de Castelo Branco

Fileira	Azeite e óleos vegetais		
Título	“Avaliação de Ciclo de Vida do Azeite e Óleos Vegetais”		
Autores	Filipa Figueiredo, Érica Castanheira, Pedro Marques, António Ramos, Arlindo Almeida, Elsa Ramalhosa, Fátima Peres, João Carneiro, José Alberto Pereira, Manuel Feliciano, Paulo Gomes, e Fausto Freire		
Parceiros do projeto	ADAI-UC – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial – Universidade de Coimbra ESAC-IPC – Escola Superior Agrária de Coimbra – Instituto Politécnico de Coimbra IPB – Instituto Politécnico de Bragança IPCB – Instituto Politécnico de Castelo Branco UA – Universidade de Aveiro UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro		
Versão	v1	Data	29-12-2014

Palavras-chave	Azeite; Óleo de Girassol, Óleo de Colza, Óleo de Soja, Avaliação de Impactes de Ciclo de Vida (AICV), Análise de Inventário (AI)
-----------------------	--

Índice

Índice	Error! Bookmark not defined.
I – Introdução	6
I.1. Contexto e objetivos.....	6
I.2. Estrutura do relatório	7
II – Metodologia	8
II.1 Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)	8
II.2 Procedimentos gerais da investigação	10
III – Considerações Finais	11
III.1. Principais limitações.....	11
III.2. Sugestões para trabalhos futuros	12
Parte A – Azeite	14
A.1. Setor do azeite	15
A.2. Descrição da produção do azeite	16
A.1.1. Olivicultura.....	16
A.1.2. Lagar de azeite.....	18
A.1.3. Extração do óleo de bagaço de azeitona	20
A.3. Definição do objetivo e âmbito	21
A.3.1. Fronteiras do Sistema e Unidade Funcional (UF)	21
A.3.2. Multifuncionalidade	22
A.4. Análise de inventário	23
A.5. Avaliação de Impactes de Ciclo de Vida (AICV)	25
A.6. Conclusões e Oportunidades de Melhoria	29
Parte B - Óleos Vegetais	34
B.1. Setor dos óleos vegetais.....	35
B.2. Descrição da produção de óleos vegetais	37
B.2.1. Cultivo	37
B.2.2. Extração de óleos vegetais.....	38
B.3. Definição do objetivo e do âmbito.....	38
B.3.1. Fronteiras do sistema e unidade funcional.....	38
B.3.2. Multifuncionalidade.....	39
B.4. Análise de inventário	40
B.5. Avaliação de Impactes de Ciclo de Vida (AICV).....	42
B.6. Conclusões e oportunidades de melhoria.....	46
Apêndice A.....	Error! Bookmark not defined.

Ap.A.1. Inquérito do Azeite (cultivo e extração)	52
Ap.A. 2. Inquérito tratamento do bagaço (secagem do bagaço e extração óleo de bagaço de azeitona).....	66
Ap.A.3. Inquérito de óleos vegetais (cultivo e extração).....	73
Apêndice B	87

Índice de tabelas

Tabela II 1. Categorias de impacto do método ReCiPe (Goedkoop <i>et al.</i> , 2013).....	10
Tabela A1 - Principais características dos produtores de azeitona estudados.	17
Tabela A2- Principais características dos lagares analisados.	20
Tabela A3 - Fatores de alocação para o sistema de produção do azeite.	23
Tabela A4 - Principais dados de entrada (por ha) e principais características dos diferentes produtores.....	24
Tabela A5 - Principais dados de entrada e saída da extração de azeite (por L).	25
Tabela A6 - Principais dados de entrada na extração de óleo de bagaço de azeitona (por tonelada de óleo).	25
Tabela B1 - Fatores de alocação para o sistema de produção do azeite.	40
Tabela B2 - Principais dados de entrada no cultivo de girassol e colza.	41
Tabela B3 - Principais dados de entrada para a extração e neutralização de óleo em Portugal.	41
Tabela B4 - Extração de óleo de girassol e soja: variação nas quantidades dos dados de entrada em relação à extração de óleo de colza.....	42

Índice de Figuras

Figura II1 – Fases da Avaliação de Ciclo de Vida (ISO 14040, 2006).	9
Figura A1 - Estatísticas da produção de azeite entre 2007-2012: área de produção, importações e exportações (INE, 2010 e 2013). 15	
Figura A2 - Fronteiras do sistema de produção do azeite, para três processos de extração.	22
Figura A3 - AICV do sistema de produção de azeite, por UF=1L (alocação económica).	28
Figura A4 - AICV para o cultivo da azeitona, contribuições por kg de azeitona.....	29
Figura B1 - Estatísticas da produção de girassol e óleo de girassol entre 2007-2012: área de produção, importações e exportações (INE, 2010 e 2013).....	36

Figura B2 - Estatísticas da produção de girassol e óleo de girassol entre 2007-2011: área de produção, importações e exportações (FAO, 2014).	36
Figura B3 - Estatísticas da produção de girassol e óleo de girassol entre 2007-2012: área de produção, importações e exportações (INE, 2010 e 2013).	37
Figura B4 - Fronteiras do sistema de produção de óleos vegetais.....	39
Figura B5 - AICV dos sistemas de produção de óleos vegetais por L de óleo vegetal (alocação económica).	44
Figura B6 - AICV para o cultivo de girassol, colza e soja, contribuições por kg de semente/grão.	46

I – Introdução

I.1. Contexto e objetivos

A produção e o consumo sustentável é atualmente uma das principais preocupações dos consumidores e governos. O significativo aumento da população implicou uma maior exigência de alimentos, levando a um aumento nas práticas agrícolas intensivas, Torrellas et al., 2011. Estudos recentes demonstram que a produção e consumo de alimentos são responsáveis por 10-30% do total dos impactes ambientais individuais. Assim sendo, “alimentos e bebidas” são sectores prioritários das políticas de produção e consumo sustentável, desenvolvidas pela comissão europeia, European Commission, 2007, deste modo verificou-se um crescente interesse na caracterização dos impactes ambientais associados à produção dos produtos alimentares como fator de competitividade. Essa caracterização permite a identificação de oportunidades para melhoria do desempenho ambiental dos produtos, bem como a comunicação e divulgação desse desempenho perante uma sociedade com crescentes exigências ambientais (e.g., declaração ambiental de produto, pegada de carbono) (Figueiredo et al., 2012).

Neste contexto surge o projeto Ecodeep – Eco-Eficiência e Eco-Gestão no Setor Agroindustrial (FCOMP–05–0128–FEDER–018643), que foi reconhecido como projeto ancora no âmbito das Estratégias de Eficiências Coletivas (EEF), inserindo-se no Eixo II Plataformas para a Inovação e Intermediação e Transferência Científica e Tecnológica assumindo um papel estruturante no fortalecimento da estratégia do Cluster Agro-Industrial do Centro. É um Projeto de ação coletiva da qual seis instituições fazem parte: i) ESAC-IPC (Escola Superior Agrária de Coimbra- Instituto Politécnico de Coimbra), ADAI-UC (Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial- Universidade de Coimbra), IPB (Instituto Politécnico de Bragança), IPCB (Instituto Politecnico de Castelo Branco), UA Universidade de Aveiro) e UTAD (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro).

O projeto Ecodeep pretende estabelecer uma plataforma de apoio à implementação de um conjunto de ferramentas de análise dos sistemas produtivos do sector agroalimentar de forma a torná-los mais eco-eficientes e competitivos. Deste modo contempla seis fileiras distintas do setor Agroindustrial (Vinho; Azeite e óleos vegetais; Hortofrutícolas; Lacticínios; Carne; Peixe). O principal objetivo do projeto Ecodeep é promover o aumento da competitividade, sustentabilidade e inovação das seis fileiras da industria agroalimentar analisadas através do desenvolvimento de metodologias inovadoras, com base no conceito de avaliação de ciclo de vida do produto, contribuindo para: i) redução/minimização das incidências ambientais; ii) otimização da gestão de recursos naturais enquanto matérias-primas; iii) adoção de melhores técnicas e práticas ambientais disponíveis. O setor agroindustrial tem uma grande relevância a nível nacional, sendo um sector muito diversificado e com produtos de excelência, que tem vindo ao longo dos seculos

a modernizar-se e a aumentar a sua competitividade, num processo de ajustamento à concorrência dos mercados e ao desafio da globalização.

Deste modo o presente relatório “Avaliação de Ciclo de Vida do Azeite e Óleos Vegetais” insere-se num conjunto de seis relatórios setoriais desenvolvidos no âmbito do projeto Ecodeep. A fileira azeite e óleos vegetais, inclui a análise do azeite como o próprio nome indica e dos seguintes óleos vegetais, cuja produção é mais representativa em Portugal i) Girassol; ii) Colza (apesar de em Portugal não haver o hábito de consumo deste óleo vegetal, este é produzido e exportado); iii) Soja (apesar da soja não ser cultivada em Portugal, é feita a produção de óleo de soja com sementes importadas). Deste modo o presente relatório apresenta os resultados finais da avaliação de ciclo de vida para a fileira do azeite e óleos vegetais.

I.2. Estrutura do relatório

Este relatório encontra-se organizado em cinco capítulos. No primeiro onde se encontra esta secção é feita uma introdução, onde são apresentados o contexto e objetivos do relatório e do projeto. No segundo designado de metodologia, é apresentada a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), bem como os procedimentos gerais da investigação. No terceiro capítulo são apresentadas as considerações finais do relatório bem como as principais simplificações/pressupostos, limitações e sugestões para trabalho futuro. No quarto são apresentados os casos de estudo referentes ao azeite, com uma caracterização e descrição do ciclo de vida do azeite, a análise de inventário, principais resultados e conclusões da sub-fileira. No quinto capítulo são apresentados os casos de estudo referentes aos óleos vegetais, com uma caracterização e descrição do ciclo de vida do azeite, a análise de inventário, principais resultados e conclusões da sub-fileira.

II – Metodologia

II.1 Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

A ACV é uma ferramenta de avaliação que permite caracterizar de uma forma holística os fluxos de materiais, energia e dos potenciais impactos ambientais de um produto em todas as suas fases, desde a extração da matéria-prima, geração de energia, produção de materiais, fabrico, utilização, reciclagem e destino final (from cradle-to-grave). A perspetiva de ACV evita a transferência de impactos de um meio para outro e/ou de uma fase do ciclo de vida (CV) para outra (ISO 14040 2006). A metodologia de ACV baseia-se na análise de sistemas e trata os processos como fazendo parte de uma cadeia de subsistemas que trocam inputs e outputs entre si (Guinée et al., 2002; Malça & Freire, 2006). A metodologia de ACV está estruturada em quatro fases:

1. Definição dos objetivos e do âmbito, na qual se apresenta a descrição do sistema com base nas suas fronteiras e unidade funcional (Rebitzer, 2004). A fronteira do sistema define os processos unitários incluídos na análise. A unidade funcional (UF) é uma medida do desempenho das saídas funcionais do sistema de produto, que constitui a referência para a qual as entradas e as saídas do sistema são calculadas. Esta referência é necessária para assegurar que a comparabilidade dos resultados da ACV é feita numa base comum (ISO 14040, 2006). Nesta fase, são também definidos outros aspetos chave como o método de impacto ambiental (e as categorias selecionadas para análise), pressupostos, limitações e como lidar com a multifuncionalidade para atribuir os impactos ambientais entre o produto principal (UF) e os sub(co)produtos (funções adicionais do sistema).

2. Inventário de ciclo de vida (ICV), que consiste na recolha de dados e procedimentos de cálculo para quantificar todas as entradas (inputs) e saídas (outputs) do sistema (e.g. matérias-primas, químicos, combustíveis, energia).

3. Avaliação de impactos ambientais de ciclo de vida (AICV), a qual compreende e avalia a magnitude e significância dos potenciais impactos ambientais. De um modo geral, esta fase envolve a associação dos dados de inventário a categorias específicas de impacto ambiental e a indicadores de categoria, tentando-se assim compreender estes impactos. A fase de AICV fornece ainda informação para a fase de interpretação do ciclo de vida.

4. Interpretação, fase na qual os resultados, quer do inventário, quer da avaliação de impactos, ou de ambas, são avaliados de acordo com o objetivo e âmbito definidos, com vista à obtenção de conclusões e recomendações.

Na Figura II1 apresentam-se esquematicamente as quatro fases da ACV.

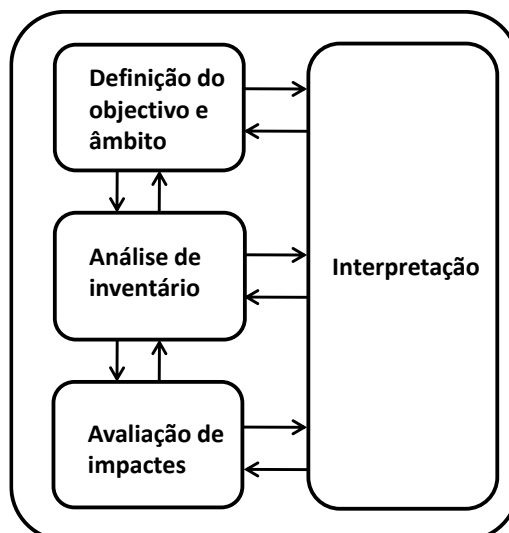


Figura III1 – Fases da Avaliação de Ciclo de Vida (ISO 14040, 2006).

Para a realização da fase de AICV o cálculo dos impactes ambientais faz parte dos elementos obrigatórios apresentados pela norma ISO 14044. Nesta fase do estudo, o potencial impacte de cada emissão do inventário e/ou fluxo de recursos para o meio ambiente é modelado quantitativamente de acordo com o mecanismo ambiental relevante, utilizando um método de caracterização (Piekarski et al., 2012). Estes podem ser classificados em duas categorias de acordo com a abordagem que utilizam: midpoint e endpoint. A abordagem midpoint (orientada para o problema) consiste em agregar todas as substâncias do ICV que apresentem uma característica comum na cadeia causa-efeito do mecanismo ambiental, indicando os impactes em potencial ao invés das consequências finais, a incerteza dos resultados é relativamente reduzida. Ao nível endpoint (abordagem orientada para o dano) são modelados todos os mecanismos ambientais que ligam os impactes do ICV com o respetivo impacte sobre as áreas de proteção, ou seja, quantifica-se as consequências das categorias de impacte midpoint nas áreas de proteção ao nível endpoint, a incerteza dos resultados é consideravelmente mais elevada (Goedkoop et al., 2013).

No presente relatório foi considerado como método de AICV ReCiPe (V1.07). De acordo com Goedkoop et al., 2010, o ReCiPe é o sucessor dos métodos EcoIndicator 99 e CML 2001. O objetivo inicial no desenvolvimento deste novo método era integrar a abordagem orientada para os problemas ambientais (problem oriented approach) do CML 2001 com a abordagem orientada para os danos (damage oriented approach) do EcoIndicator 99 (Goedkoop et al., 2010). O ReCiPe integra estes dois tipos de abordagem apresentando as categorias de impacte ambiental a um nível *midpoint* e *endpoint*. Os resultados da AICV são apresentados apenas a um nível *midpoint* (devido à elevada incerteza associada à abordagem *endpoint*), para a perspetiva hierárquica (o recomendado, sendo baseada nas políticas mais comuns no que diz respeito ao espaço de tempo e outras questões) e para quatro categorias de impacte ambiental: alterações climáticas (AC), acidificação terrestre (AT), eutrofização de água doce (EAD) e por fim a

eutrofização marinha (EM). Na tabela I1, introduzem-se resumidamente as categorias de impacte analisadas.

Tabela II 1. Categorias de impacte do método ReCiPe (Goedkoop *et al.*, 2013).

Categoria de impacte	Descrição	Sigla	Unidade
Alterações Climáticas	Associado às emissões dos gases com efeito de estufa. O fator de caracterização das alterações climáticas é o potencial de aquecimento global (GWP).	AC	kg CO ₂ eq
Acidificação Terrestre	A deposição atmosférica de substâncias inorgânicas, tais como sulfatos, nitratos e fosfatos, podem causar alterações na acidez no solo.	AT	kg SO ₂ eq
Eutrofização de Água Doce	Enriquecimento em nutrientes do ambiente aquático, essencialmente compostos de fósforo e nitrogénio.	EAD	kg P eq
Eutrofização Marinha		EM	kg N eq

II.2 Procedimentos gerais da investigação

Foi feita uma caracterização de cada sub-fileira do setor agroindustrial, sendo inicialmente definidos o número total de empresas a inquirir. Para tal foram elaborados inquéritos tipo para cada fileira, os quais foram aplicados às empresas, estes inquéritos foram desenvolvidos pelas equipas da ADAI e UA sendo apresentados no Apêndice A. Cada parceiro ficou responsável pelo contacto e aplicação dos inquéritos a empresas representativas de cada fileira do setor agroindustrial. Depois de preenchidos, os inquéritos foram agrupados por fileira, validados e quantificadas as entradas e saídas (e.g. materiais, energia, emissões, resíduos) associadas ao produto principal, bem como possíveis coprodutos (processo iterativo e moroso com necessidades constantes de esclarecimentos adicionais). No global encontrava-se prevista a elaboração de 24 inventários para a fileira do azeite e óleos vegetais. Deste modo foram inquiridas e validadas 16 empresas/explorações com a elaboração global de 28 inventários referentes ao processo produtivo do azeite e óleos vegetais respeitantes a vários anos.

Após o processo de recolha e tratamento dos dados de inventário procedeu-se à seleção do método de AICV bem como das respetivas categorias de IA a considerar para a avaliação dos potenciais impactes ambientais associados ao ciclo de vida de cada um dos produtos em análise. O fecho do estudo contempla a elaboração do presente relatório. Em paralelo foram desenvolvidos trabalhos no âmbito do projeto Ecodeep que contribuíram para a execução deste relatório final (e.g. participações em conferências, elaboração de desdobráveis, flyers, guias setoriais, workshops), todos estes documentos são apresentados no Apêndice B.

III – Considerações Finais

O setor agroalimentar é prioritário nas políticas de produção e consumo sustentável a nível mundial. Na Europa há um crescente interesse na caracterização dos impactes ambientais associados aos produtos alimentares como fator de competitividade. Essa caracterização permite a identificação de oportunidades para melhoria do desempenho ambiental dos produtos, bem como a comunicação e divulgação desse desempenho perante uma sociedade com crescentes exigências ambientais (e.g., declaração ambiental de produto (DAP), pegada ambiental do produto (PAP), pegada ambiental das organizações (PAO)). Neste sentido, no presente relatório foi desenvolvido um modelo e inventário de ciclo de vida para a produção de azeite e óleos vegetais em Portugal. Foram analisados 5 produtores de azeitona, 6 lagares e 1 produtor de óleo de bagaço de azeitona, 5 produtores de sementes/grão (três de girassol com duas práticas distintas, regadio e sequeiro, um de colza e um de soja), extração dos três tipos de óleo e neutralização.

Verificou-se que, quer para o sistema de produção de azeite, quer para o sistema de produção de óleos vegetais o cultivo representa entre 62% a 99% dos impactes para as diferentes categorias de impacto consideradas. Esta é uma situação recorrente em estudos referentes a sistemas agroindustriais. Relativamente aos impactes associados à extração (tanto do azeite como dos óleos) estes devem-se essencialmente às necessidades energéticas inerentes aos processos de extração.

Estes resultados vêm confirmar a extrema importância da correta gestão no uso de fertilizantes e combustíveis fósseis na fase de cultivo, para a minimização dos impactes ambientais desta fase de CV. Quanto ao processamento, armazenamento e embalamento, concluiu-se que para minorar os impactes ambientais destas fases, são necessárias medidas de gestão e controlo dos consumos tanto de eletricidade como de outros combustíveis fósseis, devendo por isso sempre que possível utilizar combustíveis alternativos. Para diminuir o impacto ambiental das embalagens deve optar-se pela utilização de tipos mais eco-eficientes/ecológicos, bem como efetuar a sua reciclagem em fim de vida.

III.1. Principais simplificações/pressupostos e limitações

As **principais simplificações/pressupostos** adotados no desenvolvimento dos estudos de Avaliação de Ciclo de Vida para a fileira do azeite e óleos vegetais são apresentadas seguidamente.

- Considerou-se o olival em plena produção, não sendo assim contabilizado o estabelecimento inicial do olival nem a sua eliminação;

- Relativamente ao carbono armazenado na oliveira/oleaginosas durante o seu período de vida útil, embora exista investigação em desenvolvimento sobre esta temática, continuam a subsistir dúvidas e divergências quanto à forma de contabilizar o carbono biogénico e os seus efeitos em termos de alterações climáticas. Este é um aspeto crítico na modelação de ciclo de vida, em investigação atualmente, e que deverá ser objeto de trabalho futuro.

- No que toca a utilização de pesticidas considerou-se que a quantidade de pesticidas aplicada é emitida na totalidade para o solo tal qual ocorre nos casos de estudo apresentados na base de dados do *ecoinvent* (Nemecek et al., 2007);

- Considerou-se que os resíduos culturais do cultivo de girassol e colza permanecem no solo após a colheita.

- Relativamente às fronteiras do sistema em estudo, considerou-se uma abordagem “cradle-to-gate”, ou seja considera-se o produto até à porta da fábrica, ou seja o último local de processamento.

- Os resultados do presente relatório são específicos dos inventários apresentados não devendo por isso considerar-se como representativos de uma região, além disto não é adequado assumir que os resultados deste estudo sejam reproduzíveis para outros tipos de cultivo ou outras localizações.

As **principais limitações** identificadas ao longo do desenvolvimento dos estudos de Avaliação de Ciclo de Vida para a fileira do azeite e óleos vegetais são apresentadas seguidamente.

- Muitos dos produtores não estão informados, nem sensibilizados relativamente à mais-valia de estudos deste tipo, não estando por isso recetivos a colaborar com no projeto;

- A recolha dos dados de inventário, além de ser feita pelos especialistas de cada área de produção, deveria também ser acompanhada pelos especialistas no desenvolvimento de estudo de ACV, uma vez que se encontram mais sensibilizados para o tipo e formato de informação a recolher;

- Qualidade dos dados, apesar da etapa de recolha dos dados de inventário ser por si só uma etapa iterativa e extensa, o facto de estes dados passarem por diversas equipas de trabalho faz com que se perca alguma informação, ou parte dela não se encontre devidamente esclarecida;

III.2. Sugestões para trabalhos futuros

Além do trabalho desenvolvido no decorrer do projeto Ecodeep, este permitiu ainda identificar e estabelecer algumas sugestões para trabalho futuro. Deste modo estas sugestões são apresentadas na seguinte lista:

- Efetuar uma análise energética aos sistemas em estudo, utilizando por exemplo o CED (Cumulative Energy Demand) (Goedkoop et al., 2013);
- Incluir o estudo da utilização da água pela análise da Pegada Hídrica (ISO 14046:2014);
- Realizar uma análise detalhada à contribuição das emissões da aplicação de pesticidas para o impacto ambiental do cultivo, com recurso a métodos adequados como por exemplo o PestLCI (Dijkman et al., 2012);
- Alargar a ACV a categorias toxicológicas, para tal considerar métodos mais robustos como o USEtox (ref);
- Completar os pontos anteriores com uma Avaliação Social de Ciclo de Vida (método recente que relaciona uma avaliação ambiental com os aspetos sociais e sociológicos de um determinado produto).
- Recolher dados para um maior número de anos de forma a realizar uma análise de incerteza para verificar a robustez dos dados e dos resultados;
- Considerar a fase de distribuição dos produtos até ao local de venda e apesar da elevada incerteza do pós-venda até à habitação do consumidor;
- Efetuar uma comparação entre diferentes tipos de embalagem e investigar possíveis melhorias no seu eco-design;

Parte A – Azeite

A.1. Setor do azeite

O olival representa 52% da superfície de culturas permanentes em Portugal Continental, sendo que 99% da azeitona produzida destina-se para a produção de azeite e somente 1% se destina à azeitona de mesa. O Alentejo é a principal região produtora, representando 49% da produção total de azeitona, o Norte e o Centro têm também alguma representatividade (23% e 23% respetivamente). Na Figura A1 apresentam-se para o período temporal compreendido entre 2007 e 2012 as variações da área de olival, produções de azeitona e azeite, importações e exportações de azeitona e azeite, respetivamente (INE, 2010 e 2013).

Como se pode observar a área de olival não apresentou variações significativas nos últimos seis anos, apesar da ligeira diminuição em 2011 e 2012. Verifica-se para a azeitona que as importações e exportações têm pouco significado, face à elevada produção interna. Constatase ainda que, apesar das áreas de produção de azeitona se encontrarem praticamente constantes ao longo dos últimos anos, verifica-se a situação inversa no que respeita à produção de azeite. Tal além de relacionado com as condições climáticas inerentes a cada ano, poderá também encontrar-se associado com a introdução da plantação intensiva e super-intensiva. Este tipo de plantação tem densidades médias superiores a 300 árvores por hectare e produtividades superiores a 10t ha⁻¹, em 2009 já ocupava 9% da superfície de olival para azeite, e encontra-se particularmente concentrada no Alentejo (79%) (RA 2009).

Relativamente ao azeite, esta sub-fileira apresenta resultados positivos uma vez que aumentou significativamente a sua produção (representando quase o dobro de 2008). Este aumento deve-se ao aumento na produção de azeitona em Portugal e não a um aumento das importações quer de azeitona, quer de azeite (as importações deste último têm até diminuído nos últimos anos). Isto traduz-se também num aumento das exportações do azeite, trazendo assim um balanço positivo para o azeite Português. Importa ainda referir que a quantidade total de azeite que se encontra disponível é encaminhada na totalidade para o consumo humano, não sendo utilizado para outros fins.

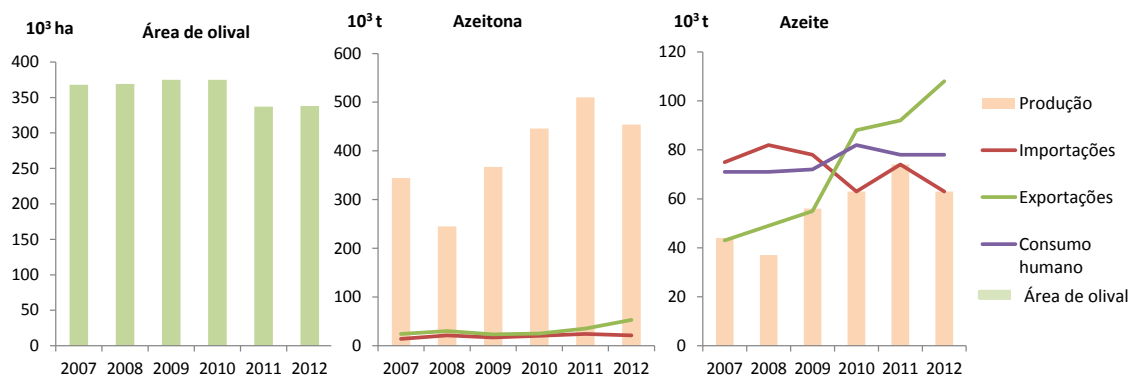


Figura A1 – Estatísticas da produção de azeite entre 2007-2012: área de produção, importações e exportações (INE, 2010 e 2013).

A.2. Descrição da produção do azeite

A.1.1. Olivicultura

As explorações analisadas foram selecionadas tendo em conta as principais regiões produtoras de azeitona (para azeite) em Portugal, de forma a obter-se informação representativa da realidade Portuguesa. Deste modo, os olivais analisados localizam-se no Alentejo, Trás-os-Montes e Beira Interior.

O setor de azeite em Trás-os-Montes assenta no olival ‘tradicional’ conduzido em sequeiro. A rega beneficia uma fração pouco significativa da área de olival de Trás-os-Montes. O olival está instalado em solos de natureza diversa, mas de uma maneira geral de reduzida fertilidade. A reduzida espessura efetiva dos solos é a propriedade menos favorável, já que restringe a capacidade de armazenamento de água. Por sua vez, a reduzida espessura efetiva dos solos deve-se ao declive das parcelas e a técnicas culturais menos corretas que favorecem a erosão dos solos. As produções médias na unidade de área são baixas, limitadas por uma estação de crescimento muito curta, que se restringe aos meses de Primavera e, eventualmente, Outono. No Verão e no Inverno a atividade fotossintética das plantas é reduzida, limitada, respetivamente, pela falta de água no solo e por temperaturas baixas. As explorações olivícolas transmontanas são compostas por olivais centenários e olivais novos, todos sujeitos a uma técnica cultural similar. As plantações mais antigas caracterizam-se por apresentarem mistura de cultivares e densidades de plantação reduzidas, frequentemente menos de 150 árvores por hectare. As plantações jovens, com menos de 15 anos, são monovarietais, maioritariamente da cv. Cobrançosa, e estão instaladas no compasso 7x7, ou seja 204 árvores ha⁻¹. O que pode ser relevante e critério de separação é a dimensão das explorações. Trás-os-Montes é uma região onde predomina a pequena propriedade. Contudo, há um grupo significativo de grandes produtores que têm uma importância económica significativa e lideram a inovação e a implementação de novas técnicas culturais.

O setor do azeite no Alentejo assenta essencialmente em olivais intensivos e superintensivos, com uma idade média baixa que varia entre os 5 e 20 anos. Estes olivais apresentam normalmente uma elevada densidade, comparativamente aos olivais de outras regiões (200-400 árvores/ha e >1500 árvores/ha, para olivais intensivos e superintensivos, respetivamente), elevadas técnicas culturais e uma característica que os distingue das restantes regiões, são maioritariamente em regadio. As variedades de azeitona mais utilizadas são a Galega ou Galega vulgar, Cordovil de Serpa e a Verdeal Alentejana ou Verdeal (MADRP, 2007). Mais recentemente tem-se vindo a introduzir nos novos olivais a Cobrançosa e a Arbequina. Além do referido são efetuadas podas regulares e as oliveiras apresentam uma altura média (sem necessidade de utilização de escadas).

Por sua vez o setor do azeite na região centro assenta em olivais de sequeiro, de baixa densidade e envelhecidos. Caracterizam-se essencialmente por pequenos produtores que trabalham

isoladamente. Algumas áreas encontram-se em zonas de elevado declive sem qualquer possibilidade de mecanização. O declive constitui um problema, dado que à oliveira foram reservados os solos mais marginais. As podas representam uma atividade esporádica e as oliveiras apresentam alturas elevadas (necessário o uso de escadas).

Tendo em conta as diferentes tipologias de produtores, para o projeto considerou-se como caracterizantes da realidade de Portugal os seguintes subsistemas de produção de azeitona:

i) Subsistema agricultura familiar - Neste subsistema incluem-se explorações agrícolas onde a oliveira tenha uma expressão económica relevante e todas as tarefas sejam realizadas por mão-de-obra familiar. Este subsistema representa alguns milhares de produtores tendo uma importância social elevada. São explorações com reduzido grau de mecanização e em que os pomares se apresentam muito cuidados (elevada intervenção fitotécnica, sem significar que se utilizam as melhores técnicas culturais), não significando que seja feita fertilização (alguns produtores aplicam fertilizantes e outros não). Para caracterizar este subsistema serão consideradas explorações localizadas dentro da DOP Trás-os-Montes e região centro que apresentem áreas de olival próximas de 10 ha. Deste modo serão designadas de produtor #A e #B.

ii) Subsistema de atividade empresarial - Neste subsistema incluem-se empresas com assalariados permanentes em que a olivicultura seja a principal atividade económica. Para caracterizar o subsistema serão usadas explorações igualmente dentro da DOP Trás-os-Montes e com área de olival superior a 50 (80) ha. São explorações com elevado grau de mecanização das operações culturais, em que a colheita, por exemplo, é feita por vibração de tronco. O produtor com estes requisitos é identificado por produtor #C.

iii) Subsistema agricultura biológica – O que caracteriza este subsistema é o facto de apenas se considerar fertilização orgânica (quer por estrume diretamente aplicado, quer por animais em pastoreio) e não ser aplicado qualquer tipo de substância fitossanitária. Apesar disso representa um produto de maior valorização económica para a produção de azeite. O produtor deste subsistema será designado de produtor #D.

iv) Subsistema de plantação intensiva – É o subsistema com maior intensidade de inputs, havendo uma forte fertilização e tratamento fitossanitário. Está normalmente associado a grandes áreas de cultivo, sendo o regadio a característica que mais o distingue dos restantes sistemas de produção, assim como, a elevada produtividade (10 t) quando comparado com os restantes sistemas. O produtor deste subsistema será designado de produtor #E.

Na Tabela A1 são apresentadas as principais características dos diferentes produtores considerados.

Tabela A1 - Principais características dos produtores de azeitona estudados.

Produtor	Nº de árvores/ha	Área (ha)	Produtividade (t/ha)	Fertilização	Aplicação Fitossanitários	Rega	Localização
#A	172	12	1.83	Sim	Sim	Não	Bragança
#B	35	2.1	0.375	Não	Não	Não	Coimbra
#C	204	100	1.54	Sim	Sim	Não	Bragança
#D	75	100	0.5	Sim	Não	Não	Castelo Branco
#E	300	249	10	Sim	Sim	Sim	Alentejo

A.1.2. Lagar de azeite

O azeite é considerado o sumo natural da azeitona, é a única gordura vegetal extraída de forma mecânica e que pode ser consumida diretamente. O nº de lagares em laboração tem vindo a diminuir substancialmente, devido às maiores exigências relacionadas com o licenciamento industrial que, vieram tornar mais evidentes uma série de problemas que, para além das questões ambientais, se têm vindo a colocar com alguma pertinência e que são de natureza higio-sanitária e técnico funcional. Contudo, a partir de 2000 tem-se assistido a uma tendência de estabilização, verificando-se pequenas variações por campanha que se prendem, sobretudo, com a disponibilidade de matéria-prima.

As melhorias introduzidas ao nível das tecnologias de extração de azeite, através da substituição dos sistemas tradicionais de prensas por linhas contínuas de extração por centrifugação de massas, primeiro em três fases (finais da década de 60 a princípios dos anos 70) e mais recentemente o sistema de extração contínua de duas fases ou também designado de linha ecológica (década de 90), que surgiu face aos problemas ambientes inerentes aos subprodutos do sistema de extração de três fases, foram normalmente acompanhadas por um aumento das escalas de produção. Esta modernização, ao contribuir para a redução do tempo de espera da azeitona até ser laborada, tem tido reflexos muito positivos na melhoria da qualidade do azeite obtido. Tem igualmente contribuído para uma diminuição substancial da incidência ambiental provocada pelos efluentes dos lagares já que, no caso dos sistemas contínuos de duas fases não há produção de água russa, sendo o efluente apenas resultante das águas de lavagem da azeitona e dos equipamentos (MADRP, 2007).

A extração de azeite pelo processo de centrifugação envolve a separação desta gordura das outras fases da pasta da azeitona, por meio da força centrífuga que acentua a diferença entre os pesos específicos dos líquidos imiscíveis e do material sólido. No que respeita às operações diretamente relacionadas com a extração do azeite podemos enumerar operações preliminares (que são comuns às duas linhas – de prensas e de centrifugação) e operações realizadas no interior do lagar (é aqui que é feita a distinção entre os três sistemas – lagares tradicionais, de duas e três fases) apesar de algumas operações serem comuns. As operações preliminares no lagar envolvem: receção e descarga, controlo, separação, conservação, limpeza (remoção de folhas, pedras, etc..) e lavagem. A operação a seguir inclui a preparação da pasta: a moenda, geralmente com moinhos metálicos e a termobatedura. A primeira operação tem como objetivos: i) rutura completa das

células do mesocarpo que contém o azeite; ii) eliminação ou restrição da emulsão da pasta (gotículas de azeite rodeadas por membrana lipoproteica e que dificulta a sua rutura); iii) incrementar a quantidade de azeite extraído por meios mecânicos (preservando a qualidade). A moenda ocupa no processo de extração do azeite um papel de alta responsabilidade, uma vez que a forma como se realiza e o equipamento que se utiliza tem uma influência direta sobre as restantes operações de elaboração (batedura, extração de qualquer tipo, decantação-centrifugação) e principalmente sobre o rendimento e a qualidade do azeite. Os moinhos utilizados podem ser de pedra ou metálicos (martelos ou discos dentados). Por sua vez, a operação de termobatedura foi concebida para incrementar o efeito da moenda e para tornar a pasta uniforme, tem como principal objetivo destruir as emulsões entre o azeite e as águas de vegetação formadas durante a moenda com moinhos de martelo, favorecendo a coalescência das gotas de azeite. Em seguida surge a operação de separação sólido-líquido, esta é a etapa que distingue decisivamente os diferentes métodos de extração.

No sistema de extração tradicional (prensas) a pasta batida é encaminhada para umas prensas hidráulicas, onde é adicionada água, neste processo há a produção do mosto oleoso, águas ruças e bagaço seco. No lagar de três fases a pasta batida é bombeada ao decanter mediante a adição de água aquecida (a adição de água aumenta a fluidez da pasta e favorece a separação das fases sólidas e líquidas pela força centrífuga), neste processo há também três produtos diferentes: mosto oleoso, águas ruças e bagaço seco. Por seu lado a tecnologia de centrifugação por duas fases é mais eficaz, uma vez que não há adição de água à pasta (menor produção de águas residuais e azeite com maior quantidade de polifenóis), os produtos resultantes são o mosto oleoso e bagaço húmido. Após a fase de separação sólido/líquido segue-se a etapa de separação líquido/líquido (nesta etapa o sistema tradicional recorre à decantação, por sua vez os sistemas de 2 e 3 fases a centrifugação), e que consiste na separação no mosto oleoso das águas de vegetação do azeite, obtendo assim dois produtos: azeite virgem e águas de vegetação (MADRP, 2007).

Terminada esta etapa o azeite virgem é armazenado, durante cerca de 2-3 meses, em cubas de inox, em lugar isolado do processo de extração, ao abrigo da luz e a uma temperatura ambiente variável entre 10 a 18°C. Findo o tempo de armazenamento é indispensável fazer a trasfega, com o objetivo de separar o azeite das impurezas sólidas se depositaram no fundo da cuba e da água. O azeite virgem é então transferido para reservatórios limpos e caso não fiquem cheios, se os períodos de armazenamento forem longos é recomendado preencher o espaço vazio do reservatório com gás inerte (nitrogénio). Por último, segue-se o processo de embalagem em garrafas de vária natureza quanto à capacidade e ao material de que são feitas, dando-se preferência ao vidro de cor escura, ou então garrações de PVC opaco de 5 L ou 3L de capacidade.

A evolução tecnológica verificada nos últimos anos originou que se viessem a produzir cada vez mais bagaços húmidos (obtidos nos sistemas contínuos de duas fases) evitando-se a produção de águas ruças. Enquanto nos lagares de prensas e contínuos de três fases, o bagaço

produzido ainda representa uma mais valia em termos económicos, sendo adquirido pelas fábricas de extração de óleo de bagaço, o bagaço húmido dos sistemas de duas fases, praticamente não tem valor comercial, dadas as suas características de humidade e viscosidade que tornam difícil o seu transporte, armazenagem e secagem. Tendo em vista a sua utilização como subproduto torna-se necessário proceder a uma pré-secagem. A valorização conseguida para estes bagaços não chega a compensar os custos adicionais com a secagem, pelo que se têm tentado encontrar alternativas para a sua eliminação (compostagem, utilização direta nos solos agrícolas, etc.). Depois de reduzida a sua humidade estes bagaços, tal como de prensas e dos sistemas de três fases, são enviados para as fábricas de extração de óleo de bagaço, de onde, para além do óleo de bagaço bruto se obtém o bagaço extratado. Este último é valorizado como fonte energética para queima em caldeiras. O óleo de bagaço bruto depois de refinado é comercializado como óleo alimentar de bagaço de azeitona (não sendo esta comercialização possível em Portugal, sendo por isso exportado) MADRP, 2007.

Quanto às águas russas num esforço de uso e como um provável desenredo dos problemas ambientais originados pelas águas russas, é permitida a sua eliminação através da utilização na rega de solos agrícolas (despacho conjunto nº 626/2000, do MADRP e MAOT). Esta solução tem sido a adotada pela grande maioria dos lagares. Em alternativa a eliminação deste resíduo é possível pela evaporação em lagoas, ou ainda, a sua rejeição nos coletores municipais após pré-tratamento (MADRP, 2007).

Deste modo foram considerados para análise 6 lagares distintos, um de 3 fases (#3F), quatro de 2 fases (#2Fa, #2Fb, #2Fc, #2Fd) e um de sistema tradicional/prensas (#T), na Tabela A.2. apresentam-se as principais características dos lagares analisados.

Tabela A2- Principais características dos lagares analisados.

Produtores	Tipo de lagar	Fases	Produtos, coprodutos/resíduos	Produtores estudados	Localização
#2Fa, #2Fb #2Fc, #2Fd	2 fases	Armazenamento, Limpeza, Moenda, Batedura	Centrifugação (sólido/liquido) Centrifugação (liquido/liquido)	4	Coimbra, Bragança e Castelo Branco
#3F	3 fases		Azeite, bagaço seco, águas ruças	1	Bragança
#T	Tradicional /prensas		Prensas hidráulicas, decantação	1	Castelo Branco

A.1.3. Extração do óleo de bagaço de azeitona

Os bagaços obtidos no lagar de azeite são na sua grande maioria encaminhados para fábricas extratoras do óleo de bagaço de azeitona. À entrada da fábrica são recebidos dois tipos de bagaço, o húmido (proveniente dos lagares de 2 fases) e o seco (proveniente dos lagares de três fases e do sistema tradicional de prensas). Este último, apesar de denominado seco contém

sempre algum teor de humidade e como tal é necessário em ambos os casos baixar o teor de humidade dos mesmos antes de os submeter a uma extração química (com hexano) para obtenção do óleo de bagaço de azeitona. A grande diferença processual entre os dois tipos de bagaço prende-se com o facto do bagaço húmido necessitar de maiores consumos energéticos para a sua secagem. O restante processo é igual para os dois tipos de bagaço. Assim sendo, no final do processo de extração do óleo de bagaço, obtém-se o óleo de bagaço de azeitona e o bagaço extratado. Ambos os produtos têm valor económico, sendo o bagaço extratado utilizado como combustível em caldeiras já o óleo de bagaço de azeitona é comercializado para Espanha, podendo também ser utilizado para produção de biodiesel.

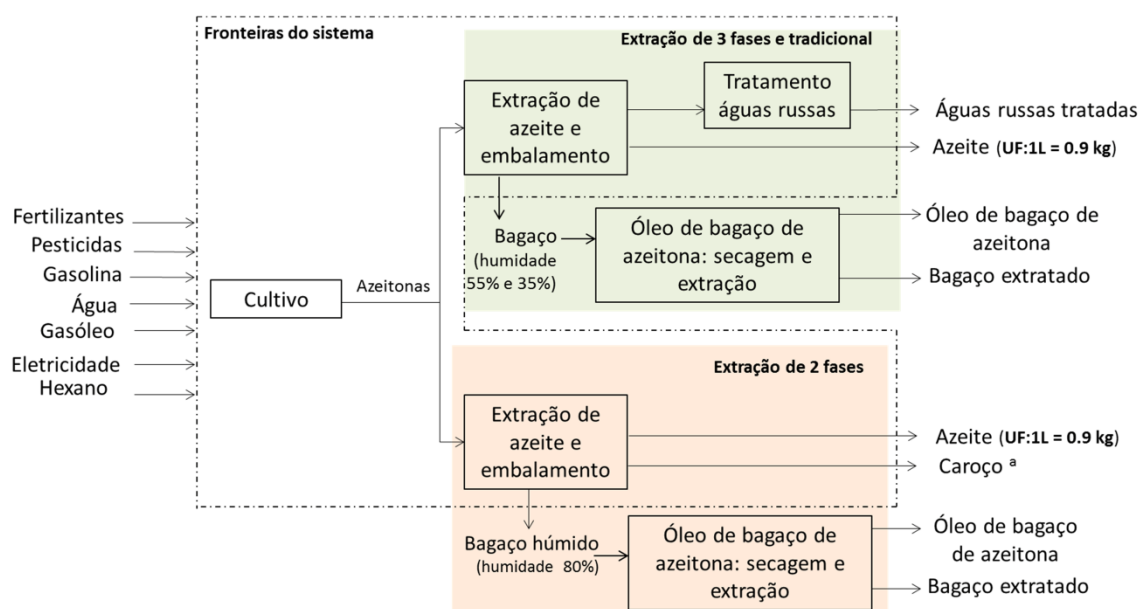
A.3. Definição do objetivo e âmbito

A.3.1. Fronteiras do Sistema e Unidade Funcional (UF)

Foi desenvolvido um modelo e inventário de ciclo de vida para o azeite produzido em Portugal. O modelo inclui o cultivo das oliveiras, extração do azeite (lagar tradicional e lagar de duas e três fases), tratamento das águas russas (lagoas aeróbias), secagem do bagaço e extração do óleo de bagaço de azeitona (Figura A2). No que respeita ao cultivo de azeitona para produção de azeite, foram considerados 5 produtores distintos. Já na etapa do lagar foram analisados um total de 5 lagares. Relativamente à valorização do bagaço, foi analisada uma fábrica extratora do óleo de bagaço de azeitona. A unidade funcional (UF) considerada foi 1 L de azeite embalado à porta do lagar (considerou-se por defeito uma garrafa de vidro de 0,75L por ser a embalagem mais utilizada para a comercialização do azeite).

Neste estudo consideraram-se as emissões causadas pela fertilização (emissões de fósforo, azoto e dióxido de carbono), produção dos inputs do cultivo, assim como, da extração do azeite (Nemecek et al. 2007, Jungbluth, 2007, Patyk e Reinhardt 1997 e Althaus et al., 2007, Hirschier, 2007, Garcia et al., 2014) e dos transportes (Spielmann et al., 2007). As emissões contabilizadas decorrentes da fertilização foram: i) emissões diretas e indiretas de óxido nitroso (N_2O) para o ar (IPCC, 2006); ii) volatilização da amónia (NH_3) para o ar (IPCC, 2006); iii) lixiviação e escoamento do nitrato (NO_3^-) para a água (IPCC, 2006); iv) emissões de óxidos de azoto (NO_x) para o ar (Veldkamp e Keller 1997); v) as emissões de CH_4 decorrentes da gestão de estrumes de origem animal (IPCC, 2006). As emissões da lixiviação e escoamento do fosfato (PO_4) e a erosão de partículas que contêm fósforo (P) foram calculadas com base no modelo SALCA-P (Prasuhn, 2006). Foram também contabilizadas, sempre que se aplique, as emissões de CO_2 decorrentes da aplicação da ureia e do calcário (IPCC, 2006). Foram ainda consideradas as emissões referentes ao tratamento das águas russas. Considerou-se que o tratamento atinge valores médios de remoção de 82.5% da carência química de oxigénio (CQO), 90% dos fenóis e

61% da carência bioquímica de oxigénio (CBO) (Paraskeva and Diamadopoulos, 2006). Quando as lagoas aeróbias têm um sistema de operação adequado verificam-se baixas ou mesmo nulas emissões de metano. Tais emissões podem ocorrer devido à formação de pequenas bolsas de sedimentação (IPCC, 2006). As emissões de metano intensificam-se quando as lagoas se encontram sobrelotadas e sem rotinas de controlo devidamente definidas. Para este estudo considerou-se o pior cenário uma vez que muitas das lagoas aeróbias de tratamento de águas russas funcionam perto ou no seu limite máximo, assim sendo as emissões de CH₄ foram estimadas com base no IPCC, 2006 e encontram-se relacionadas com: (i) carência química de oxigénio (CQO) de águas residuais não tratadas (18g L⁻¹); (II) eficiência de tratamento; (III) capacidade de produção de metano (0.25 kg kg⁻¹ CQO removido) e (IV) fator de correção para o metano (0.3).



^a - Para dois dos produtores

Figura A2 - Fronteiras do sistema de produção do azeite, para três processos de extração.

A.3.2. Multifuncionalidade

Os sistemas agroindústrias são recorrentemente sistemas multifuncionais, pois há a produção combinada de mais do que um produto. O processo produtivo do azeite é claramente um processo multifuncional, pois tem a produção conjunta de azeite (produto principal), caroço (dois dos produtores) e bagaço. Por sua vez este bagaço poderá ser valorizado para a produção de óleo de bagaço de azeitona e bagaço extratado. Os caroços (quando separados) são secos e utilizados como combustível em caldeiras, sendo que, uma parte é utilizada internamente no lagar e o excedente vendido. Como se pode depreender, a questão da multifuncionalidade é um aspeto crítico em estudos de avaliação de ciclo de vida. Tendo em conta o referido, no presente relatório considerou-se que a distribuição dos impactes ambientais entre o produto principal e os

coprodutos será feita considerando uma alocação económica. A alocação económica relaciona as quantidades mássicas de cada um dos coprodutos com o valor económico dos mesmos. Na Tabela A3 apresentam-se os fatores de alocação considerados para cada um dos casos de estudo.

Tabela A3 - Fatores de alocação para o sistema de produção do azeite.

Fase de ciclo de vida	Tipologia	Produto r	Coproduto	Quantidades mássicas	Alocação económica	
				Fator (kg L ⁻¹ _{azeite})	Preço (€/t) ^(a)	Fator
Extração de azeite	3 fases	#3F	Azeite	0.90	2840	97.2%
			Bagaço de azeitona	2.99	25	2.8%
	2 fases	#2Fa	Azeite	0.9	2840	99.2%
			Bagaço de azeitona	3.45	5	0.7%
			Caroço	0.34	12.5	0.2%
			Azeite	0.9	2840	98.5%
		#2Fb	Bagaço de azeitona	5.75	5	1.1%
			Caroço	0.72	12.5	0.3%
		#2Fc	Azeite	0.9	2840	99.3%
			Bagaço de azeitona	3.38	5	0.7%
		#2Fd	Azeite	0.9	2840	99.3%
			Bagaço de azeitona	3.7	5	0.7%
	Tradicional	#T	Azeite	0.9	2840	96.6%
			Bagaço de azeitona	3.65	25	3.4%

^(a)- FAO, 2014

A.4. Análise de inventário

Neste capítulo são apresentados os inventários de ciclo de vida do azeite produzido em Portugal, para todas as suas fases de produção. Deste modo, na Tabela A4 são apresentados os inventários referentes à etapa do cultivo da azeitona.

Como se pode verificar através da análise dos inventários de cultivo da azeitona, há variações significativas tanto nos dados de entrada como nos de saída. Assim sendo, os diferentes produtores podem ser organizados em três grupos distintos: i) #A (produtor familiar) e #C (produtor empresarial) ambos da mesma região (concelho de Mirandela), apesar de apresentarem entradas de fertilizantes bastante distintas (sendo estas bastante superiores para o produtor #B) apresentam produtividades bastante próximas, sendo até as mais elevadas as do produtor #A; ii) #B (produtor familiar) e #D (produtor orgânico) ambos na região centro do país (#B concelho de Figueiró dos Vinhos e #B concelho de Vila Velha de Rodão), não fazem tratamentos fitossanitários, relativamente à fertilização apenas o produtor #D a considera (sendo exclusivamente fertilização orgânica) e as suas produtividades são na mesma ordem de grandeza; iii) #E (produtor intensivo), este produtor apresenta um inventário completamente distinto de todos os outros produtores, sendo o maior fator diferenciador a rega (aplicando cerca de 2000 m³ ha⁻¹). Este faz também uma forte fertilização e tratamento fitossanitário o que se traduz numa produtividade extremamente elevada quando comparada com os outros produtores (10 t ha⁻¹), além do referido é o único produtor do Alentejo.

Tabela A4 – Principais dados de entrada (por ha) e principais características dos diferentes produtores.

Inputs	#A	#B	#C	#D	#E	Unidades
Fertilizantes						kg
Químicos						kg
N	53.3	-	1.2	-	109.6	kg
P	1.2	-	0.7	-	48.0	kg
K	0.3	-	1.5	-	128.8	kg
Nitrocálcio (27%N)	-	-	400.0	-	-	
Ureia	-	-	28.0	-	37.5	kg
Boro	1.9	-	0.3	-	0.47	kg
CaO	15.5	-	520	-	-	kg
MgO	15.5	-	160	-	-	kg
SO3	-	-	0.64	-	-	kg
Orgânicos						kg
Estrume de ovinos	-	-	-	250	-	kg
Ovinos em Pastoreio	-	-	-	3	-	cb ^a
Pesticidas (s.a.)						
Cobre	-	-	900	-	-	g
Oxicloreto de cobre	-	-	-	-	10	kg
Tubeconazol	-	-	-	-	150	g
Lambda-cialotrina	-	-	9.5	-	-	g
Glifosato	2000	-	450	-	2900	g
Dimetoato	-	-	0.4	-	3.6	kg
Estrato de algas	-	-	-	-	2.5	kg
Energia						
Gasóleo	118.7	10	118	12	86	L
Gasolina	6.7	1.5	0.45	5	14	L
Eletricidade	-	3.25	-	12	880	kWh
Água	-	-	-	-	2000	m ³
Outputs	#A	#B	#C	#D	#E	Unidades
Produtividade	1.83	0.375	1.54	0.5	10	t
Caraterísticas	#A	#B	#C	#D	#E	Unidades
Nº de árvores	172	35	204	75	300	Árvores
Área total	11.9	2.1	100	100	248.7	ha
Ano a que se referem os dados	2011	2012	2012	2012	2012	-

^a Cb – número de cabeças de ovinos por ha

A Tabela A5 apresenta os principais dados de entrada e saída de seis lagares distintos, sendo estes pertencentes aos concelhos de Macedo de Cavaleiros, Vila Flor, Vila Velha de Rodão e Figueiró dos Vinhos. Como se pode verificar há algumas variações nos dados apresentados que se devem essencialmente à laboração de diferentes variedades de azeitona. Em todos os casos analisados o principal produto produzido é o azeite, variando os resíduos e/ou coprodutos consoante a tipologia do lagar. Assim sendo, nos lagares de 3 fases e tradicional obtêm-se separadamente o bagaço (com um teor de humidade na ordem dos 35% e 55%, respetivamente) e as águas russas (tratamento em lagoas aeróbias é o mais comum), no de 2 fases obtêm-se conjuntamente o bagaço (humidade na ordem dos 80%) e as águas russas, em ambos os casos os dois tipos de bagaço são encaminhados para as fábricas extratoras de óleo de bagaço de azeitona. Os lagares que separam o caroço da azeitona consomem parte dele internamente nas caldeiras, sendo o excedente vendido, por sua vez as folhas são utilizadas para alimentação das ovelhas ou depositadas nos solos agrícolas.

Importa ainda referir que o feedback dado pelos produtores indica que para os sistemas de extração de duas e três fases o input de azeitona não depende do tipo de sistema, estando sim relacionado com a variedade da azeitona. Relativamente ao sistema tradicional este necessitaria

em média de mais 10% de azeitona para a mesma quantidade de azeite produzido, tendo sempre por base a mesma variedade de azeitona.

Tabela A5 – Principais dados de entrada e saída da extração de azeite (por L).

Inputs	3 fases			2 fases						#T	Unit
	#3F 2010	#3F 2011	#3F Med.	#2Fa 2010	#2Fa 2011	#2Fa Med.	#2Fb	#2Fc	#2Fd		
Azeitona	4.70	4.95	4.82	4.65	5.70	4.95	6.76	6.25	6.9	7.35	kg
Elettricidade	0.22	0.23	0.22	0.14	0.17	0.15	0.34	0.25	0.31	0.13	kWh
Propano	0.01	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	0.02	kg
Gasóleo	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	
Água	4.69	4.95	4.82	0.29	0.19	0.26	1.35	1.2	1.24	1.84	L
Outputs											
Azeite	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	L
Folhas	0.25	0.26	0.25	0.14	0.17	0.15	0.15	-	-	-	kg
Bagaço	3.08	2.90	2.99	3.25	3.94	3.45	5.75	3.38	3.7	3.65	kg
Águas russas	4.69	4.95	4.82	0.25	0.16	0.22	-	-	-	4.31	L
Caroço de azeitona	-	-	-	0.28	0.47	0.34	0.72	-	-	-	kg

O bagaço obtido é transportado para a fábrica de extração do óleo de bagaço de azeitona e em ambos os casos (bagaço de duas e três fases), estes são sujeitos a uma secagem prévia, uma vez que o bagaço de azeitona de duas fases apresenta um teor de humidade na ordem dos 80% e o de três na ordem dos 35%. Na tabela x, são apresentados os principais dados de entrada da secagem do bagaço e extração do óleo. Como se pode verificar pela análise da tabela x, o processo de extração de óleo é igual para os dois tipos de bagaço (uma vez que estes já se encontram secos), sendo o fator diferenciador o processo de secagem, uma vez que o bagaço de duas fases necessita de mais energia para o seu processo de secagem (que seria de esperar, pois também apresenta um teor de humidade superior).

Tabela A6 - Principais dados de entrada na extração de óleo de bagaço de azeitona (por tonelada de óleo).

Inputs	Bagaço 3 fases	Bagaço 2 fases	Unidades
Bagaço de azeitona	16	41	t
Elettricidade	78	95	kWh
Gasóleo	20	50	l
Hexano	1.1	1.1	kg
Bagaço extratado	0.6	1.85	t
Outputs			
Bagaço extratado	8.6	7.35	t
Óleo de bagaço de azeitona	1	1	t

A.5. Avaliação de Impactes de Ciclo de Vida (AICV)

Como referido no capítulo II, o método de avaliação de impactes ambientais utilizado foi o ReCiPe, Goedkoop et al. (2009), tendo sido consideradas quatro categorias de impacto ambiental: alterações climáticas (AC), acidificação terrestre (AT), eutrofização marinham (EM) e eutrofização de água doce (EAD). De forma a facilitar a apresentação dos resultados e manter a confidencialidade dos mesmos, estes são apresentados através de uma média ponderada dos

impactes ambientais de cada uma das fases, ou seja, efetuou-se uma ponderação dos impactes de todos os produtores de azeitona, bem como de cada sistema de produção (lagar de duas, três fases e tradicional). Relativamente à embalagem, como foi já referido, considerou-se por defeito o uso de uma garrafa de vidro de 0.75L, por ser a mais utilizada na comercialização de azeite em Portugal. Tendo em conta que o processo de produção de azeite é multifuncional e de forma a analisar esta problemática os resultados são apresentados com alocação económica.

Na Figura A3 são apresentados os impactes ambientais por L de azeite para as quatro categorias de impacto analisadas, por fase de ciclo de vida e para as diferentes tipologias de lagar analisadas. As barras de erro representam os valores das emissões máximas e mínimas obtidas, para cada categoria de impacto ambiental caso fosse considerada uma análise individualizada de cada produtor e sistema de extração.

Como se pode verificar para todas as categorias de impacto ambiental a fase que mais contribui para os impactes é o cultivo representando entre 70% (AC#3F) e 99% (EM#2F) dos impactes para todas as categorias. A embalagem tem também uma contribuição significativa para as categorias AC, AT e EAD representando entre 6% (AT#T) e 17% (AC#3F). A fase de extração do azeite representa para as categorias AC e EAD entre 3% e 6% dos impactes ambientais nestas categorias. Importa ainda referir para as categorias AC e EM que o tratamento das águas rússas contribui entre 4% e 7% para os impactes ambientais, tal facto deve-se ao modo de funcionamento das lagoas aeróbias (próximo da sua capacidade máxima e não serem o suficientemente arejadas) o que pode potenciar a emissão de metano.

As barras de erro apresentadas indicam a elevada variação nos resultados obtida quando se procede a uma análise para cada produtor e tipo de extração. Esta variação encontra-se essencialmente relacionada com os impactes ambientais referentes à olivicultura, uma vez que estes têm uma elevada variação em função do produtor. Esta variação está diretamente relacionada com os diferentes níveis de entradas e saídas, associadas à produtividade de cada produtor. As emissões médias de GEE associadas à produção de um litro de azeite variam entre 2.1 e 2.9 kg CO₂eq L⁻¹ azeite. Caso consideremos uma análise individualizada a cada produtor as emissões de GEE apresentam um elevado intervalo de variação 1 e 11.2 kg CO₂eq L⁻¹ azeite.

A análise efetuada ao azeite produzido em lagares de diferentes tipologias não nos permite comparar os resultados obtidos entre eles, uma vez que cada lagar apresenta uma eficiência própria (razão entre a quantidade de azeitona necessária por litro de azeite produzido) fruto das diferentes variedades de azeitona laborada e não de diferentes tecnologias. A informação prestada pelos produtores dá-nos conta que utilizando a mesma variedade de azeitona os lagares de 2 e 3 fases obtêm aproximadamente os mesmos rendimentos, necessitando o lagar tradicional em média de mais 10-15% de azeitona por L de azeite (comparativamente aos dois sistemas anteriores).

Como o cultivo é fase de ciclo de vida com os impactes ambientais mais elevados, na figura A4 apresentam-se as principais contribuições para a etapa de cultivo (média ponderada dos

impactes ambientais dos 5 produtores analisados), para as quatro categorias de impacto ambiental. Verifica-se que a produção e utilização dos fertilizantes representam entre 64% (AC) e 98% (EM) dos impactes ambientais totais para a fase de cultivo, sendo este, um aspeto crítico em sistemas agrícolas. Relativamente aos consumos de energia fóssil (gasóleo, gasolina e eletricidade) estes apresentam uma elevada contribuição para as categorias AC e EAD representando 26% e 18%, respetivamente. Importa ainda referir que para a categoria EAD a produção de pesticidas representa 19% dos impactes totais nesta categoria, aproximadamente o mesma contribuição dos consumos de energia fóssil.

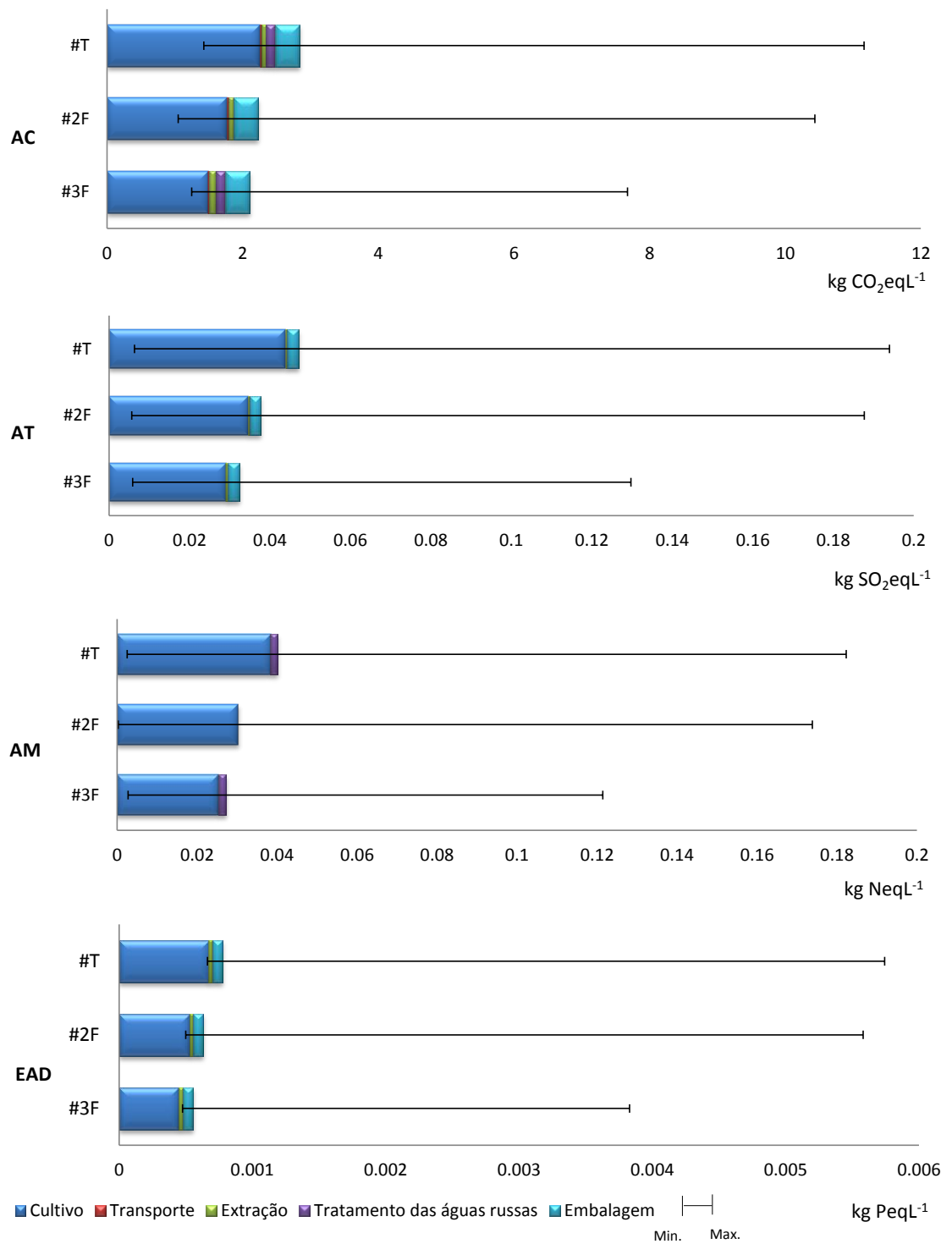


Figura A3 - AICV do sistema de produção de azeite, por UF=1L (alocação económica).

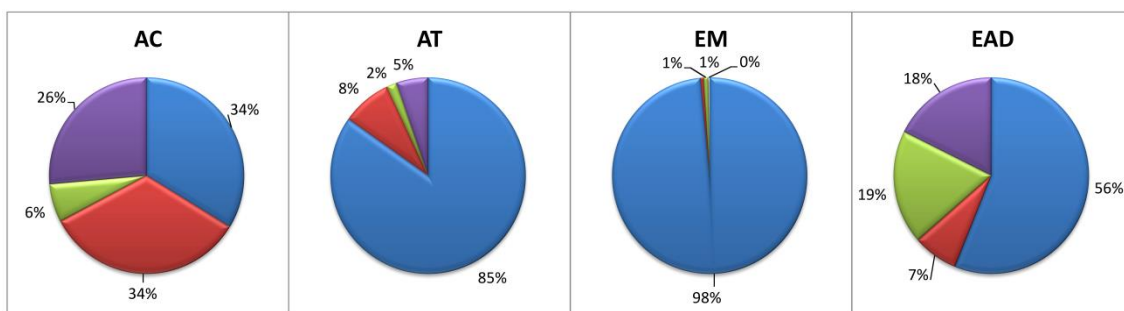


Figura A4 - AICV para o cultivo da azeitona, contribuições por kg de azeitona.

A.6. Conclusões e Oportunidades de Melhoria

Foi desenvolvido um modelo e inventário de ciclo de vida para a produção de azeite em Portugal. Foram analisados 5 produtores de azeitona, 6 lagares e 1 produtor de óleo de bagaço de azeitona (com bagaço proveniente de lagares de duas e três fases). A alocação económica foi o método considerado para lidar com a multifuncionalidade do sistema de produção do azeite.

Os principais resultados desta avaliação ambiental de ciclo de vida do azeite indicam que os impactes ambientais mais elevados estão associados à fase de cultivo, devido essencialmente às características inerentes ao produto e ao processo de produção do azeite. Porém, verificou-se que existe também uma maior variabilidade nos impactes ambientais do cultivo, mostrando que há uma importante “janela de oportunidade” para a melhoria da eficiência ao nível da produção primária que passa pela utilização mais eficiente dos agroquímicos, da água e da energia. Por outro lado, o desafio da eficiência também se coloca ao nível das produtividades, em sistemas de cultivo estruturados e geridos para que as plantas sejam capazes de fazer o máximo aproveitamento dos fatores de produção não dependentes de energias fósseis (CO₂ e radiação solar).

Importa ainda salientar que a análise efetuada ao azeite produzido em lagares de diferentes tipologias não nos permite comparar os resultados obtidos entre eles, uma vez que cada lagar apresenta uma eficiência própria (razão entre a quantidade de azeitona necessária por litro de azeite produzido) fruto das diferentes variedades de azeitona laborada e não de diferentes tecnologias. Seria interessante efetuar uma análise comparativa às três tipologias de lagar, no entanto para tal ser possível deveria selecionar-se a mesma variedade de azeitona para extração de azeite de forma a efetuar uma comparação coerente e identificar o sistema de extração mais “amigo do ambiente”.

A seguir apresentam-se algumas medidas/oportunidades para a melhoria do desempenho ambiental da produção de azeite.

- Uso (moderado) e eficiente de fertilizantes - O uso moderado e de forma eficiente destas substâncias reduz os impactes ambientais induzidos no contexto do olival

(sobrecarga do solo e contaminação de linhas de água) e atenua aqueles que são gerados a montante desta etapa do ciclo de vida. A aplicação de fertilizantes deve ter por base os resultados de análises químicas ao solo e às folhas, de modo a permitir uma quantificação rigorosa das necessidades químicas da planta. Promover a aplicação de adubos orgânicos em detrimento dos fertilizantes sintéticos também contribui para a fertilidade do olival e tem ganhos ambientais relevantes.

- Uso (moderado) e eficiente de pesticidas - Promover uma progressiva redução de herbicidas sintéticos e difundir o uso de coberturas vegetais induz benefícios ambientais; nos casos em que seja necessário o uso de produtos sintéticos, os utilizadores devem otimizar as quantidades necessárias e evitar químicos de alta toxicidade e alta resistência à degradação natural.
- Adoção de modelos de produção biológica mais produtivos – A produção biológica tem como principal requisito a não aplicação de fertilizantes e pesticidas químicos. Esta opção tem efeitos imediatos na redução dos impactes em processos a montante (no fabrico desses produtos). No entanto, as baixas de produtividades que apresenta em relação a outros tipos de olival fazem com que o azeite biológico possa apresentar impactes ambientais superiores por unidade de produto. A adoção de técnicas que aumentem a produtividade deste tipo de olival resultará na obtenção de um produto de elevado valor económico e com menores impactes ambientais.
- Pastoreio do olival – A inclusão do pastoreio no olival, em particular no de grande dimensão, traduz uma técnica ancestral de controlo da vegetação e de fertilização, diminuindo o recurso a processos artificiais, podendo incrementar a biodiversidade e favorecer a mobilidade de nutrientes na paisagem. No entanto, alguns autores (e.g. Arrobas et al., 2011) alertam para este tipo de práticas poderem não ser totalmente eficazes no controlo de vegetação e motivar uma perda de produtividade, que pode eventualmente ser compensada pelas mais-valias da produção animal.
- Uso eficiente da água – A água é um recurso essencial para aumentar as produtividades do olival, porém a quantidade de água a aplicar na rega deve ser ajustada ao tipo de solo, clima e práticas de cultivo, evitando a acumulação excessiva de humidade. Além disso, é importante aumentar a eficiência global dos sistemas de rega através de: melhoria da qualidade dos projetos; redução das perdas de água no armazenamento, transporte e distribuição; redução das perdas na aplicação de água ao solo, introduzindo sistemas de aviso e agro-meteorológicos, reconvertendo os métodos de rega e/ou automatizando e adequando os procedimentos nos diferentes métodos de irrigação.

- Uso de socacos – Quando o relevo o justifique, o uso de socacos pode favorecer a diminuição do uso de água e favorecer a conservação das propriedades do solo com reflexos positivos a nível do uso de agroquímicos e da produtividade.
- Uso eficiente de máquinas – Com a evolução de modelos tradicionais para técnicas modernas de poda, corte e apanha, as máquinas são hoje uma componente central na gestão do olival. Não sendo expectável um regresso a modelos tradicionais, a moderação no uso de máquinas, que devem ser cada vez mais eficientes, pode atenuar o impacto ambiental destas atividades.
- Valorização energética da biomassa do olival – A matéria vegetal proveniente da poda das oliveiras pode ser valorizada energeticamente em combinação com a biomassa gerada nos lagares (folhas da limpeza da azeitona, bagaço e caroço). Os resíduos verdes da poda também podem e devem ser incorporados no solo para promover a fertilização natural do mesmo.
- Seleção de cultivares – Cultivares mais bem adaptadas aos locais, preferencialmente ricas em gordura de qualidade e mais fácil de extrair, contribuem para o aumento da eficiência da cadeia produtiva e reduzem o impacto ambiental.
- Redução dos riscos de erosão do solo- Reduzir os riscos de erosão pelo correto manejo e gestão de solo, através da redução ou eliminação de lavouras e da instalação de cobertos vegetais (ervilhaca, tremocilha, etc.) nas entre linhas das oliveiras.
- Formação dos agricultores – O desenvolvimento de planos de formação dos agricultores é essencial para assegurar a implementação de um correto plano de gestão ambiental da exploração.
- Melhorar o rendimento das tecnologias de extração – Os lagares de duas fases constituem, em termos de consumo de água e de produção de efluentes gasosos, a melhor alternativa devido aos menores consumos verificados, pelo que se recomenda uma progressiva atualização das tecnologias de extração para este processo.
- Racionalização e uso eficiente de água – Racionalização do consumo de água nas fases de lavagem de azeitona, e promoção da recolha dessas águas em depósitos que permita a sua reutilização em processos de limpeza de instalações ou de equipamento.
- Racionalização e uso eficiente de energia – Existem várias medidas que podem contribuir para uma poupança considerável de energia, como: promover uma iluminação natural nas instalações, ou, não sendo possível, optar por luminárias de alto rendimento e energeticamente mais eficientes; manutenção de todo o equipamento elétrico da instalação de forma a manter a adequada eficiência energética dos mesmos; substituição de uma forma gradual de toda a maquinaria obsoleta por equipamento de extração e energeticamente mais eficiente.

- Valorização energética do bagaço – O uso de bagaço como combustível é uma solução adequada para o aproveitamento energético deste material com elevado potencial calorífico. Este aproveitamento, que pode passar pela produção de calor e/ou de energia elétrica, assume um caráter potencialmente imediato nos processos de centrifugação de três fases, enquanto os teores de humidade presentes nos bagaços oriundo dos lagares de centrifugação de duas fases recomendam a sua secagem prévia. A extração do caroço, com recurso a um descaroador, é uma técnica utilizada com frequência e que permite a obtenção de uma matéria seca com um poder calorífico superior aos restantes tipos de bagaço, não inviabilizando o uso do bagaço sem caroço na produção do respetivo óleo.
- Produção de óleo de bagaço de azeitona – À semelhança da valorização energética, o processo de centrifugação de três fases oferece um produto com menor conteúdo em humidade, mais ajustado a este tipo de extração, enquanto o bagaço proveniente da centrifugação de duas fases deverá ser previamente desidratado. O bagaço extratado, que resulta deste processo, poderá ser, à semelhança do bagaço desidratado, valorizado energeticamente.
- Outras formas de valorização - Existem na atualidade muitos outros mecanismos de valorização dos diferentes materiais resultantes dos processos de transformação do azeite e que incluem o seu uso na agricultura ou na alimentação animal, mas que requerem o desenvolvimento de técnicas ou estratégias adicionais, estando dependentes da sua incorporação em sistemas de produção complementares.
- Tratamento das águas ruças - As águas ruças são produzidas nos lagares de prensas e de centrifugação de três fases. Existem diversas opções para o tratamento das águas ruças que devem ser selecionadas procurando minimizar o impacto ambiental destes efluentes, de elevado teor em lípidos e em carga orgânica. No caso da utilização de lagoas aeróbias e como forma de atenuar os riscos de contaminação do solo e dos recursos hídricos, deve assegurar-se uma elevada impermeabilização das mesmas. Dever-se-á também assegurar que nestas ocorram preferencialmente processos aeróbios.
- Utilização de energias renováveis e/ou de baixo carbono – O uso de energia de fontes renováveis é de extrema importância para a redução da emissão de gases com efeito de estufa. A energia renovável é também um importante fator para se garantir o desenvolvimento sustentável do planeta.
- Ações de sensibilização e de formação - Sensibilização de todos os colaboradores com vista a adoção de comportamentos conducentes a uma correta utilização de materiais e energia.

- Embalagens mais sustentáveis - Reduzir o peso das embalagens de vidro, de forma a diminuir os impactes ambientais associados à sua produção, assim como os de transporte do azeite embalado.

Parte B - Óleos Vegetais

B.1. Setor dos óleos vegetais

Os óleos vegetais são obtidos a partir de sementes de frutos oleaginosos, sendo em Portugal mais utilizadas as sementes de girassol e o grão de soja, no entanto, e apesar de não ser consumido em Portugal, é também produzido para exportação o óleo de colza. As sementes de girassol são essencialmente processadas para a obtenção de óleo, tendo a produção de farinhas um carácter secundário. Relativamente ao óleo de colza, apesar de em Portugal não ser consumido na área alimentar, este é produzido e exportado para outros países. No caso da soja assiste-se a uma situação inversa, a soja é essencialmente processada com o objetivo de obtenção de farinhas e pasta (matéria-prima essencial na indústria das rações para onde é posteriormente canalizada) tendo a produção de óleo um carácter secundário (INETI, 2001). O óleo de girassol representou em Portugal cerca de 44% do consumo global de gorduras e óleos vegetais, seguindo-se o azeite (34%) e o óleo de soja (13%) em 2011 (INE, 2013). O Alentejo é a principal região produtora de girassol representando 98% da produção total no país. No caso da colza sabe-se que esta está a ser produzida também no Alentejo, no entanto não foram encontrados históricos de produção.

Na Figura B1 apresentam-se para o período temporal compreendido entre 2007 e 2012 as variações da área de girassol, produções, importações e exportações de girassol e óleo de girassol, respetivamente. A área de cultivo de girassol foi oscilando entre os 14 e 24 mil há e a sua produção não teve grandes variações nos últimos anos sendo que é extremamente reduzida quando comparada com as importações. Por sua vez as importações de sementes de girassol tiveram uma quebra em 2010 voltando a aumentar para o dobro até 2012. Relativamente às exportações, pode dizer-se que estas têm sido constantes nos últimos quatro anos. A análise a este gráfico permite ainda uma interessante análise, dado que as exportações são superiores à produção de semente em Portugal conclui-se que se importa semente que posteriormente se exporta. Relativamente ao óleo de girassol verifica-se que apesar da diminuição na importação de óleo e do aumento da produção do mesmo, conclui-se que tal se deve ao aumento da importação de semente e não ao aumento de produção de semente internamente. A par com o referido, também as exportações têm diminuído (na mesma proporção da diminuição das importações). Relativamente à utilização do óleo de girassol verifica-se que entre 85% a 90% do disponível é utilizado para consumo humano, sendo o restante utilizado em processos industriais.

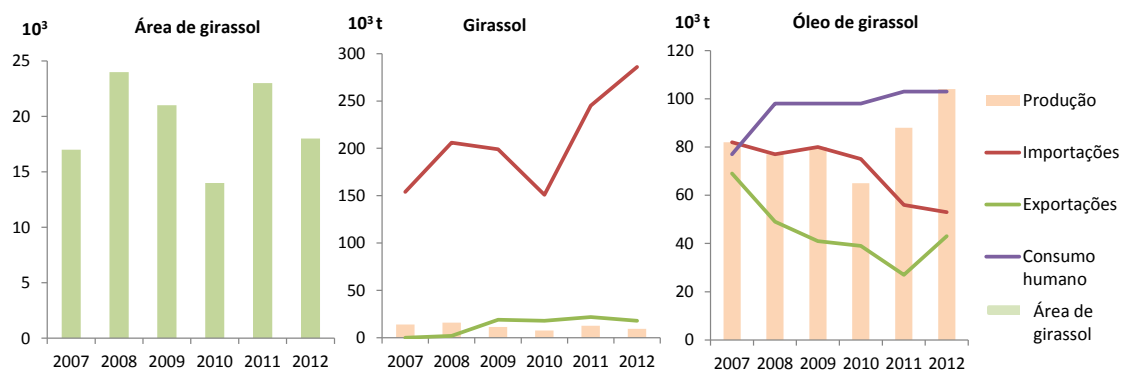


Figura B1 - Estatísticas da produção de girassol e óleo de girassol entre 2007-2012: área de produção, importações e exportações (INE, 2010 e 2013).

Relativamente à colza e como foi já referido apesar de esta ter já sido introduzida no nosso país, não foram encontrados históricos de produção da mesma. Deste modo apresenta-se na Figura B2 para o período temporal compreendido entre 2007 e 2011 as importações e exportações de colza e óleo de girassol, bem como a respetiva produção de óleo de colza. Como se pode verificar houve um aumento significativo na importação de colza que quase triplicou. Esse aumento manifestou-se também na produção de óleo de colza que obteve aumentos de produção na mesma ordem de grandeza. No que respeita à importação de óleo de colza verifica-se que houve um aumento a partir de 2009, sendo que até então pouco óleo se importava. No que toca às exportações, estas têm pouco significado, sendo quase nulas quando comparadas Com a produção efetiva quer de colza, quer de óleo de colza.

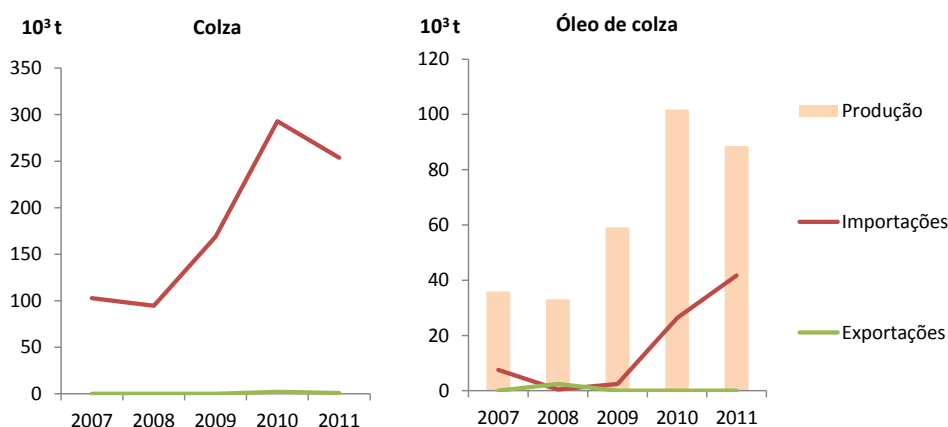


Figura B2 - Estatísticas da produção de girassol e óleo de girassol entre 2007-2011: área de produção, importações e exportações (FAO, 2014).

A soja, como foi dito anteriormente, não é produzida em Portugal, no entanto esta é importada. Na Figura B3 apresenta-se para o período temporal compreendido entre 2007 e 2012 as importações e exportações de soja e óleo de soja, bem como a respetiva produção de óleo de soja e a quantidade que é encaminhada para consumo humano. As exportações de soja representam menos de 1% das importações e apesar da elevada quantidade de soja que é importada em seis anos esta passou a metade, tal deve-se em parte ao aumento da importação de

óleo de soja. A produção de óleo de soja em Portugal tem diminuído nos últimos anos, a par com a diminuição da importação de semente e o aumento da importação de óleo. Assim sendo, apesar da diminuição na produção de óleo, com o aumento da importação a quantidade de óleo disponível para consumo em Portugal tem também aumentado. Contrariamente ao azeite e óleo de girassol, o óleo de soja para consumo humano representa entre 10% e 20% do total disponível, sendo o restante utilizado para fins industriais.

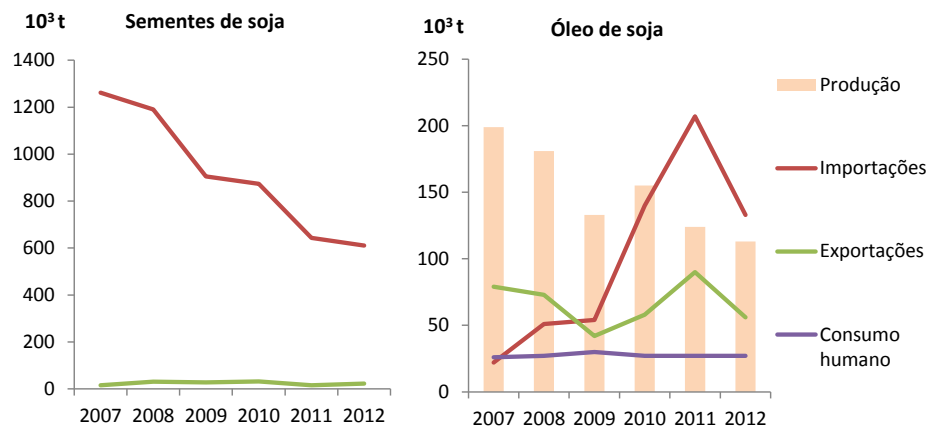


Figura B3 - Estatísticas da produção de girassol e óleo de girassol entre 2007-2012: área de produção, importações e exportações (INE, 2010 e 2013).

B.2. Descrição da produção de óleos vegetais

B.2.1. Cultivo

O cultivo de girassol ocorre essencialmente no Alentejo, representando esta região cerca de 99% da produção total em Portugal (INE, 2013). O cultivo do girassol é feito através de duas práticas agrícolas distintas, regadio e sequeiro. Essencialmente o que distingue as duas práticas agrícolas é a aplicação de água e fertilizantes no cultivo em regadio, não se verificando tal no cultivo em sequeiro, traduzindo-se numa significativa diferença de produtividade. O girassol é cultivado em solos argilosos sendo aplicados fertilizantes antes e após a sementeira, Exigindo assim alguma mobilização do solo.

Em Portugal o cultivo de colza ocorre essencialmente no Alentejo. Apesar do cultivo da colza se encontrar ainda no início, têm sido efetuados testes para se obterem as melhores práticas agrícolas. Deste modo atualmente a colza cultivada no Alentejo utiliza solos argilosos (como o girassol), é em regime de sequeiro, no entanto com aplicação de fertilizantes. Dado que a semente de colza é mais pequena que a do girassol o seu cultivo vai exigir mobilizações mais ligeiras.

Em Portugal não há produção de soja, deste modo, o óleo de soja processado em Portugal provem de grãos essencialmente oriundos dos EUA e do Brasil.

B2.2. Extração de óleos vegetais

O processo de extração é constituído pelas seguintes etapas: pesagem/limpeza/armazenamento, descasque, preparação (laminagem), extração mecânica, extração por solvente, dessolventização e destilação. A extração inicia-se com o descasque para separar o miolo da casca, sendo de seguida laminada para facilitar a extração do óleo. A extração do óleo é feita por duas vias mecânica e por solvente, a primeira normalmente só é efetuada em sementes com maior teor de gordura (e.g. sementes de girassol), assim as sementes são sujeitas a uma pressão mecânica a frio que estrai cerca de 30% do óleo, sendo a pasta que se obtém encaminhada para a extração por solvente, já o óleo que se obtém nesta etapa é filtrado obtendo-se óleo bruto. Na extração por solvente a pasta (e/ou as sementes) são submetidas a uma aspersão em contra corrente com um solvente (usualmente hexano) obtendo-se o óleo (que necessita de ser destilado, para separar o solvente do óleo) e uma pasta que dá origem ao farelo (esta pasta é sujeita a uma dessolventização, que consiste num tratamento térmico que extrai o hexano da pasta, obtendo-se o farelo).

O óleo bruto que se obtém necessita de ser neutralizado e refinado, a refinação consiste na seguinte sequência de processos: desgomagem, lavagem, branqueamento, desodorização e polimento. No entanto por falta de informação em tempo útil apenas foram consideradas as etapas de neutralização e desgomagem. Para efetuar a neutralização é inicialmente adicionado ácido fosfórico (para eliminar os fosfolípidos) e soda caustica (para eliminar os ácidos gordos livres) aquecendo-se o óleo até cerca de 80°C. A separação do óleo e da pasta de neutralização é efetuada por centrifugação (INETI, 2001). A desgomagem tem como principal objetivo levar o óleo até à temperatura de 10° para cristalizar os álcoois para que se proceda à sua separação. No processo de produção de óleos vegetais obtêm-se 2 coprodutos, o óleo e o farelo que serve para a alimentação animal.

B.3. Definição do objetivo e do âmbito

B.3.1. Fronteiras do sistema e unidade funcional

Foi desenvolvido um modelo e inventário de ciclo de vida para os óleos vegetais (girassol, colza e soja) produzidos em Portugal. Além do girassol e da colza (que são cultivados no Alentejo), considerou-se também a soja produzida no Brasil (pois esta não é cultivada em Portugal) uma vez que o óleo de soja é processado e consumido em Portugal. O modelo inclui o cultivo das sementes/grão (considerou-se que os resíduos das culturas ficam no solo), extração, neutralização e embalamento. Na Figura B4, encontram-se definidas as fronteiras do sistema em análise, sendo a unidade funcional (UF) considerada 1 L de óleo vegetal embalado. Considerou-

se por defeito que a embalagem seria uma garrafa PET com a capacidade de 1 L uma vez que é a embalagem mais utilizada para a comercialização do óleo.

Neste estudo consideraram-se as emissões causadas pela fertilização e resíduos culturais (emissões de fósforo, azoto e dióxido de carbono), produção dos inputs do cultivo, assim como da extração dos três tipos de óleos vegetais (Nemecek et al. 2007, Jungbluth, 2007, Patyk e Reinhardt 1997, Althaus et al., 2007, Hirschier, 2007 e Garcia et al., 2014) e dos transportes (Spielmann et al., 2007). As emissões contabilizadas decorrentes da fertilização foram: i) emissões diretas e indiretas de óxido nitroso (N₂O) para o ar (IPCC, 2006); ii) volatilização da amónia (NH₃) para o ar (IPCC, 2006); iii) lixiviação e escoamento do nitrato (NO₃⁻) para a água (IPCC, 2006); iv) emissões de óxidos de azoto (NO_x) para o ar (Veldkamp e Keller 1997); v) as emissões de CH₄ decorrentes da gestão de estrumes de origem animal (IPCC, 2006). As emissões da lixiviação e escoamento do fosfato (PO₄) e a erosão de partículas que contêm fosforo (P) foram calculadas com base no modelo SALCA-P (Prasuhn, 2006). Foram também contabilizadas, sempre que se aplique, as emissões de CO₂ decorrentes da aplicação da ureia e do calcário (IPCC, 2006).

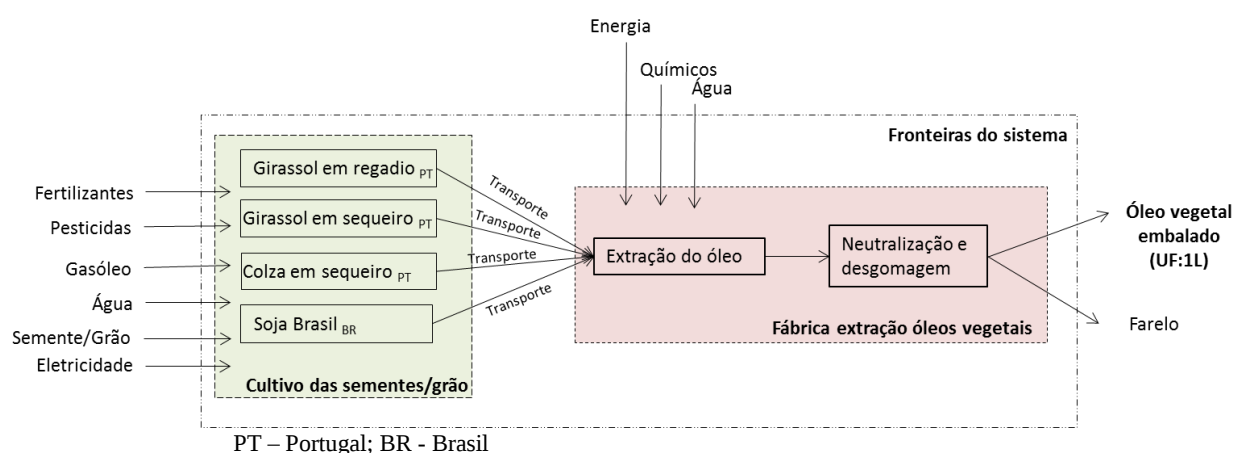


Figura B4 – Fronteiras do sistema de produção de óleos vegetais

B.3.2. Multifuncionalidade

Os sistemas agroindústrias são recorrentemente sistemas multifuncionais, pois há a produção combinada de mais do que um produto. À semelhança da cadeia de produção do azeite, também a produção de óleos vegetais é um sistema multifuncional, pois produz conjuntamente o óleo e o farelo (incorporado em rações animais). Como se pode depreender, a questão da multifuncionalidade é um aspeto crítico em estudos de avaliação de ciclo de vida. Tendo em conta o referido, no presente relatório considerou-se que a distribuição dos impactes ambientais entre o produto principal e os coprodutos será feita considerando uma alocação económica. A alocação económica relaciona as quantidades mássicas de cada um dos coprodutos com o valor económico dos mesmos. Na Tabela B1 apresentam-se os fatores de alocação considerados para cada um dos

casos de estudo. Como se pode observar para o óleo de girassol e de colza os fatores de alocação económica são bastante próximos, no entanto no caso da soja o fator de alocação para o óleo representa menos de metade dos óleos de girassol e colza. Tal deve-se ao facto de ser extraída uma menor quantidade de óleo por kg de grão (como se pode depreender pelas relações mássicas).

Tabela B1 - Fatores de alocação para o sistema de produção dos óleos vegetais.

	Coproducto	Quantidade mássica	Alocação económica	
		Fator	Preço (US\$/ton) ^(a)	Fator
Extração do óleo	Óleo de colza	41.3%	1168	74.6%
	Farelo de colza	58.7%	281	25.4%
	Óleo de girassol	40.8%	1218	76.7%
	Farelo de girassol	59.2%	255	23.3%
	Óleo de soja	17.5%	1133	35.2%
	Farelo de soja	82.5%	441	64.8%

^(a)-FAO, 2014

B.4. Análise de inventário

Neste capítulo são apresentados os inventários de ciclo de vida dos óleos vegetais produzidos em Portugal, para todas as suas fases de produção. Deste modo, na Tabela B2 são apresentados os inventários referentes à etapa do cultivo do girassol e da colza (os inventários de produção da soja são apresentados em anexo uma vez que esta não é cultivada em Portugal). Consideraram-se três inventários para o cultivo de girassol e um para a colza (esta última é uma cultura com pouca expressão em Portugal e como tal houve mais dificuldade em obter essa informação).

O cultivo de girassol apresenta duas práticas agrícolas distintas, é cultivado em regadio e em sequeiro. No regadio além da aplicação de água, são também aplicados fertilizantes contrariamente ao cultivo em sequeiro. Os consumos energéticos são da mesma ordem de grandeza. O girassol cultivado em regadio apresenta produtividades bastante próximas variando entre os 3250 e 3360 kg ha⁻¹, já o de sequeiro apresenta produtividades que variam entre os 730 e 1200 kg ha⁻¹, o que representa uma variação significativa.

Relativamente ao cultivo da colza este é feito em sequeiro, no entanto, é aplicado uma elevada quantidade de fertilizantes. A sua produtividade ronda os 2000 kg ha⁻¹, encontrando-se bastante próxima dos valores indicados para outros países (Malça et al 2014).

Tendo em conta que não há produção de soja em Portugal, considerou-se o inventário apresentado por Érica, 2014 para a soja cultivada no Brasil. Como foram recolhidos inventários específicos para a extração de óleo de soja em Portugal, esta foi a forma de garantir a análise ao ciclo de vida completo da produção de óleo de soja em Portugal.

Tabela B2 – Principais dados de entrada no cultivo de girassol e colza.

Inputs	Girassol						Colza	Unidades (por ha)
	Produtor A ^(a)		Produtor B		Produtor C		CS	
	#GAR	#GAS	#GBR	#GBS	#GCR	#GCS		
Fertilizantes								
Químicos								
N	21	-	-	-	-	-	-	kg
P	63	-	-	-	-	-	70	kg
K	63	-	-	-	-	-	100	kg
NPK (1-3-3)	-	-	-	-	125	-	-	kg
Ureia	-	-	100	-	125	-	-	kg
Sulfonitrato (26% N)	-	-	-	-	-	-	306	kg
Pesticidas (s.a.)								
Atrazina	3	1.5	-	-	-	-	-	kg
Pendimetalina	-	-	0,8	0.8	0,91	0,91	-	kg
Trifluralina	-	-	-	-	-	-	1,25	kg
Energia								
Gasóleo	157	100	135	135	135	135	85	L
Eletricidade	-	-	905	-	600	-	-	kWh
Sementes para plantio	7	3	5	3,85	5,45	4	5	kg
Água	4500	-	3000	-	2000	-	-	m ³
Produtividade	3360	730	3250	1200	3250	900	2000	kg
Áreas de cultivo	4367	18617	2560	9940	360	1440	40	ha

^(a)– Girio et al., 2010

As sementes/grãos depois de colhidos são transportados até à fábrica extratora de óleos vegetais. O inventário desta conversão industrial é apresentado na Tabela B3. Os dados de inventário apresentados foram calculados através de uma média ponderada, ou seja, as ponderações foram atribuídas a cada uma das entradas em função das quantidades de matérias-primas processadas anualmente. A relação média encontrada por kg de óleo vegetal produzido foi de 3.7 kg de semente/grão. Dependendo da matéria-prima que está a ser processada, ocorrem variações nas entradas de energia e químicos associados à extração do óleo (Tabela B4). O óleo de girassol necessita de uma maior quantidade de energia, mas de menor quantidade de hexano comparativamente à extração de óleo de colza, no entanto a extração de óleo de soja necessita de uma maior quantidade de todos os inputs comparativamente ao óleo de colza.

Tabela B3 – Principais dados de entrada para a extração e neutralização de óleo em Portugal.

Entradas	Extração	Neutralização
Energia^(a)	MJ MJ⁻¹ eletricidade	MJ MJ⁻¹ eletricidade
Eletricidade	1	1
Calor (Gás Natural)	3.9	6.8
Calor (Fuelóleo)	2.9	-
Químicos^(b)	kg kg⁻¹ hexano	kg kg⁻¹ ácido cítrico
Hexano	1	-
Ácido fosfórico	-	1.7
Hidróxido de sódio	-	7.6
Ácido cítrico	-	1

O inventário é apresentado normalizado devido a questões de confidencialidade processual por parte

da empresa: ^(a) Entradas de energia são apresentadas em função da eletricidade; ^(b) As entradas de químicos são apresentadas em função do hexano (extração), e do ácido cítrico (neutralização).

Tabela B4 - Extração de óleo de girassol e soja: variação nas quantidades dos dados de entrada em relação à extração de óleo de colza.

Entradas	Extração	
	Óleo de girassol	Óleo de soja
Semente/grão	1%	137%
Hexano	-38%	41%
Eletricidade	54%	83%
Calor (gás natural)	27%	59%
Calor (fuelóleo)	27%	59%

B.5. Avaliação de Impactes de Ciclo de Vida (AICV)

Como referido no capítulo II, o método de avaliação de impactes ambientais utilizado foi o ReCiPe, Goedkoop et al. (2009), tendo sido consideradas quatro categorias de impacte ambiental: alterações climáticas (AC), acidificação terrestre (AT), eutrofização marinham (EM) e eutrofização de água doce (EAD). De forma a facilitar a apresentação dos resultados e manter a confidencialidade dos mesmos, estes são apresentados através de uma média ponderada dos impactes ambientais de cada uma das fases, ou seja, efetuou-se uma ponderação por tipo de óleo dos impactes ambientais, bem como da extração dos mesmos. Relativamente à embalagem, como foi já referido, considerou-se por defeito o uso de uma garrafa de PET de 0.75L, por ser a mais utilizada na comercialização de óleo em Portugal. Tendo em conta que o processo de produção de óleos vegetais é multifuncional e de forma a analisar esta problemática os resultados são apresentados com alocação económica.

Na Figura B5 apresentam-se os resultados da AICV por L de óleo vegetal para as quatro categorias de impacte analisadas, por fase de ciclo de vida e para os diferentes tipos de óleo. No caso do óleo de girassol apresentam-se os resultados separados para o óleo cujo girassol é cultivado em regadio e em sequeiro. Também para o óleo de girassol e devido ao facto de se terem recolhido dados de vários produtores, os gráficos são apresentados com barras de erro, que representam os valores das emissões máximas e mínimas para cada categoria de impacte ambiental caso se tivesse considerado uma análise individualizada a cada produtor.

Através da análise da Figura B5, verifica-se que o óleo que apresenta maiores impactes ambientais varia em função da categoria em análise. O óleo de colza apresenta impactes ambientais superiores em 3 das 4 categorias analisadas (AC, AT e EM), por sua vez o óleo de soja apresenta impactes ambientais superiores para a categoria EAD. O óleo de girassol obtém valores intermédios (sendo exceção quando se consideram os valores máximos do girassol de sequeiro para a categoria AC). Para todas as categorias de impacte o cultivo é a fase de ciclo de vida que apresenta impactes ambientais mais elevados, representando entre 67% (óleo de soja na

categoria AC) e 99% (para todos os tipos de óleo na categoria EM) dos impactes totais. Importa ainda referir para a categoria AC a contribuição da fase de extração do óleo que representa entre 11% e 22% dos impactes totais de CV e da embalagem (representando entre 5% e 12%).

O óleo de colza apresenta os impactes ambientais mais elevados nas categorias AC, AT e EM devido essencialmente ao cultivo. Tal, deve-se ao facto do cultivo de colza ser o que apresenta uma maior aplicação de fertilizantes azotados, deste modo, as emissões diretas e indiretas de N_2O , NH_3 e NO^{3-} são também superiores às outras duas cultivares. Por sua vez a soja apresenta os impactes ambientais mais reduzidos para duas (AC e EM) das três categorias de impacte referidas (devido à não aplicação de fertilizantes azotados, as emissões de N_2O e NO^{3-} verificadas para esta devem-se exclusivamente aos resíduos que ficam no solo após a colheita). Para a categoria EAD é o óleo de soja que apresenta os impactes ambientais mais elevados, em parte porque é a cultura que aplica mais fertilizantes de P_2O_5 , por outro lado devido às elevadas precipitações médias verificadas no Brasil comparativamente com Portugal, que aumenta a escorrência de P para os cursos de água. Os impactes mais baixos para a categoria AT verificam-se para o cultivo de girassol em sequeiro, uma vez que não faz nenhum tipo de fertilização (apesar de os resíduos ficarem no solo, estes não têm influência nesta categoria de impacte).

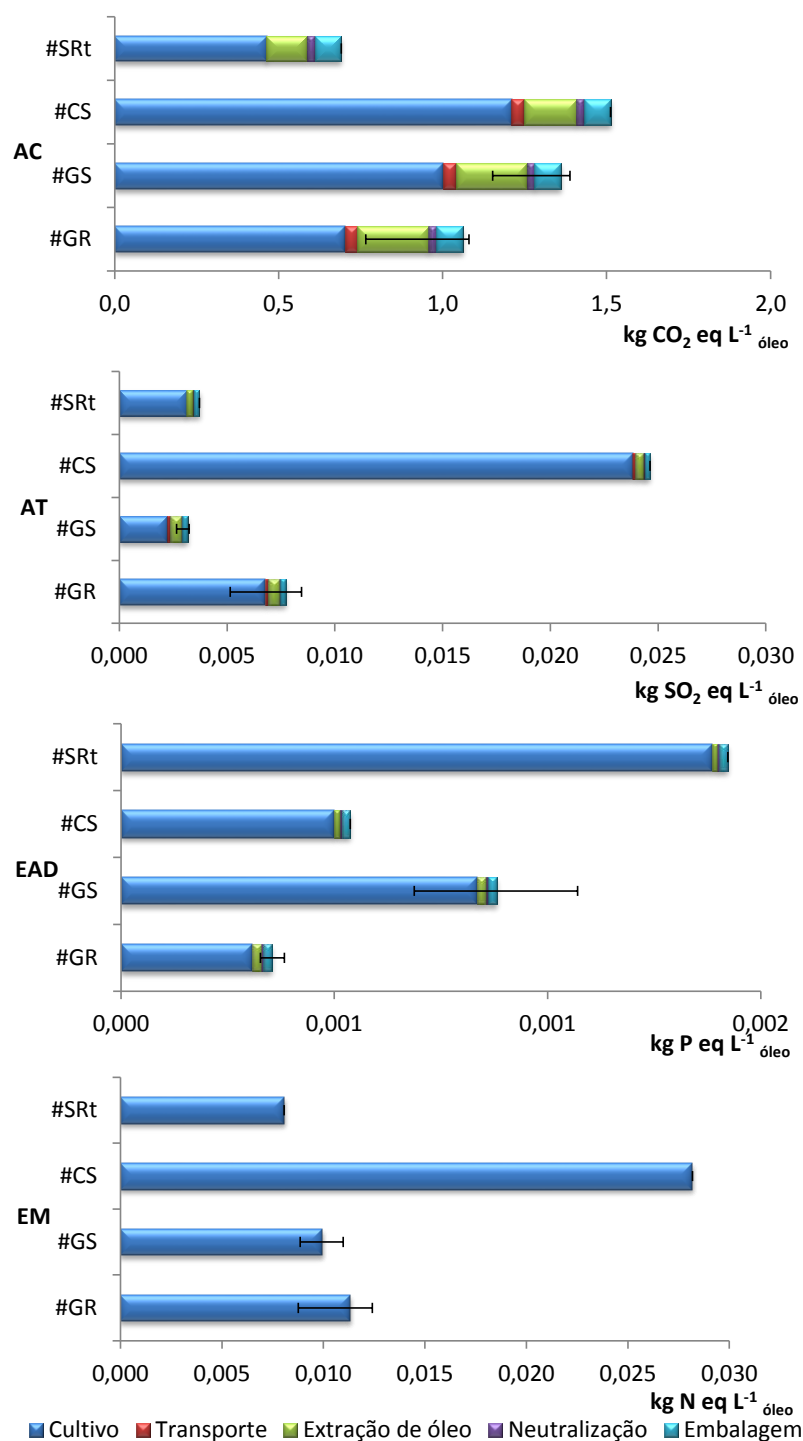


Figura B5 – AICV dos sistemas de produção de óleos vegetais por L de óleo vegetal (alocação económica).

Analisando agora detalhadamente o óleo de girassol, uma vez que é o óleo com maior representatividade em Portugal, verifica-se que dependendo da categoria de impacto se obtêm resultados contraditórios. Para AT e EM o óleo de girassol com girassol cultivado em regadio apresenta impactos ambientais superiores aos de sequeiro. No entanto para as categorias AC e EAD verifica-se o oposto. Para AT o cultivo de girassol em regadio apresenta o dobro dos impactos ambientais comparativamente ao óleo com girassol cultivado em sequeiro (deve-se ao

facto do cultivo em sequeiro não efetuar fertilização) e para EAD o óleo de girassol com cultivo em sequeiro apresenta impactes ambientais cerca de 2.5 vezes superiores ao cultivo em regadio (que se deve à baixa produtividade do girassol cultivado em sequeiro comparativamente ao regadio, mas também porque apesar de não serem aplicados fertilizantes no cultivo em sequeiro há sempre a escorrência de P e PO_4^{3-} decorrente da erosão do solo). As diferenças verificadas para as categorias AC e EM entre o óleo de girassol com girassol cultivado em regadio ou sequeiro não são tão significativas, e deve-se essencialmente às elevadas variações de produtividade verificadas entre os dois tipos de cultivo (regadio 3250-3360 kg ha⁻¹; sequeiro 730-1200 kg ha⁻¹).

Como o cultivo é fase de ciclo de vida com os impactes ambientais mais elevados para os três tipos de óleo, na Figura B6 apresentam-se as principais contribuições para a etapa de cultivo, para as quatro categorias de impacto ambiental consideradas. Para as categorias EAD e EM verifica-se que as emissões decorrentes da fertilização (quer pelos fertilizantes aplicados, quer pelos resíduos das culturas que ficam nos solos) representam entre 83% a 99% dos impactes ambientais. Para o girassol cultivado em regadio a produção e utilização dos fertilizantes bem como a produção e combustão do gasóleo, conjuntamente representam 88% e 93% dos impactes para as categorias AC e AT, respetivamente. No caso do girassol em sequeiro o gasóleo representa mais de 79% dos impactes nas categorias AC e AT. Relativamente ao cultivo da colza a produção e utilização de fertilizantes representa 98% dos impactes na categoria AT. Para AC além da produção e utilização de fertilizantes (80%) o gasóleo representa 19% dos impactes ambientais. Para o cultivo da soja os impactes para a categoria AT devem-se essencialmente à produção dos fertilizantes (63%) e à produção e combustão do gasóleo (31%). Para a categoria AC a produção de fertilizantes e a sua aplicação representam 65% das emissões de GEE, por sua vez o gasóleo representa 29% dos impactes totais nesta categoria.

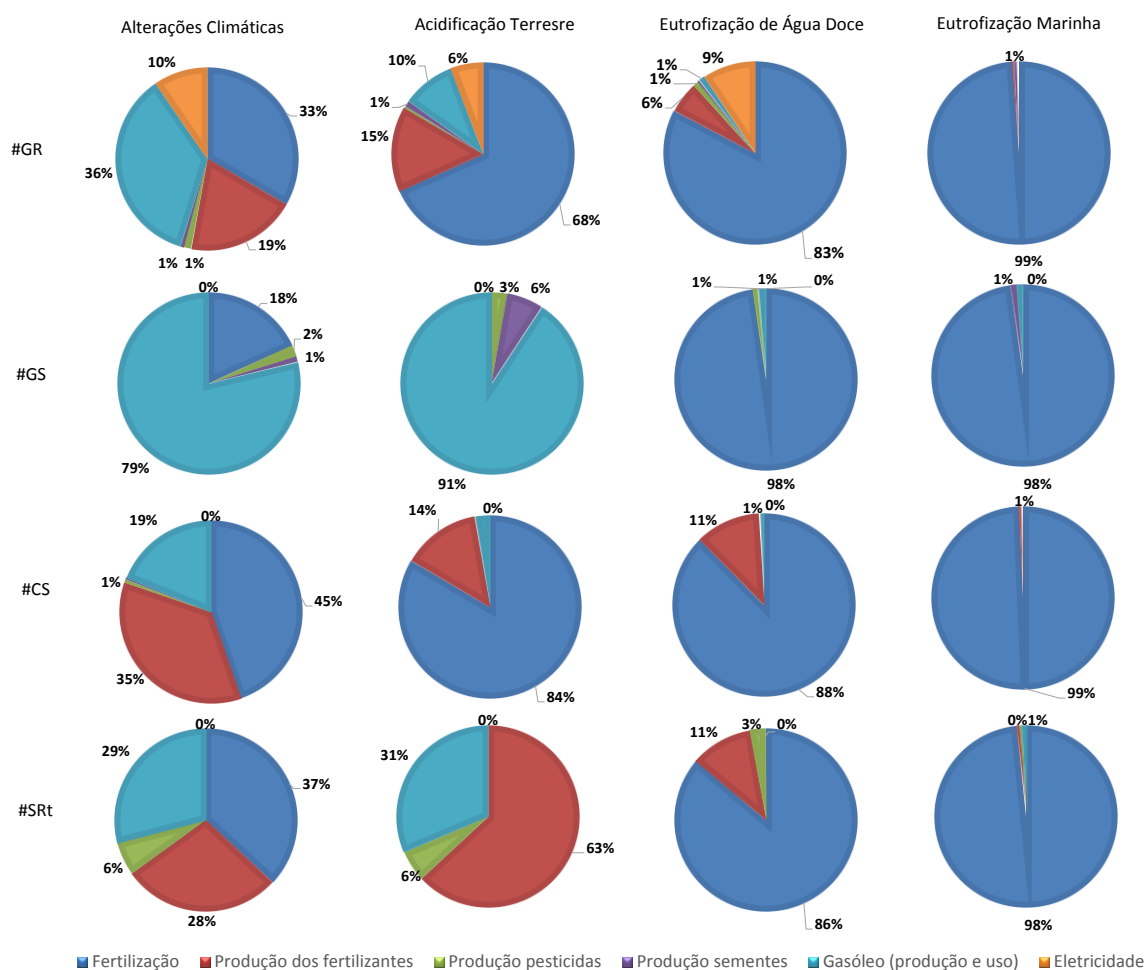


Figura B6 - AICV para o cultivo de girassol, colza e soja, contribuições por kg de semente/grão.

B.6. Conclusões e oportunidades de melhoria

Foi desenvolvido um modelo e inventário de ciclo de vida para a produção de óleos vegetais em Portugal. Foram analisados 5 produtores de sementes/grão (três de girassol com duas práticas distintas, regadio e sequeiro, um de colza e um de soja), extração dos três tipos de óleo, neutralização e um tipo de embalagem. A distribuição dos impactes ambientais entre os dois coprodutos foi efetuada recorrendo a uma alocação económica.

Concluiu-se que o cultivo é a fase de ciclo de vida que apresenta impactes ambientais mais elevados representando entre 58% a 99% dos impactes totais de CV para todas as categorias de impacto analisadas. Para AC, além do cultivo a fase de extração dos óleos vegetais apresenta uma importante contribuição para a intensidade de GEE representando entre 11% e 22% dos impactes de CV. O óleo que apresenta maiores impactes varia consoante a categoria de impacto analisada, para AC, AT e EM é o óleo de colza e para EAD o óleo de soja. Além do referido conclui-se para o cultivo que a produção e utilização dos fertilizantes, bem como os consumos

energéticos são os processos que mais contribuem para os impactos ambientais. Para a extração os consumos energéticos representam aproximadamente 98% dos impactos.

As medidas de melhoria e/ou recomendações identificadas com o desenvolvimento deste estudo foram:

- Melhorar a gestão do uso de fertilizantes, pesticidas e dos combustíveis fosseis (com utilização de combustíveis alternativos):
 - O uso moderado e de forma eficiente dos fertilizantes reduz os impactos ambientais induzidos no contexto do girassol (sobrecarga do solo e contaminação de linhas de água) e atenua aqueles que são gerados a montante desta etapa do ciclo de vida. A aplicação de fertilizantes deve ter por base os resultados de análises químicas ao solo e às folhas, de modo a permitir uma quantificação rigorosa das necessidades químicas da planta;
 - A água é um recurso essencial para aumentar as produtividades, porém a quantidade de água a aplicar na rega deve ser ajustada ao tipo de solo, clima e práticas de cultivo, evitando a acumulação excessiva de humidade. Além disso, é importante aumentar a eficiência global dos sistemas de rega através de: melhoria da qualidade dos projetos; redução das perdas de água no armazenamento, transporte e distribuição; redução das perdas na aplicação de água ao solo, introduzindo sistemas de aviso e agro-meteorológicos, reconvertendo os métodos de rega e/ou automatizando e adequando os procedimentos nos diferentes métodos de irrigação;
 - Promover uma progressiva redução de herbicidas sintéticos e otimizar as quantidades necessárias, devem também ser evitados químicos de alta toxicidade e alta resistência à degradação natural;
 - Correta gestão no uso das máquinas (que devem ser cada vez mais eficientes), pode atenuar o impacto ambiental destas atividades;
 - Redução dos riscos de erosão do solo pelo correto manejo e gestão de solo, através da redução ou eliminação de lavouras;
 - Formação dos agricultores, o desenvolvimento de planos de formação dos agricultores é essencial para assegurar a implementação de um correto plano de gestão ambiental da exploração.
- Racionalização e uso eficiente de energia na extração dos óleos vegetais. Existem várias medidas que podem contribuir para uma poupança considerável de energia, como: promover uma iluminação natural nas instalações, ou, não sendo possível, optar por luminárias de alto rendimento e energeticamente mais eficientes; manutenção de todo o equipamento elétrico da instalação de forma a manter a adequada eficiência energética dos mesmos.

- Utilização de energias renováveis e/ou de baixo carbono. O uso de energia de fontes renováveis é de extrema importância para a redução da emissão de gases com efeito de estufa (utilização de combustíveis alternativos, e.g. aproveitamento de produtos como o caroço da azeitona, bagaço extratado para produção de calor, criando assim simbioses industriais);
- Adequado armazenamento e encaminhamento do farelo para que seja utilizado na produção de rações animais.
- Embalagens mais sustentáveis (e.g. reduzir o peso das embalagens de forma a diminuir os impactes ambientais associados à sua produção ou aumentar o volume das mesmas) que facilitem e reduzam os impactes ambientais associados à distribuição dos óleos vegetais.
- Ações de sensibilização e de formação de todos os colaboradores com vista a adoção de comportamentos conducentes a uma correta utilização de materiais e energia.

Referências

- Althaus H.-J., Chudacoff M., Hirschier R., Jungbluth N., Osses M. and Primas A., 2007. Life Cycle Inventories of Chemicals. Final report ecoinvent data v2.0 No. 8. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- Dijkman, T.J.; Birkved, M.; Hauschild, M. (2012). PestLCI 2.0: a second generation model for estimating emissions of pesticides from arable land in LCA. The International Journal of Life Cycle Assessment, 17 (8): 973-986.
- Érica Geraldês Castanheira. (2014). “Environmental Sustainability assessment of Soybean and Palm Biodiesel Systems: A Life-Cycle Approach”. PhD Thesis in Sustainable Energy Systems. University of Coimbra, Portugal.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). <http://www.fao.org/economic/est/prices> (acedido em Outubro de 2014)
- Figueiredo, J., Ribeiro, C., Sota, M., Barroca, P. (2001). Guia técnico - Setor dos óleos vegetais derivados e equiparados. INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. Lisboa.
- Garcia, R., Marques, P., Freire, F. (2014). “Life-cycle assessment of electricity in Portugal”. Journal of Applied Energy, vol. 134, pp. 563-572.
- Girio, F., Matos, C., Oliveira, C., Silva, L., Bogel-Lukasik, R., Aguiar, R., (2010). Typical greenhouse gas emissions in the cultivation phase of raw materials for the production of biofuels. Report from Portugal. Agriculture, 19(12).
- Goedkoop, M., Oele, M., Schryver, A., Vieira, M., Hegger, S., (2013). SimaPro database manual. Methods library. Pré Consultants.
- Guinée J., Heijungs R., Voet E (2009). —A greenhouse gas indicator for bioenergy: some theoretical issues with practical implications. International Journal of Life Cycle Assessment, 14:328-339.
- Hirschier R., 2007. Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper. Final report ecoinvent data v2.0 No. 11. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- INE. (2011). Recenseamento Agrícola 2009 - Análise dos principais resultados. INE – Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.
- INE. (2011). Estatísticas agrícolas 2010. INE – Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.
- INE. (2014). Estatísticas agrícolas 2013. INE – Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.

IPCC.: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Hayama, Japan. (2006).

IPCC.: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Chapter 6: Wastewater treatment and discharge. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006).

ISO 14040 (2006). Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. EN ISO 14040:2006. International Organization for Standardization, Geneva, Suíça.

ISO 14044 (2006). Environmental management – life cycle assessment – requirements and guidelines. EN ISO 14044:2006. International Organization for Standardization, Geneva, Suíça.

Jungbluth N., 2007. Erdöl. Sachbilanzen von Energiesystemen. Final report no. 6 ecoinvent data v2.0. In: Dones R, editor. Swiss Centre for LCI, PSI, vol. 6. Dübendorf and Villigen (CH).

MADRP. (2007). Olivicultura – Diagnóstico sectorial. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Departamento de Planeamento e Políticas.

Malça, J., & Freire F (2006). Renewability and life-cycle energy efficiency of bioethanol and bioETBE: assessing the implications of allocation. *Energy*, 31(15):3362-3380.

Malça, J., Coelho, A., Freire, F. (2014). “Environmental Life-Cycle Assessment of rapeseed-based biodiesel: alternative cultivation systems and locations”. *Applied Energy*, vol. 114, pp. 837-844.

Nemecek T., Kägi T., Blaser S., 2007. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. Final report ecoinvent v2.0 No.15. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.

Patyk, A. Reinhardt, G. A. (1997) “Düngemittel - Energie- und Stoffstrombilanzen”. Braunschweig/Wiesbaden, Germany: Vieweg Verlagsgesellschaft.

Paraskeva, P., Diamadopoulos, E.: Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: a review. *Jornal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 81, pp. 1475-1485. (2006).

Prasuhn, V. (2006). Erfassung der PO4-Austräge für die Ökobilanzierung SALCA Phosphor. AgroscopeReckenholz - Tänikon ART.

Piekarski, C.M.; Luz, L.M.; Zocche, L.; Francisco, A.C. (2012). Life Cycle Impact Assessment Methods: a discussion of methods adoption in Brazilian specificities. *Revista Gestão Industrial* 09/2012; 8(3):222-240. DOI:10.3895/S1808-04482012000300011

Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., et al. (2004). Life cycle assessment part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment international*, 30(5), 701-20. doi: 10.1016/j.envint.2003.11.005.

Spielmann M., Dones R., Bauer C., 2007. Life Cycle Inventories of Transport Services. Final report ecoinvent v2.0 No. 14. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.

Veldkamp, E., Keller, M. (1997). Fertilizer-induced nitric oxide emissions from agricultural soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems, vol. 48, pp. 69-77.

Apêndice A

No presente apêndice são apresentados os inquéritos aplicados às empresas no setor do azeite (folha de rosto, cultivo, extração e tratamento do óleo de bagaço de azeitona) e dos óleos vegetais (cultivo e extração).

Ap.A.1. Inquérito do Azeite (folha de rosto, cultivo e extração)



INQUÉRITO DE RECOLHA DE DADOS NAS EMPRESAS

FILEIRA: Carne ☐ Lacticínios ☐ Peixe ☐ Vinho ☐ Azeite e óleos ☐
Hortofrutícolas ☐

Subfileira (e.g. olival Trás-os-Montes, Alentejo, Beiras):

Processos preenchidos neste inquérito (e.g. dois processos: cultivo da azeitona, produção do azeite):

Cenário (e.g. regadio, sequeiro, grande produtor, pequeno produtor, intensivo, extensivo):

Cenário (e.g. lagar de 2 fases, 3 fases, biológico, azeitona mesa):

Instituição responsável:

Nome(s) do responsável(is) pelo preenchimento/ recolha de dados:

Data:

1. DADOS GERAIS DA EMPRESA

Nome ou designação social:

Endereço da sede:

Localidade: Código Postal:

Coordenadas GPS:

Concelho: Distrito:

Telefone: Fax: Email:

Pessoa a contactar: Cargo:

2. SECTOR DE ACTIVIDADE DA EMPRESA

Designação:

Classificação de actividade - CAE:

3. CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Empresa¹:

Micro ☐

PME ☐

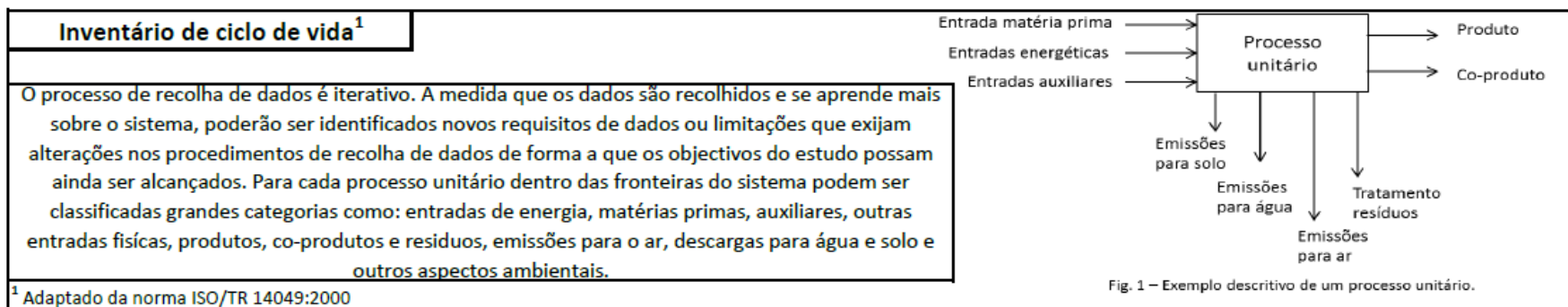
Grande ☐

Ano de entrada em funcionamento:

Número de trabalhadores:

¹Classificação das empresas:

Dimensão	Nº de efectivos
Micro	< 10
PME	< 250



4. Notas para preenchimento:

1. Colocar os valores e informações nas células sombreadas a cinzento.
2. Se necessário acrescentar mais linhas ou colunas.
3. A cada linha corresponde apenas uma única entrada (input): e.g. diammonium phosphate (DAP) (18% N).
4. Nas **entradas mássicas** considerar todas as entradas, nomeadamente fertilizantes, correctivos, inseticidas, herbicidas, fungicidas, água, especificado o nome comercial e/ou princípio activo da substância na coluna "**Tipo**". Outras informações relevantes devem ser incluídas nas "**Informações adicionais**".
5. Nas **entradas energéticas** considerar todas as entradas, nomeadamente combustíveis, electricidade, ..., especificando o tipo, na coluna "**Tipo**". Qualquer outra informação relevante deve ser incluída nas "**informações adicionais**".
6. Nas **entradas auxiliares** considerar todas as restantes entradas não incluídas nas entradas mássicas e energéticas (e.g. lubrificantes, filtros)
7. Nas **saídas** considerar o produto principal, co-produtos e resíduos. Nas "**informações adicionais**" especificar o tipo de produto, função (produto, co-produto e resíduos) e outras informações consideradas relevantes.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

4.1. A título de exemplo, alguns dados relativos ao Cultivo da azeitona (inquérito determinístico)

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Dimensão do olival	ha	5	7	pequeno produtor, Alentejo
Quantidade produzida	t	18	25	total de azeitona produzida na área indicada

Entradas			Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas	Fertilizantes	Diammonium phosphate (DAP) (18% N)	kg	100	140	aplicado uma vez por ano

4.2. Método de recolha dos dados

i) Os dados são recolhidos globalmente para a fase de cultivo, considerando-se esta fase como um *só processo unitário*. Este formato encontra-se representado na figura 2, com a tabela de recolha de dados no ponto "5.2. Entradas e saídas globais do processo de cultivo".

As tabelas deverão ser preenchidas com os dados disponíveis, relativos à totalidade da produção (e área) a preencher em 5.1. No caso de existir uma entrada/saída para a qual não há dados disponíveis, especificar o tipo e a informação disponível em "informações adicionais"

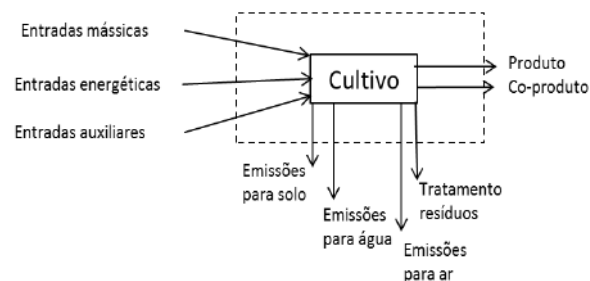


Fig. 2: Fluxograma do processo de cultivo global.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

5. Cultivo da azeitona - (Inquérito determinístico)

5.1. Características do olival

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Dimensão do olival	ha			
Quantidade produzida				

5.5.1. Notas para preenchimento:

1. Nas principais práticas de gestão agrícola indicar tipo de sementeira, preparação do solo, etc.

		Azeitona		
	Unidade	2010	2011	Informações adicionais
Densidade				
Classificação do solo				
Principais práticas de gestão agrícola				
Representatividade cenário em Portugal continental				

5.2. Entradas e saídas globais do processo de cultivo (processo unitário "cultivo")

5.2.1. Notas para preenchimento:

Preencher os dados de entrada/saída em termos totais (ano de 2010 ou 2011) em função da quantidade total produzida preenchida em 5.1.

Entradas		Tipo (marca e principio activo, no caso da água, origem)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais		
Entradas mássicas	Fertilizantes (% N,P,K) e Correctivos							
	Subs. de controlo e protecção da produção (fitossanitários, reguladores de crescimento e bioestimulantes)							
	Água							
	Outros							
Entradas				Ano 2010		Ano 2011		Informações adicionais
	Tipo (e.g. gásóleo, gasolina, electricidade)	Unidade	Nº de horas de trabalho	Consumo total	Nº de horas de trabalho	Consumo total		
Entradas energéticas associadas	Descrição							

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

Entradas às operações agrícolas								
Entradas		Tipo	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais		
Outras entradas energéticas								
Entradas auxiliares	Lubrificantes							
	Filtros							
	Outros							
Saídas (produto principal)		Tipo	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais		
Azeitona								
Saídas (co-produtos/resíduos)		Tipo	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais (especificar destino/função)		

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

6. Transporte (externo às fronteiras do sistema cultivo)

O transporte externo, representa o transporte que é feito da exploração agrícola para o local de produção do azeite.

A título de exemplo

Ano 2010					
Transporte/veículo			Distância percorrida (km)	Regresso sem carga	Informações adicionais
Tipo	Capacidade (t)	Capacidade usada (t)		Sim/Não	
Camião	28	24	10	Sim	Destina-se exclusivamente ao transporte da azeitona

* No caso de o consumo de combustível do transporte externo tiver sido incluído nas tabelas da secção 5.2 e 5.3, preencha na mesma esta informação, no entanto indique essa situação para evitar duplicação de dados recolhidos

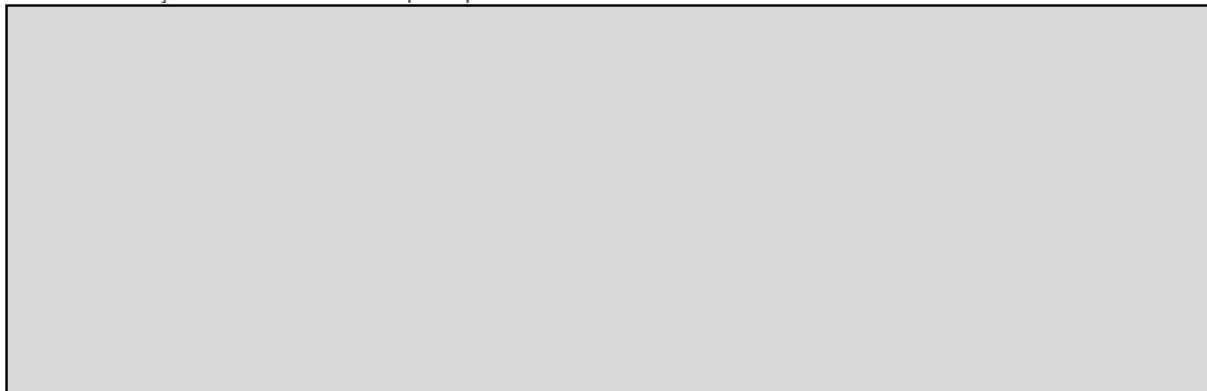
Ano 2010					
Transporte/veículo			Distância percorrida (km)	Regresso sem carga	Informações adicionais
Tipo	Capacidade (t)	Capacidade usada (t)		Sim/Não	

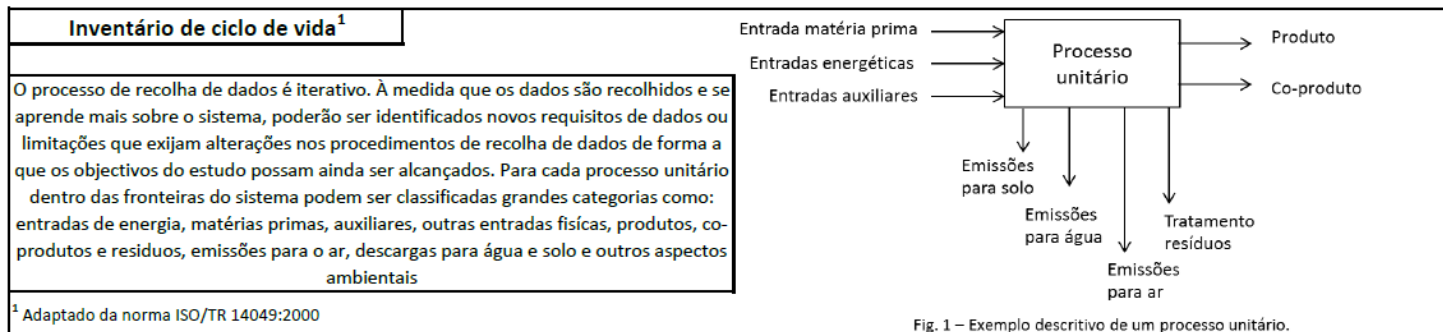
Ano 2011					
Transporte/veículo			Distância percorrida (km)	Regresso sem carga	Informações adicionais
Tipo	Capacidade (t)	Capacidade usada (t)		Sim/Não	

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

7. Outras informações/comentário geral

Adicionar informações consideradas relevantes para o processo de cultivo





4. Notas para preenchimento:

1. Colocar os valores e informações nas células sombreadas a cinzento.

2. Se necessário acrescentar mais linhas ou colunas.

3. A cada linha corresponde apenas uma única entrada (input): e.g gásleo.

4. Nas **entradas mássicas** considerar todas as entradas, nomeadamente água, materiais necessários ao embalamento. Outras informações relevantes devem ser incluídas nas "**informações adicionais**".

5. Nas **entradas energéticas** considerar todas as entradas, nomeadamente combustíveis, electricidade, ...,especificando o tipo. Qualquer outra informação relevante deve ser incluída nas "**informações adicionais**".

6. Nas **entradas auxiliares** considerar todas as restantes entradas não incluídas nas entradas mássicas e energéticas (e.g. lubrificantes, filtros)

7. Nas **saídas** considerar o produto principal, co-produtos e resíduos. Nas "**informações adicionais**" especificar o tipo de produto, função (produto, co-produto e resíduos) e outras informações consideradas relevantes.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

4.1. A título de exemplo, alguns dados relativos ao produção de azeite (inquérito determinístico)

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Quantidade total produzida	t	125	175	total de azeite produzido no lagar

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas	Água	l	10000	14000	água utilizada em toda a produção do azeite
Entradas energéticas	energia eléctrica	kWh	15000	28000	produção total de azeite

5. Produção de azeite- (Inquérito determinístico)

5.1. Quantidade produzida

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Quantidade total produzida				

5.2. Entradas e saídas globais do processode produção de azeite (processo unitário "produção de azeite")

5.2.1. Notas para preenchimento:

Preencher os dados de entrada/saída em termos totais (ano de 2010 ou 2011) em função da quantidade total preenchida em 5.1.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais	
Entradas mássicas	Azeitona					
	Folhas					
	Água	Unidade	Origem	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais	
Entradas energéticas	Electricidade					
	Outras					
Entradas auxiliares	Lubrificantes					
	Óleos					
	Outros					

Saídas (produto principal)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Azeite				
Saídas (co-produtos/resíduos)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais (especificar destino/função)

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

5.2.2. Notas para preenchimento:

Como o tipo de embalagem poderá variar significativamente os resultados seria importante para esta situação preencher os dados relativos a esta fase individualmente.

Embalamento

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas					
Entradas energéticas					
Entradas auxiliares					

Saídas	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

6. Outras informações/comentário geral

Adicionar informações consideradas relevantes para o processo de cultivo



Ap.A. 2. Inquérito tratamento do bagaço (folha de rosto, secagem do bagaço e extração óleo de bagaço de azeitona)



INQUÉRITO DE RECOLHA DE DADOS NAS EMPRESAS

FILEIRA: Carne ☐ Lacticínios ☐ Peixe ☐ Vinho ☐ Azeite e óleos ☐
Hortofrutícolas ☐

Subfileira (e.g. olival Trás-os-Montes, Alentejo, Beiras):

Processos preenchidos neste inquérito (e.g. dois processos: cultivo da azeitona, produção do azeite):

Cenário (e.g. regadio, sequeiro, grande produtor, pequeno produtor, intensivo, extensivo):

Cenário (e.g. lagar de 2 fases, 3 fases, biológico, azeitona mesa):

Instituição responsável:

Nome(s) do responsável(is) pelo preenchimento/ recolha de dados:

Data:

1. DADOS GERAIS DA EMPRESA

Nome ou designação social:

Endereço da sede:

Localidade:

Código Postal:

Coordenadas GPS:

Concelho:

Distrito:

Telefone:

Fax:

Email:

Pessoa a contactar:

Cargo:

2. SECTOR DE ACTIVIDADE DA EMPRESA

Designação:

Classificação de actividade - CAE:

3. CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

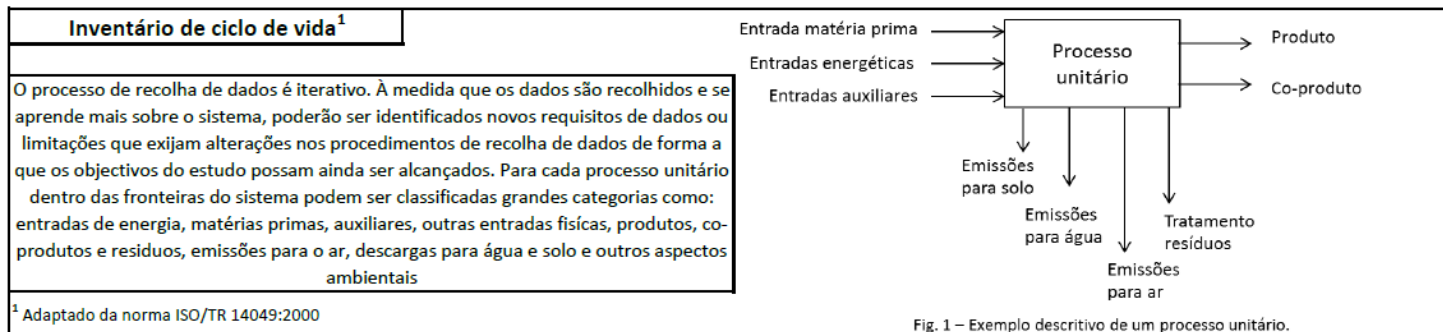
Empresa¹: Micro ☐ PME ☐ Grande ☐

Ano de entrada em funcionamento:

Número de trabalhadores:

¹Classificação das empresas:

Dimensão	Nº de efectivos
Micro	< 10
PME	< 250



4. Notas para preenchimento:

1. Colocar os valores e informações nas células sombreadas a cinzento.
2. Se necessário acrescentar mais linhas ou colunas.
3. A cada linha corresponde apenas uma única entrada (input): e.g. gásleo.
4. Nas **entradas mássicas** considerar todas as entradas, nomeadamente água, materiais necessários ao embalamento. Outras informações relevantes devem ser incluídas nas "**informações adicionais**".
5. Nas **entradas energéticas** considerar todas as entradas, nomeadamente combustíveis, electricidade, ..., especificando o tipo. Qualquer outra informação relevante deve ser incluída nas "**informações adicionais**".
6. Nas **entradas auxiliares** considerar todas as restantes entradas não incluídas nas entradas mássicas e energéticas (e.g. lubrificantes, filtros)
7. Nas **saídas** considerar o produto principal, co-produtos e resíduos. Nas "**informações adicionais**" especificar o tipo de produto, função (produto, co-produto e resíduos) e outras informações consideradas relevantes.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

4.1. A título de exemplo, alguns dados relativos ao produção de azeite (inquérito determinístico)

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Quantidade total produzida	t	125	175	total de azeite produzido no lagar

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas	Água	l	10000	14000	água utilizada em toda a produção do azeite
Entradas energéticas	energia eléctrica	kWh	15000	28000	produção total de azeite

5. Produção de azeite- (Inquérito determinístico)

5.1. Quantidade produzida

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Quantidade total produzida				

5.2. Entradas e saídas globais do processo de produção de azeite (processo unitário "produção de azeite")

5.2.1. Notas para preenchimento:

Preencher os dados de entrada/saída em termos totais (ano de 2010 ou 2011) em função da quantidade total preenchida em 5.1.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais	
Entradas mássicas	Azeitona					
	Folhas					
	Água	Unidade	Origem	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais	
Entradas energéticas	Electricidade					
	Outras					
Entradas auxiliares	Lubrificantes					
	Óleos					
	Outros					

Saídas (produto principal)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Azeite				
Saídas (co-produtos/resíduos)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais (especificar destino/função)

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

5.2.2. Notas para preenchimento:

Como o tipo de embalagem poderá variar significativamente os resultados seria importante para esta situação preencher os dados relativos a esta fase individualmente.

Embalamento

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas					
Entradas energéticas					
Entradas auxiliares					

Saídas	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

6. Outras informações/comentário geral

Adicionar informações consideradas relevantes para o processo de cultivo



Ap.A.3. Inquérito de óleos vegetais (folha de rosto, cultivo e extração)



INQUÉRITO DE RECOLHA DE DADOS NAS EMPRESAS

FILEIRA: Carne ☐ Lacticínios ☐ Peixe ☐ Vinho ☐ Azeite e óleos ☒
Hortofrutícolas ☐

Subfileira : Óleos vegetais

Processos preenchidos neste inquérito: (e.g. Cultivo de girassol, cultivo de colza, extração de óleo)

Cenário (e.g. regadio, sequeiro, grande produtor, pequeno produtor, intensivo, extensivo):

Instituição responsável: ADAI-UC

Nome(s) do responsável(is) pelo preenchimento/ recolha de dados:

Data:

1. DADOS GERAIS DA EMPRESA

Nome ou designação social:

Endereço da sede:

Localidade:

Código Postal:

Coordenadas GPS:

Concelho:

Distrito:

Telefone:

Fax:

Email:

Pessoa a contactar:

Cargo:

2. SECTOR DE ACTIVIDADE DA EMPRESA

Designação:

Classificação de actividade - CAE:

3. CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Empresa¹:

Micro

☐

PME

☐

Grande

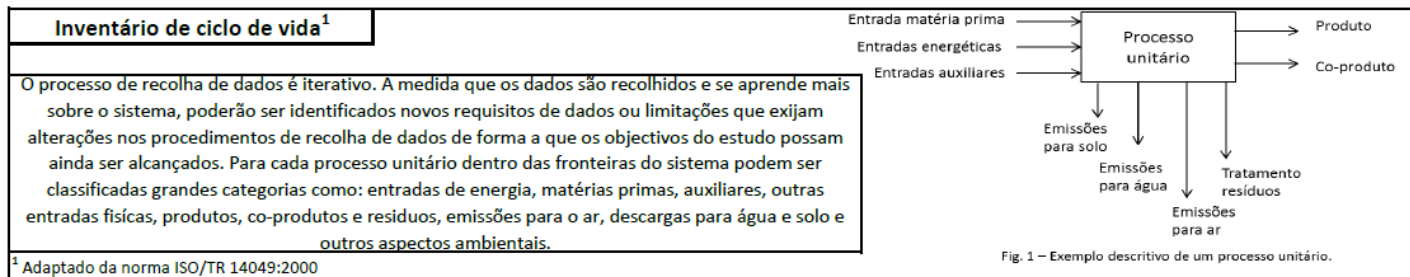
☐

Ano de entrada em funcionamento:

Número de trabalhadores:

¹Classificação das empresas:

Dimensão	Nº de efectivos
Micro	< 10
PME	< 250



¹ Adaptado da norma ISO/TR 14049:2000

4. Notas para preenchimento:

1. Colocar os valores e informações nas células sombreadas a cinzento.
2. Se necessário acrescentar mais linhas ou colunas.
3. A cada linha corresponde apenas uma única entrada (input): e.g. diammonium phosphate (DAP) (18% N).
4. Nas **entradas mássicas** considerar todas as entradas, nomeadamente fertilizantes, correctivos, inseticidas, herbicidas, fungicidas, água, especificado o nome comercial e/ou princípio activo da substância na coluna "**Tipo**". Outras informações relevantes devem ser incluídas nas "**Informações adicionais**".
5. Nas **entradas energéticas** considerar todas as entradas, nomeadamente combustíveis, electricidade, ..., especificando o tipo, na coluna "**Tipo**". Qualquer outra informação relevante deve ser incluída nas "**Informações adicionais**".
6. Nas **entradas auxiliares** considerar todas as restantes entradas não incluídas nas entradas mássicas e energéticas (e.g. lubrificantes, filtros)
7. Nas **saídas** considerar o produto principal, co-produtos e resíduos. Nas "**Informações adicionais**" especificar o tipo de produto, função (produto, co-produto e resíduos) e outras informações consideradas relevantes.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

4.1. A título de exemplo, alguns dados relativos ao Cultivo das oleaginosas (inquérito determinístico)

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Dimensão da área de cultivo	ha	5	7	pequeno produtor, Alentejo
Quantidade produzida	t	18	25	total de oleaginosa produzida na área indicada

Entradas			Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas	Fertilizantes	Diammonium phosphate (DAP) (18% N)	kg	100	140	aplicado uma vez por ano

4.2. Método de recolha dos dados

i) Os dados são recolhidos globalmente para a fase de cultivo, considerando-se esta fase como um só *processo unitário*. Este formato encontra-se representado na figura 2, com a tabela de recolha de dados no ponto "5.2. Entradas e saídas globais do processo de cultivo".

As tabelas deverão ser preenchidas com os dados disponíveis, relativos à totalidade da produção (e área) a preencher em 5.1. No caso de existir uma entrada/saída para a qual não há dados disponíveis, especificar o tipo e a informação disponível em "informações adicionais"

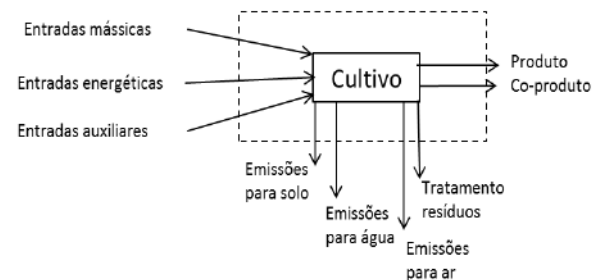


Fig. 2: Fluxograma do processo de cultivo global.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

5. Cultivo da oleaginosa - (Inquérito determinístico)

5.1. Características da área de cultivo

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Dimensão da área de cultivo	ha			
Quantidade produzida				

5.5.1. Notas para preenchimento:

1. Nas principais práticas de gestão agrícola indicar tipo de sementeira, preparação do solo, etc.

		Azeitona		
	Unidade	2010	2011	Informações adicionais
Densidade				
Classificação do solo				
Principais práticas de gestão agrícola				
Idade média do pomar				
Representatividade cenário em Portugal continental				

5.2. Entradas e saídas globais do processo de cultivo (processo unitário "cultivo")

5.2.1. Notas para preenchimento:

Preencher os dados de entrada/saída em termos totais (ano de 2010 ou 2011) em função da quantidade total produzida preenchida em 5.1.

Entradas		Tipo (marca e principio activo, no caso da água, origem)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais		
Entradas mássicas	Fertilizantes (% N,P,K) e Correctivos							
	Subs. de controlo e protecção da produção (fitossanitários, reguladores de crescimento e bioestimulantes)							
Água								
Outros								
Entradas								
Entradas operacionais	Descrição	Tipo (e.g. gásleo, gasolina, electricidade)	Unidade	Ano 2010		Ano 2011		Informações adicionais
				Nº de horas de trabalho	Consumo total	Nº de horas de trabalho	Consumo total	

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

energéticas associadas às operações agrícolas								
Entradas		Tipo	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais		
Outras entradas energéticas								
Entradas auxiliares	Lubrificantes							
	Filtros							
	Outros							
Saídas (produto principal) (e.g. girassol, colza)		Tipo	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais		
Saídas (co-produtos/resíduos)		Tipo	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais (especificar destino/função)		

6. Transporte (externo às fronteiras do sistema cultivo)

O transporte externo, representa o transporte que é feito da exploração agrícola para o local de extração do óleo.

A título de exemplo

Ano 2010					
Transporte/veículo			Distância percorrida (km)	Regresso sem carga	Informações adicionais
Tipo	Capacidade (t)	Capacidade usada (t)		Sim/Não	
Camião	28	24	10	Sim	Destina-se exclusivamente ao transporte da oleaginosa

* No caso de o consumo de combustível do transporte externo tiver sido incluído nas tabelas da secção 5.2 e 5.3, preencha na mesma esta informação, no entanto indique essa situação para evitar duplicação de dados recolhidos

Ano 2010						
Transporte/veículo			Distância percorrida (km)	Consumo (l)	Regresso sem carga	Informações adicionais
Tipo	Capacidade (t)	Capacidade usada (t)			Sim/Não	

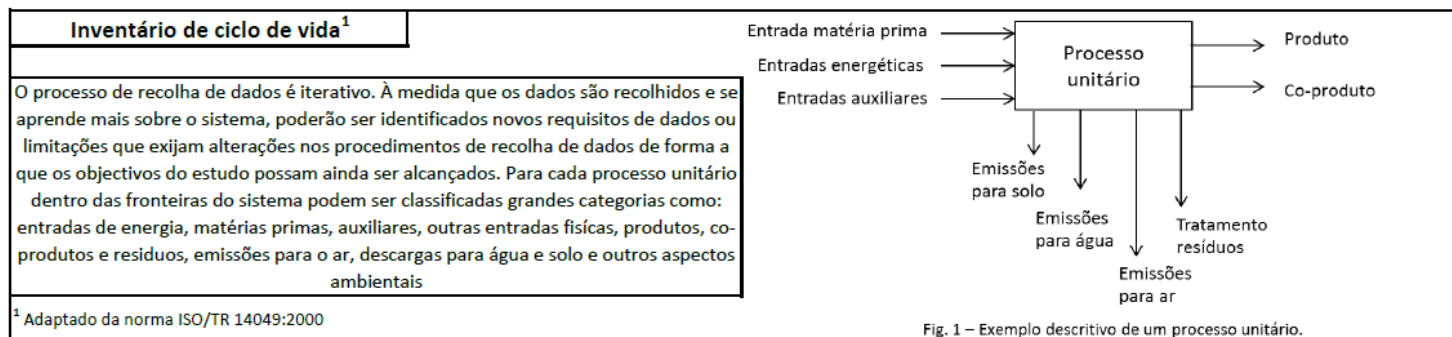
Ano 2011						
Transporte/veículo			Distância percorrida (km)	Consumo (l)	Regresso sem carga	Informações adicionais
Tipo	Capacidade (t)	Capacidade usada (t)			Sim/Não	

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

7. Outras informações/comentário geral

Adicionar informações consideradas relevantes para o processo de cultivo





4. Notas para preenchimento:

1. Colocar os valores e informações nas células sombreadas a cinzento.
2. Se necessário acrescentar mais linhas ou colunas.
3. A cada linha corresponde apenas uma única entrada (input): e.g gásleo.
4. Nas **entradas mássicas** considerar todas as entradas, nomeadamente água, materiais necessários ao embalamento. Outras informações relevantes devem ser incluídas nas "informações adicionais".
5. Nas **entradas energéticas** considerar todas as entradas, nomeadamente combustíveis, electricidade, ...,especificando o tipo. Qualquer outra informação relevante deve ser incluída nas "informações adicionais".
6. Nas **entradas auxiliares** considerar todas as restantes entradas não incluídas nas entradas mássicas e energéticas (e.g. lubrificantes, filtros)
7. Nas **saídas** considerar o produto principal, co-produtos e resíduos. Nas "informações adicionais" especificar o tipo de produto, função (produto, co-produto e resíduos) e outras informações consideradas relevantes.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

4.1. A título de exemplo, alguns dados relativos ao produção de azeite (inquérito determinístico)

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Quantidade total produzida	t	125	175	total de azeite produzido no lagar

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas	Água	l	10000	14000	água utilizada em toda a produção do azeite
Entradas energéticas	energia eléctrica	kWh	15000	28000	produção total de azeite

5. Produção de azeite- (Inquérito determinístico)

5.1. Quantidade produzida

	Unidades	2010	2011	Informações adicionais
Quantidade total produzida				

5.2. Entradas e saídas globais do processode produção de azeite (processo unitário "produção de azeite")

5.2.1. Notas para preenchimento:
Preencher os dados de entrada/saída em termos totais (ano de 2010 ou 2011) em função da quantidade total preenchida em 5.1.

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais	
Entradas mássicas	Azeitona					
	Folhas					
	Água	Unidade	Origem	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais	
Entradas energéticas	Electricidade					
	Outras					
Entradas auxiliares	Lubrificantes					
	Óleos					
	Outros					

Saídas (produto principal)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Azeite				
Saídas (co-produtos/resíduos)	Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais (especificar destino/função)

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

5.2.2. Notas para preenchimento:

Como o tipo de embalagem poderá variar significativamente os resultados seria importante para esta situação preencher os dados relativos a esta fase individualmente.

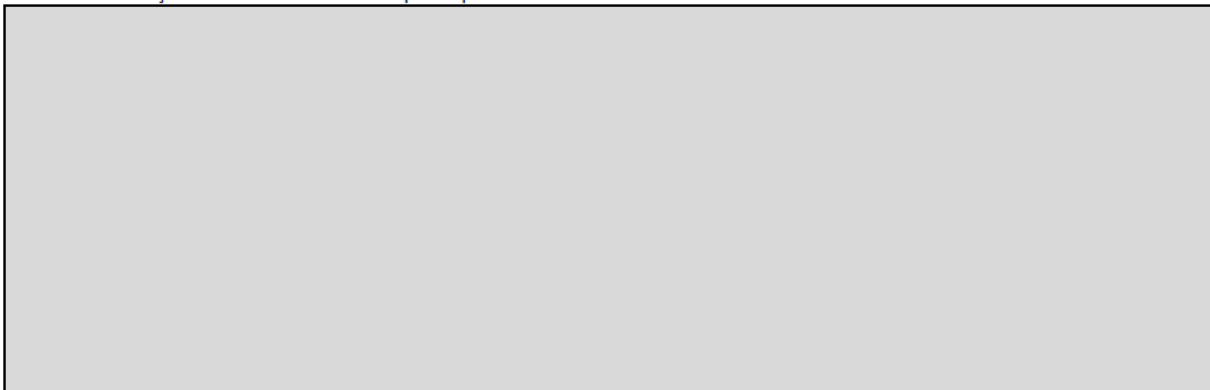
Embalamento

Entradas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais
Entradas mássicas					
Entradas energéticas					
Entradas auxiliares					
Saídas		Unidade	Ano 2010	Ano 2011	Informações adicionais

Inquéritos preparados pelo Centro para Ecologia Industrial- ADAI, Uni Coimbra (www2.dem.uc.pt/CenterIndustrialEcology) no âmbito do projecto Ecodeep

6. Outras informações/comentário geral

Adicionar informações consideradas relevantes para o processo de cultivo



Apêndice B

No decorrer do projeto Ecodeep foram desenvolvidos os seguintes trabalhos no âmbito da fileira do azeite e óleos vegetais:

Figueiredo, F., Castanheira, É.G., Freire, F. (2012). "LCA of sunflower oil addressing alternative land use change scenarios and practices." Proceedings of the 8th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA food 2012), pp. 257-261. 1-4 October, Saint-Malo, France

Figueiredo, F., Castanheira, É.G., Mateus, A., Marques, P., Freire, F. (2012). "Avaliação de ciclo de vida do azeite – Estado da Arte." VI Simpósio Nacional de Olivicultura. 15-17 Novembro. Mirandela.

Figueiredo, F., Castanheira, É.G., Mateus, A., Marques, P., Freire, F. (2012). Poster "Avaliação de ciclo de vida do azeite – Estado da Arte." VI Simpósio Nacional de Olivicultura. 15-17 Novembro. Mirandela.

Figueiredo, F., Coroama, V. C., Ramos, A., Almeida, A., Ramalhosa, E., Castanheira, É.G., Peres, F., Carneiro, J., Pereira, J. A., Feliciano, M., Gomes, P., Marques, P., Freire, F. (2013). "Life-cycle greenhouse gas emissions of Portuguese olive oil". Energy for Sustainability 2013, Sustainable Cities: Designing for People and the Planet, 8-10 September 2013, Coimbra, Portugal.

Figueiredo, F., Castanheira, É., Freire, F. (2013). "Life cycle assessment of sunflower addressing land use change". Energy for Sustainability 2013, Sustainable Cities: Designing for People and the Planet, 8-10 September 2013, Coimbra, Portugal.

Figueiredo, F., Castanheira, É., Freire, F. (2013). "Avaliação de ciclo de vida do óleo de girassol produzido em Portugal". 10ª CNA-XII CNEA, 10ª Conferência Nacional do Ambiente-XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente, 6-8 Novembro 2013, Aveiro, Portugal.

Figueiredo, F., Marques, P., Castanheira, É., Kulay, L., Freire F. (2014) "Greenhouse gas assessment of olive oil in Portugal addressing the valorization of olive mill waste", Symbiosis International Conference 2014, 19-21 June 2014, Athens, Greece.

Figueiredo, F., Castanheira, É., Malça, J., Freire, F. (2014). "Avaliação de ciclo de vida do biodiesel de girassol em Portugal: comparação com outras oleaginosas importadas". VII Encontro Nacional Colégio Engenharia Mecânica, 14-15 de Março, Lisboa, Portugal.

Desdobrável “Avaliação de Ciclo de Vida do Azeite em Portugal”- Elaborado pelas equipas ADAI, IPB e IPCB.

Organização do **Workshop Produção Ecoeficiente do Azeite e do Vinho**, 11 de Julho de 2014, Anfiteatro do Centro cultural de Mirandela, Mirandela.

Organização do workshop “**Inventários de ciclo de vida de: óleos vegetais e azeite, vinho e hortofrutícolas**”, 27 de Junho de 2012, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. Organizado por ADAI, IPB, UTAD.

Flyer “**Inventários de ciclo de vida de: óleos vegetais e azeite, vinho e hortofrutícolas**”, 27 de Junho de 2012, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

Figueiredo, F. Castanheira, É. Freire, F. (2014). Poster “Ecodeep - Eco-efficiency and Eco-management in the Agro Industrial Sector in Portugal”, Gordon Research Conference, 1-6 Junho 2014, Italy.

Guia do azeite – Avaliação de ciclo de vida do azeite em Portugal - Elaborado pelas equipas ADAI, IPB e IPCB.

Figueiredo, F., Coroama, V., Castanheira, É., Queirós, J., Freire, F. (2014) – Ferramenta de cálculo de Gases com Efeito de Estufa na fileira do azeite.