



Análise do Ciclo de Vida do Azeite: Caso de estudo do azeite de Trás-os-Montes

Mário Sérgio Vieira da Cunha

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental*

Orientado por

**Professor Doutor Artur de Jesus Gonçalves
Professor Doutor Manuel Joaquim Sabença Feliciano**

**Bragança
2014**

Esta dissertação insere-se no âmbito dos trabalhos
desenvolvidos no projeto EcoDEEP,
financiado no âmbito do programa COMPETE.

Agradecimentos

Ao fim de mais uma etapa na minha vida, não poderia esquecer quem esteve ao meu lado para me ajudar e apoiar. Antes de mais quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Artur Gonçalves, por todo o tempo e paciência que teve na realização deste estudo e também parte escrita. Foi quase um ano de trabalho, onde sem o apoio dele era quase impossível chegar até aqui. Não me deixou ir abaixo e sempre me indicou o caminho a seguir.

Não posso esquecer também o meu co-orientador, Professor Doutor Manuel Feliciano, que também me deu o seu apoio e manteve a porta sempre aberta quando precisei.

Tudo isto não era possível sem duas pessoas que me ensinaram aquilo que sei e moldaram a minha personalidade, os meus pais. Investiram em mim e acreditaram que eu conseguia, e parece que consegui. Dei muitas dores de cabeça, passei muito tempo longe deles, mas sei que me amam incondicionalmente e a eles dedico esta tese, mas não só. Dedico também à minha irmã que, embora me estivesse sempre a moer o juízo, nunca vacilou quando mais precisei e sempre soube dizer as palavras certas no momento certo. São a minha família e eu adoro-vos.

Como vim para uma cidade nova, formei aqui também uma família (Victor Pinto, Andreia Pereira, Ricardo Faria, Daniel Guedes, Cristina Pontes e Cláudia Carreira) também quero agradecer-lhes. Foram cinco anos que sempre levarei no coração e os momentos que passamos, pelas brincadeiras, jantaradas, saídas. Um especial agradecimento ao Victor Pinto, que é como um irmão para mim, pois sem ele não tenho dúvidas algumas que ainda não tinha terminado a licenciatura, muito menos o mestrado. Muito Obrigado.

Mas na vida estamos sempre a encontrar novas pessoas e aqui também assim foi, por isso não posso deixar de agradecer também aos meus amigos mais chegados (Mélanie Cardoso, Tiago Moreiras, Maria Conceição) que, embora conhecer à menos tempo, também estiveram cá quando precisei.

Para não alongar muito mais, quero agradecer a todos os outros amigos, companheiros, colegas que por uma ou outra razão passaram pela minha vida acadêmica e que dela fizeram parte.

A todos eles, Muito Obrigado.

Resumo

O sector do azeite é um importante sector económico no nosso país. Sendo Portugal um grande consumidor deste produto, é também um dos principais produtores Europeus (o quarto maior produtor da Europa, atrás da Grécia, Itália e Espanha) e um dos principais exportadores. A nível nacional, a região de Trás-os-Montes é, segundo o Recenseamento Agrícola de 2009, a segunda maior região olivícola e a primeira ao nível da produção de azeitona para a mesa. Numa altura em que a consciencialização ambiental está a ganhar um peso nas escolhas diárias de produtos de consumo, é cada vez mais importante haver uma produção com baixo impacte ambiental. A Análise de Ciclo de Vida (ACV) é uma importante ferramenta de análise do impacte ambiental deste sector. A ACV assenta na utilização de ferramentas de modelação de todas as etapas necessárias para a produção de um determinado produto, fazendo de seguida uma avaliação aos impactes causados no ambiente. Este estudo teve como ponto de partida inquéritos aplicados a três produtores de azeitonas (F1, F2 e F3) e a dois lagares de azeite (P2 e P3), tendo estas actividades características diferenciadas. Para uma correta análise, foi seguido a metodologia referida nas ISO's 14040 e 14044 e a parametrização referida na última versão do Environmental Product Declaration (EPD). Os resultados obtidos resultam da avaliação de diferentes interacções entre o olival e o lagar, obtendo-se um total de seis cenários com diferentes resultados, expressos na intensidade de indicadores de avaliação de impacto (*midpoints*). Foram avaliados seis indicadores, sendo eles: as Alterações climáticas, a Acidificação terrestre, a Depleção do ozono estratosférico, o Potencial de criação de ozono fotoquímico, o Potencial de eutrofização e a Ocupação terrestre. Os resultados são obtidos havendo uma ligação entre a fase de produção de azeitona (F1, F2 e F3) e a fase da extracção da azeitona (P2 e P3), havendo uma interacção e criando cenários entre eles. No geral, os resultados mostram que os processos a montante da produção de azeitona (produção de fertilizantes e de combustível principalmente) têm um grande peso nos resultados finais, fazendo com que esta fase tenha um valor de impacte superior à fase de extracção, onde o principal processo de impacte é a produção de uma embalagem.

Palavras-chave: Análise de Ciclo de Vida, Azeite, Azeitona, Oliveira, Lagar, Impacte ambiental.

Abstract

The olive oil sector is an important economic sector in Portugal. Portugal is a major consumer of this product, and it is one of the main European producers (the fourth largest producer in Europe, behind Greece, Italy and Spain) and exporters. Nationally, the region of Tras-os-Montes is, according to the Agricultural Census, the second largest olive producer region, and is the major national provider of the table olives. At a time when environmental awareness influences in consumers choices, it is increasingly important to have a "environmentally friendly" production. Life Cycle Analysis (LCA) is an important tool when addressing environmental impact from food products. The LCA is a modeling system based on the inventory of all necessary flows from processes associated to a particular product system, and then making an assessment of the impacts caused to the environment. This study addresses three production olives (F1, F2, and F3) and two oil presses (P2 and P3), and the differentiated characteristics of its activities. For a correct analysis, the methodology was based on ISO's 14040 and 14044 and on the parameterization mentioned in the latest version of the Environmental Product Declaration (EPD). The results of the evaluation focus on the interactions between different olive farms and the olive oil mills to provide a total of six scenarios, and are expressed by measuring the intensity of impact assessment indicators. This study evaluated six indicators: Climate Change, Terrestrial Acidification, Photochemical Ozone Creation Potential, Ozone Depletion, Eutrophication Potential and Land Occupation. The results are a interaction between olive production (F1, F2 and F3) and olive transformation (2P and 3P). Overall, the results show that upstream processes (e.g. production of fertilizers and fuel production) have a significant environmental impact and because of that, the olive production have higher impact than olive transformation, where the packaging have the main impact.

Keywords: Life Cycle Analysis, Olive Oil, Olive, Olive tree, Olive mill, Environmental Impact.

Lista de Abreviaturas

IOOC – International Olive Oil Council

ACV – Análise do Ciclo de Vida

DOP – Denominação de Origem Protegida

EPD – Environmental Product Declaration

PCR – Product Category Rules

GEE – Gases de Efeito de Estufa

ICV – Inventário do Ciclo de Vida

AICV – Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida

PCOF – Potencial de Criação de Ozono Fotoquímico

EDP – Ecosystem Damage Potential

Índice

1. Introdução.....	1
2. A produção e a Transformação do Azeite	4
2.1. Contextualização Histórica	4
2.2. Azeite de Trás-os-Montes	5
2.3. Ciclo de Vida do Azeite.....	6
2.3.1. Produção	6
2.3.2. Transformação	8
2.3.3. Lagares de Três Fases.....	9
2.3.4. Lagares de Duas Fases.....	9
2.4. As Declarações Ambientais de Produto no Setor do Azeite.....	9
2.5. Software de ACV	10
3. A análise de Ciclo de Vida.....	12
3.1. A definição do Objetivo e do Âmbito da ACV	14
3.2. A fase de Inventário do Ciclo de Vida (ICV)	15
3.3. A fase de Avaliação do Ciclo de Vida (AICV)	15
3.4. A fase de Interpretação do Ciclo de Vida.....	16
4. Metodologia	18
4.1. Definição do objectivo e Âmbito.....	18
4.2. Inventário do Ciclo de Vida do Azeite (Cradle to Gate)	20
4.2.1. Olival	20
4.2.2. Transformação	22
4.3. Avaliação do Impacte do Ciclo de Vida do Azeite.....	23
4.3.1. Indicadores.....	23
5. Resultados	26
5.1. Apresentação dos Resultados.....	26

5.1.1. Subsistema Agrícola.....	27
5.1.2. Subsistema do Lagar.....	28
5.2. Cenários	29
6. Discussão dos Resultados e Conclusão	42

Índice de figuras

Figura 1. Principais Concelhos Produtores de Azeite.....	pág 5
Figura 2. Processos Sofridos no Lagar.....	pág 8
Figura 3. Fases de uma ACV.....	pág 14
Figura 4. Fronteiras do Sistema.....	pág 18
Figura 5. Resultados Subsistema Agrícola.....	pág 28
Figura 6. Resultados Subsistema Lagar.....	pág 29
Figura 7. Resultados Finais Percentuais.....	pág 31
Figura 8. Alterações Climáticas.....	pág 32
Figura 9. Depleção do Ozono.....	pág 34
Figura 10. Acidificação Terrestre.....	pág 36
Figura 11. Potencial de Criação do Ozono Fotoquímico.....	pág 37
Figura 12. Potencial de Eutrofização.....	pág 39
Figura 13. Ocupação Terrestre.....	pág 41

Índice de Tabelas

Tabela 1. Inputs e Outputs no Subsistema Agrícola e respectivas unidades.....	pág 22
Tabela 2. Inputs e Outputs no Subsistema Lagar e respectivas unidades.....	pág 23
Tabela 3. Resultados Subsistema Agrícola.....	pág 27
Tabela 4. Resultados Subsistema Lagar.....	pág 28
Tabela 5. Resultados Finais.....	pág 30
Tabela 6. Alterações Climáticas.....	pág 33
Tabela 7. Depleção do Ozono.....	pág 34
Tabela 8. Acidificação Terrestre.....	pág 36
Tabela 9. Potencial de Criação de Ozono Fotoquímico.....	pág 38
Tabela 10. Potencial de Eutrofização.....	pág 39
Tabela 11. Ocupação Terrestre.....	pág 41

1. Introdução

O azeite é apreciado um pouco por todo o Mundo, mas em nenhum outro lugar é tão importante como na região mediterrânica. Desde sempre, o azeite, é apreciado nos principais países mediterrâneos, como a Itália, Espanha, Grécia e Portugal. Este faz parte da dieta alimentar destes países, sendo estes também os seus principais produtores. Esta produção tem vindo a aumentar ao longo dos anos, embora tenha havido um pequeno decréscimo na produção no ano 2012/13, segundo o International Olive Oil Council (IOOC). Neste relatório Portugal surge como um dos principais países produtores de azeite, sendo quarto maior produtor da Europa. Esta realidade é acompanhada pela relevância do olival enquanto cultura agrícola. Segundo os dados do Recenseamento Agrícola realizado em 2009, o olival era, em termos de área, a principal cultura permanente, ocupando 52% da superfície de culturas permanentes (excluindo o pinheiro manso). Este tipo de atividades agrícolas apresenta uma forte interdependência das condições ambientais.

Tradicionalmente, a gestão ambiental foi desenvolvida e concentrada nas atividades das organizações, no entanto, esta abordagem deixa de fora a relação que a produção de um dado bem ou serviço tem com o ambiente ao longo da cadeia de produção.

Uma boa forma de avaliar o impacto de um produto, desde da sua produção até ao seu fim de vida consiste na aplicação da Análise de Ciclo de Vida (ACV). Esta metodologia, concentra-se no produto, com o intuito de avaliar os seus impactos no meio ambiente. Para que tal possa ser realizado, recorre-se habitualmente às metodologias apresentadas nas normas internacionais e, em particular, nas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006.

Esta dissertação insere-se no âmbito dos trabalhos desenvolvidos no projeto EcoDEEP, financiado no âmbito do programa COMPETE e tem como principal objetivo a aplicação da ACV a casos de estudo relativos à produção de azeitona e à extracção do azeite, como forma de avaliar os seus impactes e propor ações de melhoria. Para que o objetivo não fosse demasiado genérico, este foi dividido em vários objetivos particulares:

- Descrever genericamente o ciclo de vida do Azeite;
- Contextualizar o sector agro-industrial da apanha da azeitona e sua transformação em azeite no âmbito do Interior Norte de Portugal;
- Definir os parâmetros de referência para a análise de ciclo de vida (Sistema do produto, Unidade funcional, etc);
- Aplicar o Software GABI para a Análise de Ciclo de Vida (ACV);
- Caracterizar os principais impactes por categoria, sinalizando os aspectos ambientais mais significativos;
- Seleccionar e descrever opções de melhoria ao nível do produto e dos processos de apanha da azeitona e sua transformação em azeite.

O presente trabalho encontrasse organizado nos seguintes capítulos, para além deste capítulo introdutório:

- A produção e a Transformação do Azeite – Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica relativa ao azeite e aos processos de produção e transformação do mesmo, bem como as declarações ambientais envolvidas no azeite;
- Análise de Ciclo de Vida – Onde é feita uma introdução das normas bases que definem uma Análise de Ciclo de Vida e é avançada uma explicação dos principais pontos da mesma;
- Metodologia – Onde são delimitadas as fronteiras do caso de estudo e se descreve a metodologia que resulta da aplicação das normas anteriormente referidas;

- Resultados – Principais resultados obtidos e a sua análise;
- Conclusão e Discussão de Resultados – Interpretação dos resultados e recomendações.

2. A produção de Olival e a Extração do Azeite

2.1. Contextualização Histórica

Ao longo da história, o azeite esteve sempre presente na vida diária da população de países como Portugal, Itália, Espanha, Grécia, etc. Esta substância é uma gordura de grande valor gastronómico, utilizada na dieta mediterrânica, pois confere um sabor único pelas suas características químicas, biológicas e organolépticas, fazendo com que seja um produto muito apreciado e insubstituível.

Historicamente, a oliveira tem origem na Ásia menor e, por causa das condições climáticas proporcionadas pela região mediterrânica, espalhou-se muito rapidamente. Na antiguidade, quando os Gregos e os Romanos dominavam parte da Europa, tornaram-se peritos em descobrir variáveis aplicações do azeite. Segundo Percussi (2006), os romanos desenvolveram o azeite e o seu comércio, fazendo com que este tivesse bastante importância na sua economia.

Os registos existentes em Portugal, datam do tempo dos Visigodos. Segundo o escrito nas crónicas, este povo herdou as práticas dos Romanos e estes, possivelmente, trouxeram-na para a Península Ibérica, Portugal e Espanha. Estes países tornaram-se grandes produtores de azeite, que em seguida era enviado para Inglaterra, Alemanha, França e Itália (Vossen 2007). Quando a Península foi tomada pelos Árabes, este povo manteve a cultura da azeitona e fê-la crescer. O azeite teve uma importância significativa na cultura árabe como se pode constatar pelo facto de a palavra azeite que usamos hoje em dia, ter origem no vocábulo árabe “az-zait”, que significa “sumo de azeitona”. Os Árabes desenvolveram a cultura de oliveira em Portugal nas regiões onde a reconquista cristã se realizou mais tarde. É por esta razão que os primeiros grandes olivais aparecem na Estremadura e o Alentejo (Azeite em Portugal, 2014).

Depois da reconquista e até finais de século XII, em Portugal, o cultivo da oliveira não tem grande relevância nem a nível cultural nem ao nível económico. Mas tudo isso iria mudar passado um século. Nos meados do século XIII, o azeite já ocupa um lugar importante no nosso comércio externo, que se estendeu até aos dias de hoje. Atualmente que Portugal é um dos principais exportadores do azeite, ocupando o quarto lugar neste ranking mas, embora a sua produção tenha vindo

aumentar neste milénio, ainda está longe do registo recorde datado de 1953, onde foram atingidas cerca de 121 mil toneladas de produção.

2.2. Azeite de Trás-os-Montes

Trás-os-Montes é uma região com características únicas. A paisagem de montanha, onde os rios correm, moldando tudo à sua passagem, mostra o melhor que a natureza faz. Estas características únicas fazem com que os produtos sejam únicos. O mesmo se aplica no azeite. O azeite transmontano é, de uma forma geral, resultantes de uma mistura de diferentes cultivares, sendo os principais Cobrançosa, Madural e Verdeal Transmontano. (Sousa, et al., 2007)

Os produtos do olival, como o azeite e a azeitona são produtos importantes do ponto de vista económico, criando vários postos de trabalho e gerando mais-valias do ponto de vista paisagístico, pelos amplos olivais que são elementos centrais na construção da paisagem local, apreciada por muitos, e do ponto de vista social, ajudando a dinamizar uma região por vezes esquecida. Todo este valor, fez com que a qualidade do azeite fosse reconhecida, não só a nível nacional, mas também a nível mundial, criando assim uma Denominação de Origem Protegida (DOP). Esta denominação, faz com que os azeites sigam especificações obrigatórias, tais como variedades de azeitona, condições de apanha e transporte para o lagar, condições de laboração e as características do produto final (DOP). A produção do azeite concentra-se, principalmente, nos concelhos de Mirandela, Vila Flor, Macedo de Cavaleiros, Alfândega da Fé, Mogadouro, Vila Real e Bragança.



Figura 1- Principais Concelhos Produtores de Azeite

2.3. Ciclo de Vida do Azeite

O ciclo de vida do azeite, como o de qualquer outro produto, é formado por várias etapas, incluindo:

- Produção – Fase agrícola, onde é cultivada a azeitona, que depois é apanhada e enviada para o lagar;
- Extração – Fase do lagar, onde a azeitona se transforma em azeite sofrendo para isso vários processos;
- Comercialização – Fase de venda do azeite como produto final. A venda pode ser feita no próprio lagar ou então em centros comerciais;
- Uso – Fase da sua utilidade, que é normalmente usado como tempero na confecção de refeições, saladas, etc;
- Recolha e fim de vida – Recolha da embalagem e deposição em aterro ou então reciclagem.

Na presente dissertação, serão caracterizadas as duas primeiras etapas, e será feito um estudo cradle to gate, que será aqui apresentado.

2.3.1. Produção

A fase de produção começa no olival, onde acontecem os primeiros processos diretamente associados à produção de azeitona. Em particular, nesta etapa desenvolvem-se diversas atividades, incluindo a fertilização, o controlo de pragas, a rega (que poderá não existir, dependendo no tipo de cultura e de região), a poda e a apanha da azeitona. Embora sejam processos aparentemente simples, é necessário considerar todos os inputs¹ que lhe estão associados como por exemplo, água, no caso da aplicação de fertilizantes, o próprio fertilizante, etc e outputs², como as emissões causadas pelo consumo de diesel, gasolina ou resíduos vegetais. Na lógica da ACV, a interpretação destes elementos não fica completa sem incluir ainda os inputs e outputs originados de modo indirecto em processos a montante das etapas consideradas. Consideram-se processos a montante todos os que decorrem nessa posição face ao sistema central e pressupõem actividades e extrações de bens e

¹ Inputs – fluxos de entrada nos processos

² Outputs – fluxos de saída nos processos

materiais necessários para a produção da azeitona, como por exemplo todos os consumos necessários para a produção do combustível utilizado na maquinaria, para a produção dos fertilizantes/pesticidas, transportes, energia eléctrica, etc..

Relativamente à prática de produção da azeitona, esta pode variar principalmente em três tipos de agricultura:

- Agricultura integrada;
- Agricultura convencional;
- Agricultura biológica.

A agricultura integrada é uma produção que se caracteriza pela alta qualidade da azeitona de um ponto de vista economicamente viável, utilizando uma prática de metodologias que visam a segurança do meio ambiente, minimizando assim os efeitos secundários dos pesticidas/fertilizantes para aumentar a proteção do ambiente e da saúde humana (OILB, 2002):

Agricultura convencional baseia-se na aplicação de tecnologias e técnicas que visam à maximização tanto da produção agrícola quanto dos lucros, deixando a preocupação ambiental para segundo plano. (Santos, 2010)

Neste tipo de cultura, os ganhos económicos são rapidamente visíveis, mas ao longo do tempo os danos que estes causam ao ambiente não são contabilizados pelos seus praticantes.

Relativamente à agricultura biológica, neste modo de produção são utilizados fertilizantes e pesticidas biológicos, como por exemplo a largada de insectos para combater pragas e doenças. Desta forma, a agricultura biológica tem como objetivo preservar o solo e desenvolver a sua fertilidade, preservar a fauna auxiliar, desenvolver produtos finais de qualidade superior e valorizar o produto potenciando o aumento do rendimento dos olivicultores (Poças, 2003).

2.3.2. Extração

A extração do azeite ocorre no lagar. Aquando da chegada deste, as azeitonas são descarregadas e é feito um processo de separação entre a azeitona e a folha. Em seguida as azeitonas são lavadas, sendo retiradas areias ou outros materiais que estão presentes. Depois de lavadas, as azeitonas são encaminhadas para o moinho, onde são moídas, formando uma pasta. Essa pasta de azeitona é depois encaminhada para o decanter, onde é retirado o bagaço de azeitona e o caroço, passando apenas para a fase seguinte o chamado azeite bruto. Esse azeite é sujeito a uma centrifugação que normalmente se dá a baixas temperaturas para ser retirado o azeite. Em seguida o azeite é armazenado e engarrafado. As embalagens variam de tipo de embalagem, por exemplo de vidro ou plástico, e também de tamanho, por exemplo 0.5L, 1L, 5L, etc..

Este processo base assume depois variantes em função do modelo de extração do azeite, sendo frequentes dois tipos de transformação³:

- Três fases – assim denominados porque incluem a obtenção de um produto, e dois resíduos e/ou subprodutos, e que incluem o azeite, o bagaço e a água-ruça.
- Duas fases – obtenção de um produto e um outro resíduo ou subproduto de natureza pastosa, perfazendo assim duas frações, incluindo o azeite e o bagaço húmido.

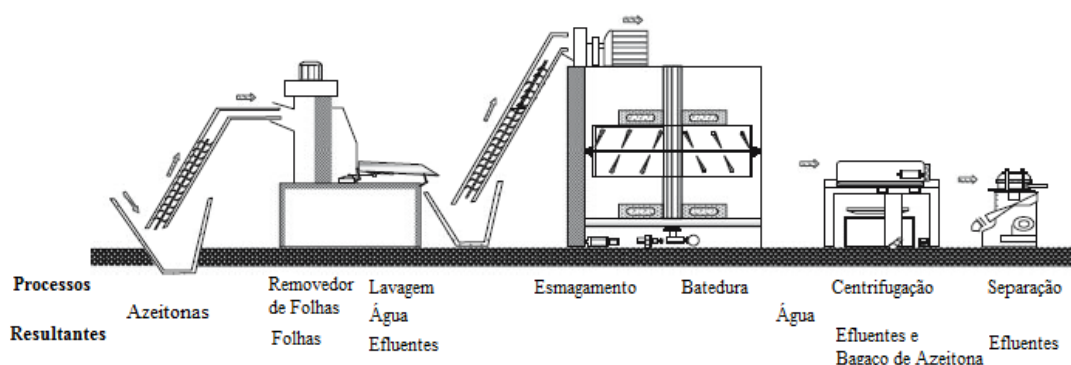


Figura 2 - Processos sofridos no lagar

³ Embora ainda existam lagares tradicionais, onde é usada apenas uma prensa mecânica, esse processo tem vindo a cair em desuso nas últimas décadas.

2.3.3. Lagares de Três Fases

O sistema contínuo de três fases surgiu nos finais dos anos 60 início dos anos 70 do século passado, em substituição dos modelos de produção aplicados em muitos dos lagares tradicionais e que consistia na aplicação de prensas. Este processo é denominado de três fases pois o que obtemos à saída do lagar é o azeite, o bagaço e as águas-ruças. Aqui a azeitona, a moenda e a batedura, assumem a forma de uma massa (de azeitona), que é depois submetida a uma centrifugação a alta velocidade numa centrífuga horizontal, que separa a fase sólida da fase líquida. A parte líquida continua no processo, onde sofre uma nova centrifugação, onde e é separado o azeite das águas-ruças. (Gabriella, et al, 2010)

Este tipo de lagar tem o inconveniente de consumir muita água, gerando assim muitos efluentes que devem ser tratados antes de serem encaminhados para o sistema de saneamento público. (Aires, 2007)

2.3.4. Lagares de Duas Fases

Este tipo de lagares são mais recentes e utilizam uma centrifugação montada horizontalmente para a separação da fracção do azeite do restante. O processo é quase o mesmo que o anterior, mas aqui no fim do lagar são só originados dois produtos, o azeite e o bagaço húmido.

Nestes tipos de lagares o consumo de água é inferior pois em vez de adicionarem nova água, eles reutilizam as águas-ruças (Gabriella, et al, 2010).

Tem como maior inconveniente a produção de grandes quantidades de bagaço húmido que, devido ao seu elevado teor de açúcares e humidade, o torna extremamente difícil de ser utilizado na indústria extratora de óleo de bagaço (Aires, 2007).

2.4. As Declarações Ambientais de Produto no Setor do Azeite

Como forma de uniformizar o tratamento da informação ambiental relativa aos produtos, com base na ACV, e para que esta possa depois ser validada de modo independente e comunicada aos clientes, a norma ISO 14025 define regras a aplicar

e que são consolidadas em torno de guias específicos, os guias EPD (Environmental Product Declaration).

Os EPD estão em conformidade com as ISO's 14025 (estabelece os princípios para o uso de informação ambiental), 9001 (informação sobre sistemas de gestão de qualidade), 14001 (informação sobre sistemas de gestão ambiental), 14040 e 14044 e têm como princípios (EPD, 2014):

- Fazer cumprir o que está estabelecido na ISO 14025 em modularidade e comparabilidade;
- Simplificar o trabalho para desenvolver Regras de Categoria do Produto ⁴(PCR – Product Category Rules);
- A participação internacional nas PCR;
- Facilitar a identificação e recolha de dados para a ACV;
- Aplicar nos mercados a EPD.

No caso do Azeite, a EPD de referência é a 2010:07, tendo sido utilizada como base para a definição de múltiplas opções metodológicas, pois forneceu indicações sobre os aspetos vários como:

- A unidade funcional a utilizar;
- A delimitação das fronteiras do sistema a montante e a jusante do sistema;
- Indicadores de impacto ambiental.

Estes pontos serão referidos durante a dissertação, fazendo referência à última versão disponível do EPD (14 de Abril de 2014) quando realizado o estudo.

2.5. Software de ACV

Para a realização desta dissertação, foi utilizada uma das várias ferramentas informáticas disponíveis para o desenvolvimento da ACV, o GaBi (Versão 6.4.0.3), um software desenvolvido na Alemanha pela empresa PE INTERNATIONAL.

Este software foi desenvolvido de forma que possa dar suporte a várias aplicações, sendo que a mais revelante para o trabalho (PEInternational, Gabi Software, 2014):

⁴ RCP – definem regras e requerimentos para as EPD de certa categoria de produto

- ACV:

- Desenvolvimento de produtos que atendam às normas e regulamentações ambientais;
- Redução de material, energia e o uso de recursos de maneira sustentável;
- Desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental, como a redução de emissão dos gases de efeito de estufa (GEE), redução do consumo de água e resíduos, etc.;
- Melhorar a eficiência dos valores ao longo do processo, por exemplo design, produção, fornecedores, distribuição;

3. A análise de Ciclo de Vida

Para a realização de uma ACV, é necessário fazer uma escolha do tipo de estudo a ser realizado. Existe principalmente três diferentes tipos de estudo, são eles:

- Cradle to Gate – estudo realizado desde da sua produção até à saída para a comercialização;

- Cradle to Grave - estudo completo de todas as etapas, desde da obtenção de matérias-primas até ao seu fim-de-vida

- Cradle to Cradle – estudo que acrescenta outra etapa ao ciclo de vida, a reciclagem. Este método visa a minimização dos impactes ambientais do produto, adicionando uma produção sustentável e tenta introduzir a responsabilidade social no desenvolvimento do produto (Wright, 2011).

Na presente dissertação foi feito um estudo cradle to gate. Foi escolhido este método de forma a conseguir uma resposta aos objectivos estipulados.

De forma a garantir a qualidade dos processos e a uniformidade das metodologias, incluindo a normalização dos parâmetros a determinar, será aplicada a metodologia proposta nas normas internacionais, mais propriamente na norma ISO 14040:2006 que descreve os princípios e apresenta uma metodologia base para o desenvolvimento de uma ACV.

Genericamente, a ACV incide sobre os aspectos ambientais e os seus potenciais impactes ambientais (por exemplo, utilização de recursos e consequências ambientais das emissões e descargas) ao longo do ciclo de vida do produto, desde a obtenção das matérias-primas, passando pela produção, utilização, tratamento no fim-de-vida, reciclagem e deposição final. (ISO, 2006)

Um bom estudo de uma ACV compreende quatro fases: definição do objetivo e âmbito, inventário, avaliação de impacte e, por fim a interpretação. Estas fases estão relacionadas entre si e a ACV só funcionará tendo em conta essa relação, tal pode ser visto na figura 1. Esta normalização pode ser útil:

- Na identificação de oportunidades de melhoria do desempenho ambiental dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida,
- Na informação aos decisores na indústria, em organizações governamentais e não-governamentais (por exemplo, no planeamento estratégico, definição de prioridades, projecto ou reformulação de produtos ou processos),
- Na selecção de indicadores de desempenho ambiental relevantes, incluindo técnicas de medição, e
- No marketing (por exemplo, na implementação de esquemas de rotulagem ecológica, realização de alegação ambiental, ou elaboração de declaração ambiental de produto).

Ambas as normas descrevem os princípios e enquadramentos da ACV, incluindo:

- a) A definição do objetivo e do âmbito da ACV;
- b) A fase do inventário do ciclo de vida (ICV);
- c) A fase de avaliação de impacte do ciclo de vida (AICV);
- d) A fase de interpretação do ciclo de vida ;
- e) Elaboração do relatório e revisão crítica da ACV;
- f) Limitações da ACV;
- g) A relação entre as fases da ACV;
- h) Condição para a reutilização de escolhas de valor e de elementos opcionais.

Estas normas abrangem estudos de ACV e estudos do ICV. Não descrevem a técnica de ACV em detalhe, nem especificam metodologias para as fases individuais da ACV.

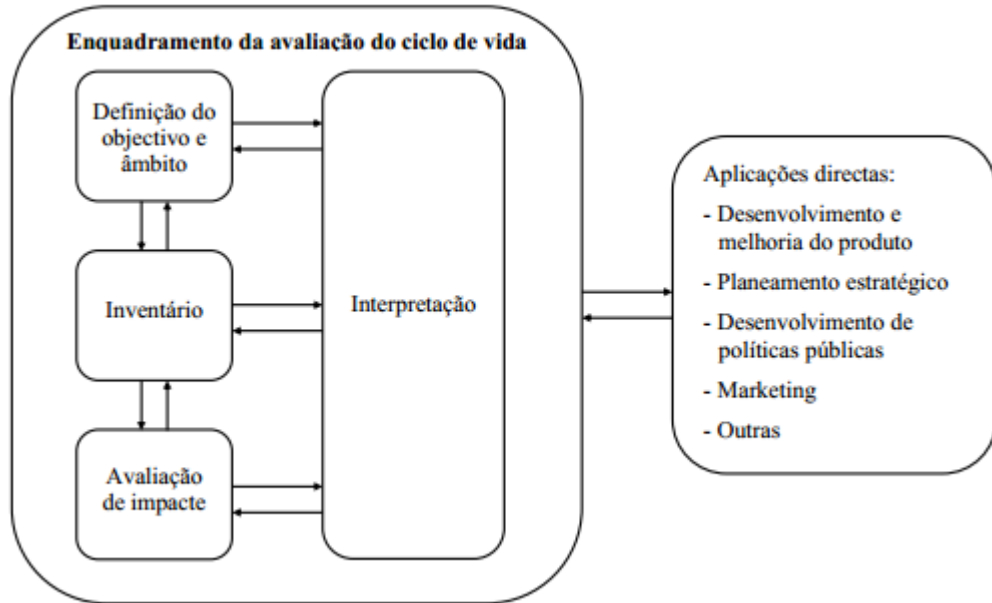


Figura 3 - Fases de Uma ACV (Fonte: ISO 14040)

3.1. A definição do Objetivo e do Âmbito da ACV

Segundo esta norma, a aplicação do objetivo da ACV estabelece:

- A aplicação pretendida;
- As razões para a realização do estudo;
- O público-alvo

Relativamente ao âmbito, este deverá ser muito bem definido para se atingir o objetivo definido, dessa forma o âmbito deve incluir os seguintes itens:

- o sistema de produto a estudar;
- as funções do sistema de produto ou, em caso de estudos comparativos, dos sistemas;
- a unidade funcional;
- a fronteira do sistema;
- procedimentos de alocação;
- categorias de impacte seleccionadas e metodologia da avaliação de impacte, e interpretação subsequente a ser utilizada;

- Requisitos dos dados;
- Pressupostos;
- Limitações;
- Requisitos da qualidade dos dados iniciais;
- Tipo de revisão crítica, se existente;
- tipo e formato do relatório requerido para o estudo.

É de notar que a ACV é uma técnica onde todas as fases são interactivas e ao longo da criação da base de dados, pode haver a necessidade de modificar várias vezes alguns dos parâmetros do âmbito de forma a atingir os objectivos do estudo.

3.2. A fase de Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

Esta fase envolve a recolha de dados e cálculos que permitem quantificar os inputs e outputs do sistema de produto. Como referido anteriormente, a interactividade da ACV também está aqui presente, pois à medida que se conhece melhor o caso de estudo ou são recolhidos novos dados ou ainda são reconhecidas limitações do sistema, estes podem exigir mais recolha de informação, daí que haja por vezes a necessidade de alteração de objectivos e âmbitos.

3.3. A fase de Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida (AICV)

Esta terceira fase, tem como objetivo avaliar a significância dos impactes ambientais potenciais, para isso são utilizados os resultados do ICV. Esta fase é conseguida através da análise dos dados do ICV tendo em conta categorias de impacte ambiental, de forma a compreender quais os efeitos que estes têm no ecossistema e no Homem. Assim, a AICV fornece informação necessária para a seguinte fase, a Interpretação do Ciclo de Vida.

Para que uma AICV seja bem conseguida, esta deve conter obrigatoriamente a seguinte informação:

- A seleção de categorias de impacte, indicadores de categoria e modelos de caracterização;

- Imputação dos resultados do ICV (classificação);
- Cálculo dos resultados dos indicadores de categoria (caraterização).

Para que esta ainda fique mais completa, pode conter os seguintes elementos opcionais:

- Cálculo da magnitude dos resultados de categoria em relação à informação de referência (normalização);
- Agregação – Os resultados podem ser agregados em dois tipos:
 - *MidPoint*: restringe a modelação quantitativa em etapas iniciais de causa-efeito, de forma a limitar incertezas, chamados também de métodos clássicos de avaliação de impacte (Jolliet, et al., 2003);
 - *EndPoint*: modelagem com grandes incertezas, que tentam modelar a causa-efeito até ao fim. Método utilizado para saber o dano total causado ao Homem e ao Ambiente (Jolliet, et al., 2003);
- Ponderação – Segundo Saade & Gomes, (2014), a ponderação representa o procedimento através do qual a importância de um impacte ambiental é ponderada em relação ao outro. Existe diferentes tipos de análise, sendo os mais usuais o Eco-Indicator, Recipe, CML 2001 e EDIP 2003.

3.4. A fase de Interpretação do Ciclo de Vida

Esta fase é onde os resultados do inventário e da avaliação de impacte ambiental são considerados em conjunto. Esta fase deverá fornecer resultados que correspondam aos objectivos e ao âmbito, assim como que permitam obter conclusões, explicando as limitações e, por fim, forneçam dados válidos para a apresentação de recomendações.

Esta interpretação deverá:

- Reflectir o facto de que os resultados da AICV são baseados numa abordagem relativa e que não prevêem efeitos reais em impactes finais por categoria;

- Assumir a forma de conclusões e recomendações para os decisores, em consonância com o objectivo e âmbito estudado (se possível);
- Fornecer uma apresentação facilmente compreensível, completa e coerente, em concordância com a definição do objetivo e do âmbito de estudo;
- Refletir os resultados do elemento de avaliação.

4. Metodologia

A norma base seguida na metodologia para a realização desta dissertação, como referido anteriormente, foi a ISO 14040, utilizando também o guia EPD do azeite como referência complementar.

4.1. Definição do objectivo e Âmbito

No âmbito deste estudo foram realizados 5 inquéritos, sendo que três foram aplicados a explorações agrícolas (F1, F2 e F3) (Anexo IX) de diferentes dimensões e diferentes tipos de produção (convencional e biológica) e dois lagares de extração (2P e 3P) (Anexo VIII), um com extração de duas fases e o outro de três fases.

Depois da recolha de dado e recorrendo de novo ao EPD, foram estabelecidas as fronteiras do sistema (Figura 4).

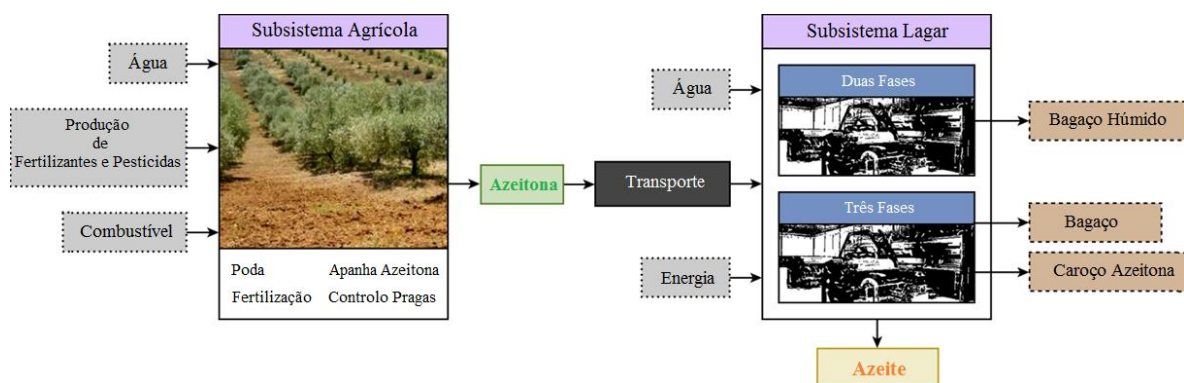


Figura 4 - Fronteiras do Sistema (Fonte: Feliciano, et al., 2013 adaptado)

Para que todo o estudo fosse realizado foi necessário assumir alguns pressupostos, sendo estes:

- A unidade de referência para o modelo Cradle to Gate corresponde a um litro de azeite, pelo que toda a correspondente análise remete para a normalização em torno desta quantidade de produto. No entanto, para refletir a diferenças nas produtividades dos dois subsistemas (Agrícola e Lagar), assim como a variabilidade

na conversão de azeitona em azeite, considerou-se uma unidade funcional de kg de azeitona para a análise individual do subsistema agrícola, procedendo-se posteriormente à conversão, em litros de azeite, em função da produtividade de cada lagar;

- O processo geral que descreve o sistema em análise foi subdividido em dois, para facilitar a construção e a interpretação do mesmo, correspondentes aos subsistemas, Agrícola e de Lagar;

- Os dados utilizados neste estudo são preferencialmente originários de fontes primárias (obtidos maioritariamente por inquéritos). Sempre que tal não foi possível, foram utilizados dados provenientes das bases de dados disponíveis no software utilizado (GaBi) e em particular sempre que foi necessário descrever e analisar etapas complementares, situadas a montante do processo, como no caso da produção de fertilizantes e pesticidas;

- Como a média de idade para os olivais é elevada (>40 anos), e seguindo as indicações contantes do EPD considerou-se que as operações para a transformação do terreno eram nulas para efeitos da ACV;

- Não foram considerados qualquer tipo de valores da fixação do carbono para efeitos de ACV, ideia adotada por alguns autores embora isto seja uma ideia contraditória em relação a outros autores;

- Os valores de emissão da maquinaria usada foram calculados através dos valores de emissão do European Emissions Standards e considerando os valores de consumo de combustível;

- Na análise do transporte de combustível, desde a refinação, foi considerada a utilização de um camião cisterna, que percorre uma distância média de aproximadamente 200km (desde Matosinhos-Porto);

- Quantos aos restantes transportes, foi considerado o uso de uma carrinha de carga de até duas toneladas e uma distância de 25km, correspondente a uma estimativa aproximada da distância média percorrida nas deslocações do olival para o lagar;

- Foram considerados todos os processos finais de fabrico a montante, mas não da sua extracção ou transformação;
- Os dados da eletricidade são referentes ao ano de 2012 e traduzem o mix energético português;
- A água utilizada nos planos é proveniente da rede pública;
- As águas ruças são encaminhadas para uma lagoa de evaporação e aí foi assumido que havia uma evaporação total, não havendo por este motivo a sua descarga;
- As embalagens utilizadas são de vidro, com uma capacidade de 0.5Litros e com um peso de 400g (rolha e rótulo incluído);

4.2. Inventário do Ciclo de Vida do Azeite (Cradle to Gate)

4.2.1. Olival

Os três casos de estudo para a componente Olival seguem um processo similar, apesar de divergirem quanto às suas entradas e saídas (inputs e outputs). Neste processo foram identificadas seis atividades principais, sendo elas:

- Fertilização,
- Controlo de Pragas,
- Poda,
- Apanha da Azeitona,
- Transportes e,
- Olival

Estes processos são independentes, ligados todos ao último processo para efeitos de análise (Anexo I). Existem porém, processos relacionados com o ciclo de vida do azeite que não estão aqui referenciados, pois ocorrem a montante embora forneçam informação para os parâmetros a que lhes correspondem (ex. fabrico de fertilizantes, de combustível, etc.).

Na análise do processo de Fertilização devem ser conhecidos parâmetros como os tipos e quantidades de fertilizantes usados, a água usada no olival e o combustível necessário para aplicação destes inputs.

O processo Controlo de Pragas, é caracterizado pela aplicação de pesticidas e fungicidas, tendo este como parâmetros os tipos e quantidades de pesticidas e fungicidas utilizados no olival. Como era de esperar, neste processo também se encontram outros inputs como água e combustível, necessários para aplicação dos anteriores.

Relativamente aos processos de Poda, Apanha da Azeitona e Transporte, estes assumem uma parametrização mais simplificada, tendo apenas como inputs o combustível necessário para a maquinaria. O processo Transporte é aqui computado como incluindo todos os gastos de combustível do olival em deslocações dentro do mesmo.

O processo Olival é utilizado única e exclusivamente como um elo de ligação entre os outros processos internos e externos (de modo a facilitar a ligação ao subsistema lagar) a este subsistema. Mais informações podem ser constatadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Inputs e Outputs no Subsistema Agrícola e respectivas unidades

Subsistema Agrícola				
Informação do Olival	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>Unid</i>
Área	11.92	100	120	ha
Azeitona	22	155	110	t
Oliveira	2063	20400	25296	num
Inputs	<i>Unid/Kg_{azeitona}</i>			
Diesel	5.32e-2	7.34e-2	9.06e-2	L
Gasolina	3.64e-3	3.25e-4	0	L
Boro	0	9.38e-3	0	L
NPK	1.63e-3	0.195	0	L
Cobre	0	0	3.32e-4	L
Ureia	2.17e-3	0.0182	0	L
Glifosato	3.53e-3	2.94e-4	0	L
Dimetoato	0	1.47e-4	0	L
Cálcio	0.0331	0.26	0	L
Nitrato				
Água	52.7	143	14.3	L

4.2.2. Transformação

No âmbito do inventário da etapa de transformação, recorreu-se a um modelo base (Anexo VII), que depois foi replicado e modificado para incorporar entre os processos relativos aos modelos de produção em lagares de três e de duas fases, sendo este último o mais complexo. Associados a esta etapa, foram identificados um número elevado de processos, sendo que alguns são processos que decorrem a montante, sendo outros processos específicos do lagar. Com isto, e numa tentativa de generalizar este modelo, foram avaliados os processos:

- Lavagem da Azeitona,
- Moenda,
- Batedura,
- Decantação,
- Centrifugação,
- Armazenamento e,
- Engarrafamento.

O processo Lavagem de Azeitona é caracterizado pela lavagem da azeitona em si. Inclui a entrada de azeitona, proveniente do Redler (dispositivo de descarga de

azeitona) e a adição de água utilizada no processo. Ainda na Lavagem de Azeitona, ocorre a separação da folha da azeitona, a qual será encaminhada pelo transportador de folhas.

Seguem-se os processos de Moenda, Batedura, Decanter e Centrifugadora que tem como aspetos ambientais, resultantes de inputs como o de eletricidade e água.

Os valores recolhidos nos inquéritos, podem ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Inputs e Outputs no Sub. Lagar e respetivas unidade por litro de azeite

Subsistema Lagar			
Inputs	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>Unid/L_{azeite}</i>
Azeitona	6.62	5.22	Kg
Folhas	0.199	0.275	Kg
Água	0.215	5.36	L
Eletricidade	0.20	0.249	kWh
Propano	--	0.016	Kg
Outputs	<i>Unid</i>		
Azeite	1	1	L
Caroço	0.541	--	Kg/Lazeite
Bagaço Húmido	4.582	--	L/azeite
Bagaço Seco	--	3.322	L/Lazeite
Águas Ruças	7.258	6.017	L/Lazeite

4.3. Avaliação do Impacte do Ciclo de Vida do Azeite

4.3.1. Indicadores

Os indicadores incidem sobre os aspetos ambientais do ciclo de vida e permitem avaliar o impacte do produto, sendo estudados no âmbito da ACV. Existem diferentes indicadores, dependendo da sua ponderação e do objetivo da análise. Para o caso de estudo, os indicadores avaliados correspondem ao sistema *midpoint* e foram ao encontro dos sugeridos pelo EPD (2014), e segundo Goedkoop, Oele, & Vieira, (2008):

- Alterações climáticas – Está relacionada com as emissões de gases de efeitos de estufa para a atmosfera. Estas emissões podem resultar de efeitos adversos sobre a saúde humana e dos ecossistemas. A unidade usada por este indicador é o kg CO₂ Equivalente.

- Acidificação terrestre - É expressa em relação do efeito acidificante que causa nos ecossistemas terrestres e aquáticos. As emissões ácidas podem causar impactos sobre os solos, águas subterrâneas e superficiais, nos organismos, ecossistemas, edifícios, etc. Estas emissões são sobretudo de dióxido de enxofre (SO₂), mas também de ácido nítrico (HNO₃), ácido sulfúrico (H₂SO₄), ácido clorídrico (HCl), entre outros. Este indicador é expresso em kg de SO₂ equivalente.

- Depleção do ozono estratosférico – A depleção do ozono tem efeitos perigosos na saúde humana e para todos os ecossistemas pois uma grande quantidade de radiação ultravioleta chega à superfície terrestre. Esta é provocada por hidrocarbonetos que contenham bromo, fluor e cloro (halogenados). Este indicador é avaliado em kg de CFCs equivalente.

- Potencial de criação de ozono fotoquímico (PCOF) – O PCOF indica a capacidade potencial de uma substância orgânica produzir ozono. Estas substâncias são prejudiciais à saúde humana e aos ecossistemas, podendo também danificar culturas. Quando existe níveis elevados de PCOF dá-se o chamado *Smog*. Este é provocado principalmente pelo NO_x e de compostos orgânicos voláteis (COVs). Este indicador vem expresso em kg de eteno equivalente.

- Potencial de eutrofização – Este indicador inclui todos os impactos de níveis excessivos de nutrientes no ambiente. Este pode ser causado pelas emissões de nutrientes para o ar, água e solo. O potencial de eutrofização baseia-se no procedimento de Heijungs e é expresso em kg de fosfato equivalente.

- Ocupação terrestre⁵ - A ocupação terrestre é baseada na metodologia Ecosystem Damage Potential (EDP) e tem impacto sobre a diversidade de espécies. Este é resultado de qualquer ocupação do solo por parte do Homem, como de construção. Este indicador é expresso em metros quadrados por ano.

Estes indicadores foram apurados por duas ponderações diferentes, dependendo do documento de referência para o cálculo do indicador, sendo que nos três primeiros indicadores foram aplicados os métodos propostos pelo ReCiPe (Goedkoop, Heijungs, Huijbregts, Schryver, Struijs, & Zelm, 2009), as duas

⁵ O software GaBi, não intitula a categoria Uso da terra por esse nome, denominando-o como Ocupação terrestre.

seguintes pelo CML e a última por uma ponderação dada pelo software, denominada como Land Uses. Todos estes indicadores foram calculados por intermédio do software GaBi.

Para uma mais fácil interpretação, os resultados são apresentados por divisão de subsistemas, agrícola e do lagar, sendo posteriormente agregados em cenários que combinam os diferentes casos de estudo.

Como forma de permitir a comparação entre indicadores com unidades diversas foi construído um gráfico de tipo radar e fixou-se os valores de F2 em 100%, dividindo os restantes valores das outras explorações pelos valores de F2, como é demonstrado pelo exemplo:

$$\% = \frac{ValorF1}{ValorF2} * 100$$

Isto foi feito para que se perceba melhor as diferenças de resultados entre as explorações.

5. Resultados

5.1. Apresentação dos Resultados

Os dados obtidos serão, numa primeira fase, apresentados atendendo à sua expressão em diferentes subsistemas (produção de azeitona e extração do azeite), sendo posteriormente interpretados, utilizando uma agregação com base nos indicadores de *midpoints*, anteriormente apresentados, fazendo uma análise para o conjunto de processos que compõem o sistema cradle-to-gate do azeite.

Pelos motivos anteriormente avançados, ambos os subsistemas partem de unidades funcionais diferenciadas, nomeadamente o Kg de Azeitona para o subsistema agrícola e o Litro de Azeite para o subsistema Lagar, sendo que ambas encontram correspondência em função da produtividade do lagar, que nos casos de estudo analisados corresponde a: 6,62 kg de Azeitona por litro de Azeite no caso do 2P e 5,22 kg de Azeitona por litro de Azeite no caso do 3P. Como seria expectável, estas diferenças na produtividade irão repercutir no desempenho ambiental expresso para ambos os cenários e medido por intermédio dos indicadores de *midpoint*.

Como referido anteriormente, os indicadores avaliados foram ao encontro dos sugeridos pelo EPD (2014), sendo eles:

- alterações climáticas,
- acidificação terrestre,
- depleção do ozono estratosférico,
- potencial de criação de ozono fotoquímico,
- potencial de eutrofização e,
- ocupação terrestre.

5.1.1. Subsistema Agrícola

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos relativamente ao ACV da fase de cultivo. De um modo geral, pode observar-se que, embora a F3 seja em termos de área a exploração agrícola de maiores dimensões, como referido anteriormente, a exploração F2 é a que apresenta maiores impactes ambientais por unidade funcional em quase todos os indicadores avaliados (quatro de seis indicadores avaliados).

Fazendo uma análise por indicadores, começando pelas alterações climáticas, podemos constatar que a F2 tem um impacte muito superior do que as restantes (mais do dobro), enquanto F3 emitem apenas mais 0.01kg CO₂ equiv. por litros do que F1.

No indicador seguinte, Acidificação Terrestre, aparece novamente a exploração F2 como sendo a que apresenta um valor de impacte mais elevado, seguida pela F3, que tem um impacte pouco um menor e em último, com uma diferença considerável F1.

Relativamente ao PCOF aparece surpreendentemente F1 como sendo exploração com mais impacte. Em relação à Depleção de Ozono, F2 volta novamente a aparecer destacada em primeiro lugar, seguida de F1 e F3 respetivamente, havendo uma diferença de 0.82E-12kg CFC-11 Eq por litro.

No indicador Potencial de Eutrofização, F2 continua a ser a exploração com maior impacto, mas aqui F3 surge em segundo.

Finalmente na Ocupação Terrestre aparece F3 como sendo a exploração com mais impacte.

Tabela 3 - Resultados Subsistema Agrícola

	F1	F2	F3
Alterações Climáticas (kg CO ₂ -Equiv)	0,27	0,663	0,28
Acidificação Terrestre (kg SO ₂ - Equiv)	8,45E-04	1,85E-03	1,60E-03
Potencial de Criação de Ozono Fotoquímico (kg Ethene-Equiv)	2,23E-04	1,78E-04	1,56E-04
Depleção do Ozono (kg CFC-11- Equiv)	2,14E-12	5,00E-12	1,32E-12
Potencial de Eutrofização (kg Phosphate- Equiv)	1,95E-04	5,83E-04	3,42E-04
Ocupação terrestre (m ² *a)	9,39E-03	1,34E-02	1,61E-02

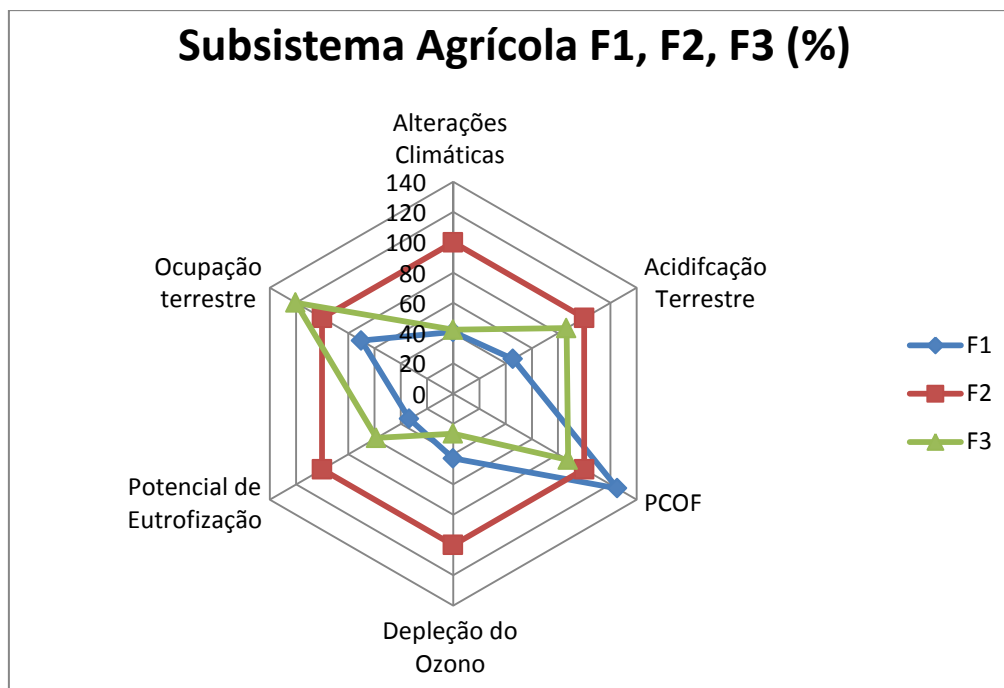


Figura 5 - Resultados Subsistema Agrícola (%)

5.1.2. Subsistema do Lagar

A tabela 4 representa os resultados da fase do lagar. Fazendo uma análise geral, os valores aqui obtidos estão muito próximos, embora 3P tenha valores superiores em todos os indicadores comparativamente a 2P. Numa análise por indicador e fazendo a comparação entre lagares, podemos constatar que, em relação às Alterações Climáticas, a diferença entre lagares é cerca de 0.102kg de CO₂ equiv por litro de azeite. Na Acidificação Terrestre aparece novamente o 3P como sendo o lagar que mais impacte ambiental causa, da mesma forma como em relação ao PCOF, Depleção do Ozono, Potencial de Eutrofização e da Ocupação Terrestre.

Tabela 4 - Resultados Subsistema Lagar

	2P	3P
Alterações Climáticas (kg CO ₂ -Equiv)	0,787	0,889
Acidificação Terrestre (kg SO ₂ - Equiv)	2,90E-03	3,14E-03
Potencial de Criação de Ozono Fotoquímico (kg Ethene- Equiv)	-4,49E-04	-4,21E-04
Depleção do Ozono (kg CFC-11- Equiv)	6,96E-11	7,42E-11
Potencial de Eutrofização (kg Phosphate- Equiv)	5,48E-04	5,77E-04
Ocupação terrestre (m ² *a)	3,55E-03	4,12E-03

Em seguida foi construído um gráfico tipo radar, utilizando 3P como referencial. Aqui é possível constatar que o 2P aparece como um lagar que apresenta maiores valores de impacto medidos pelo indicador PCOF.

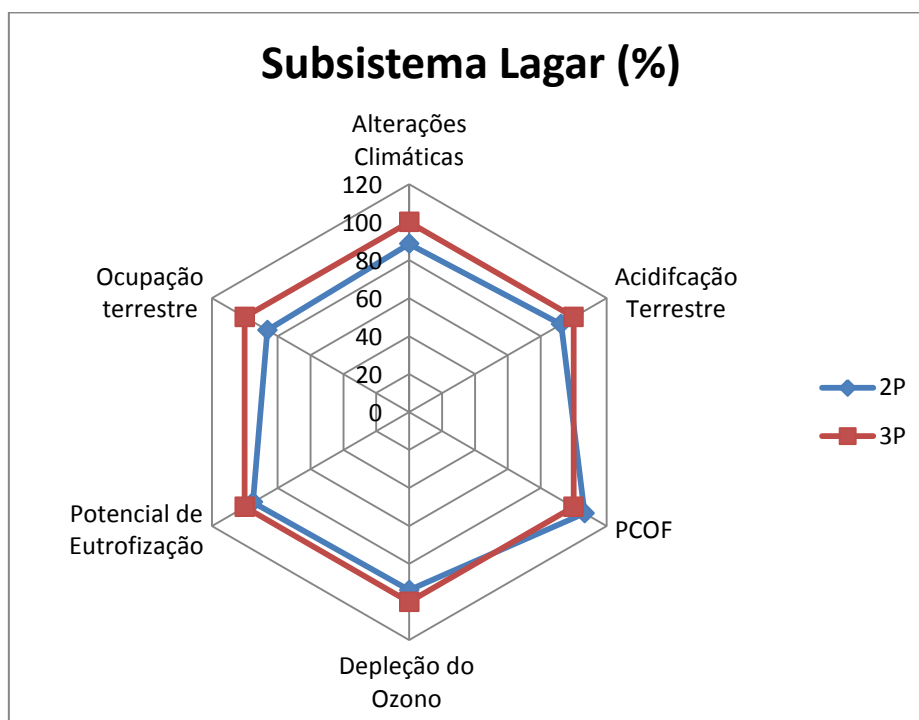


Figura 6 - Resultados Subsistema Lagar (%)

5.2. Cenários

Por forma a analisar potenciais interações entre os diferentes subsistemas que formam o sistema *cradle to gate*, foram realizados cenários, onde são feitas as ligações F2-2P, F2-3P, F1-2P, F1-3P, F3-2P e F3-3P.

Para compreender esta interação entre ambos os subsistemas devemos ter em linha de conta os seguintes aspetos:

- O subsistema agrícola pressupõe uma consolidação de dados em função da produtividade média em kg de Azeitona, pelo que os resultados anteriormente apresentados refletem a necessária afetação de recursos para esse processo. O mesmo acontecendo com a unidade Litros de Azeite para as atividades do subsistema Lagar.

- No entanto, quando combinados ambos os subsistemas, a intensidade do impacto ambiental, medida nos indicadores de *midpoint*, irá incorporar um fator de produtividade, menor no lagar 2P que no lagar 3P, razão pela qual, para a mesma produtividade final, em litros de azeite, os valores relativos do subsistema agrícola serão afetados diferenciadamente pelas diferenças nos fatores de conversão de azeitona em azeite nos dois lagares⁶. Por esse motivo, os cenários com 2P apresentam valores de impacto superiores para as mesmas atividades correspondentes ao subsistema agrícola (em todos os casos de estudo).

- Já do ponto de vista do subsistema lagar, os resultados não sofrem alteração face à leitura individualizada desta etapa do ciclo de vida, pois a unidade de referência é mantida.

Pode dizer-se que este resultado era esperado pois a produção agrícola F2 era, como apresentado anteriormente, a que tinha valores mais altos comparativamente às outras duas explorações,

Na tabela 5 são apresentados os resultados para os indicadores de análise de impacto (*midpoint*) sendo que, de entre os cenários apresentados, o F2-2P, é o que se afigura como mais elevado para um mais amplo número de indicadores. Por essa razão é considerado o cenário base para a análise dos resultados do modelo cradle to gate.

Tabela 5 - Resultados Finais

	F2 - 2P	F2 - 3P	F1 - 2P	F1 - 3P	F3 - 2P	F3 - 3P
Alterações Climáticas (kg CO2-Equiv)	5,34	4,55	2,65	2,39	2,73	2,45
Acidificação Terrestre (kg SO2- Equiv)	0,0156	0,0134	0,0087	0,0078	0,0139	0,0120
Potencial de Criação de Ozono Fotoquímico (kg Ethene- Equiv)	7,08E-04	5,11E-04	1,02E-03	7,60E-04	5,60E-04	3,92E-04
Depleção do Ozono (kg CFC-11- Equiv)	1,038E-10	1,018E-10	8,43E-11	8,61E-11	7,87E-11	8,159E-11
Potencial de Eutrofização (kg Phosphate- Equiv)	0,005	0,004	0,002	0,002	0,003	0,002
Ocupação terrestre (m2*a)	0,0967	0,0792	0,069	0,0569	0,115	0,0936

⁶ O lagar 2P necessita de mais 1.4kg de azeitona para produzir um litro de azeite do que o lagar 3P

A figura 7 apresenta os valores relativos para os mesmos indicadores em gráfico tipo radar, sendo o cenário F2-2P usado como base.

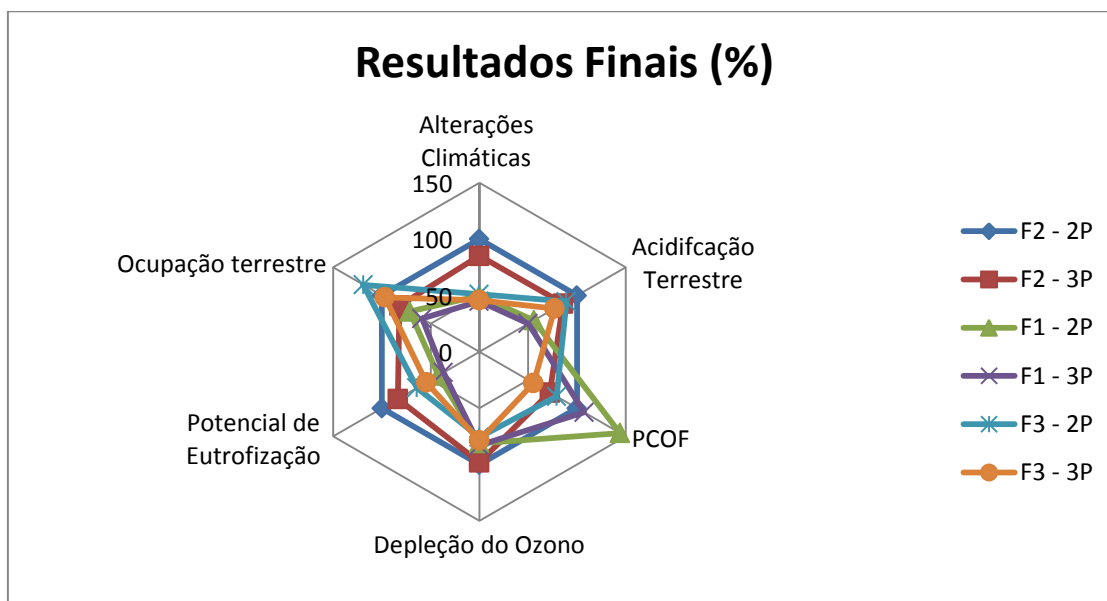


Figura 7 - Resultados Finais (%)

Como anteriormente referido, foi feita uma análise mais detalhada a cada parâmetro estudado, os resultados foram os seguintes:

Alterações Climáticas

Para este indicador, as principais atividades responsáveis pela ocorrência de valores elevados no âmbito do sistema em análise são o consumo direto de combustíveis fósseis e indireto motivado pelo fabrico da embalagem (figura 8 e tabela 6). O consumo direto de combustível é mais elevado no processo de fertilização, razão pela qual este processo surge com uma maior contribuição para este indicador. Como visto anteriormente, os cenários com valores mais elevados são os que contêm a exploração agrícola F2 (F2-2P e F2-3P, respectivamente). Nestes cenários, a produção de fertilizantes tem um elevado peso na contribuição para as alterações climáticas, representado aproximadamente 50% do valor total apresentado. Relativamente aos cenários que envolvem o F1, F1-2P e F1-3P, o processo com maior impacto é a produção de embalagens. Finalmente, nos processos envolvendo o F3, verificamos que o processo que se destaca neste indicador é o Outros – Olival⁷, no entanto em ambos os casos, o impacto sobre as alterações climáticas é substancialmente inferior.

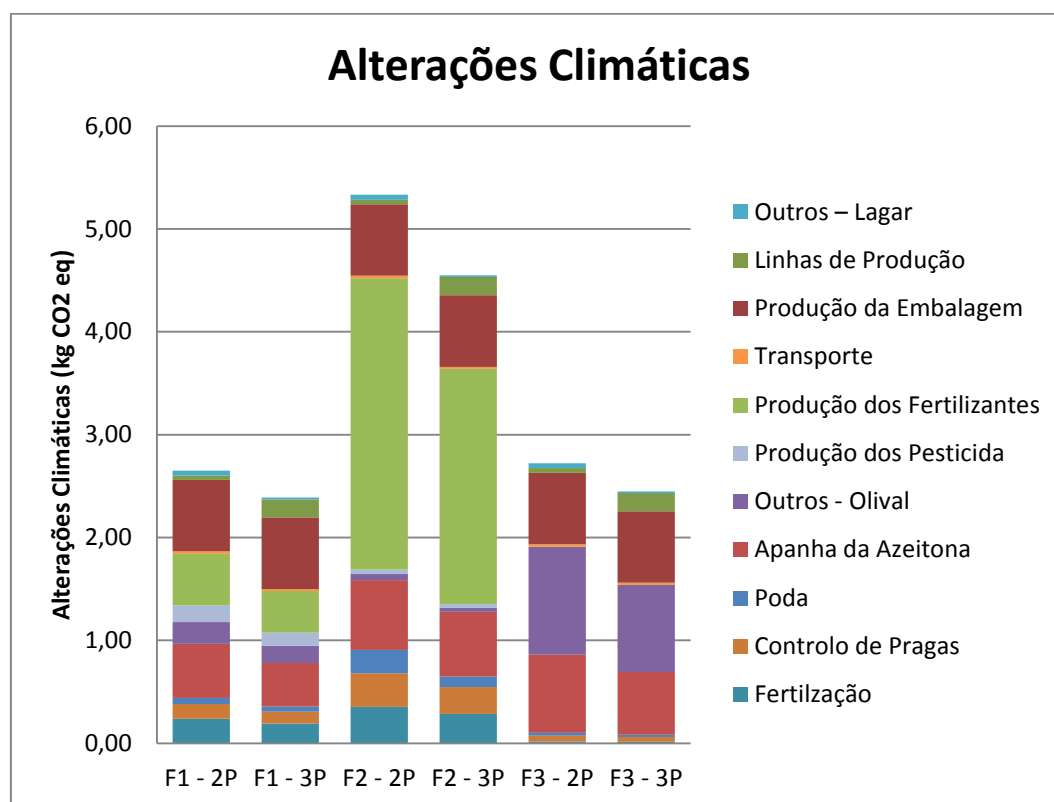


Figura 8 - Alterações Climáticas

⁷ Este processo é um conjunto de outros pequenos processos que, no caso de F3, representa maioritariamente a lavra. Este processo não foi separado como os demais, pois como a lavra é só praticada nesta última exploração e para não haver constantemente um processo vazio no resto dos cenários, foi decidido incluí-lo com o Outros – Olival.

Tabela 6 - Alterações Climáticas

	F1 - 2P	F1 - 3P	F2 - 2P	F2 - 3P	F3 - 2P	F3 - 3P
Olival						
<i>Fertilização</i>	0,24	0,19	0,35	0,29	0,02	0,01
<i>Controlo de Pragas</i>	0,14	0,12	0,33	0,26	0,06	0,05
<i>Poda</i>	0,06	0,05	0,23	0,10	0,03	0,02
<i>Apanha da Azeitona</i>	0,53	0,42	0,68	0,63	0,76	0,61
<i>Outros - Olival</i>	0,21	0,17	0,06	0,04	1,05	0,85
<i>Produção dos Pesticida</i>	0,16	0,13	0,04	0,03	0,00	0,00
<i>Produção dos Fertilizantes</i>	0,50	0,40	2,83	2,29	0,00	0,00
Subtotal	1,84	1,48	4,52	3,64	1,91	1,54
<i>Transporte</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Lagar						
<i>Produção da Embalagem</i>	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
<i>Linhas de Produção</i>	0,04	0,18	0,04	0,18	0,04	0,18
<i>Outros - Lagar</i>	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02
Subtotal	0,79	0,89	0,79	0,89	0,79	0,89
TOTAL	2,65	2,39	5,33	4,55	2,72	2,45

Depleção do Ozono

Os resultados obtidos mostram que os processos que apresentam maiores contribuições para este indicador correspondem principalmente à produção das embalagens, pois é o processo que tem maior emissão dos compostos halogenados. Os fertilizantes aparecem com algum impacto nos cenários F1 e F2, pois o tipo de combustível utilizado aqui, cria gases com efeito de depleção de ozono. Neste caso é evidente a importância dos processos relacionados com o fabrico a montante dos casos de estudo. Assim, são os cenários com um modelo de agricultura tradicional F2-2P, F2-3P, F1-3P e F1-2P, os que assumem a liderança nesta categoria de impacto, por oposição os cenários F3-3P e F3-2P onde não são necessários estes tipos de produto, por integrarem uma exploração agrícolas assente num modelo de produção biológica.

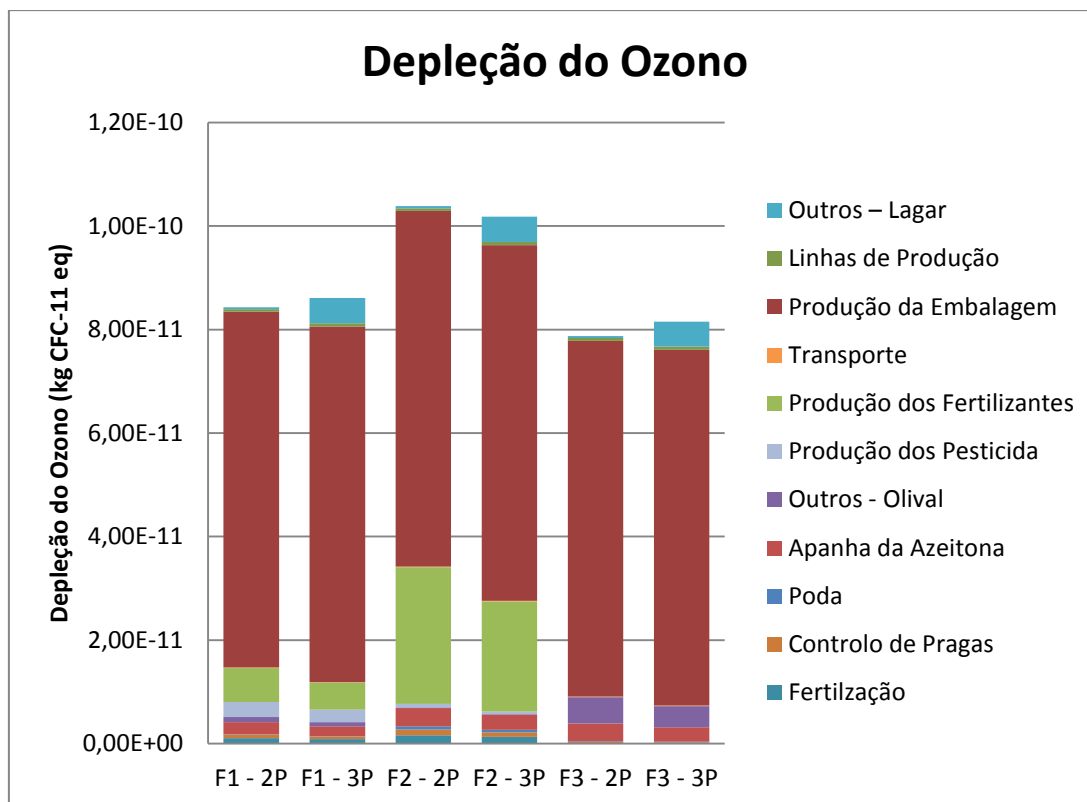


Figura 9 - Depleção do Ozono

Tabela 7 - Depleção do Ozono

	F1 - 2P	F1 - 3P	F2 - 2P	F2 - 3P	F3 - 2P	F3 - 3P
Olival						
<i>Fertilização</i>	1,09E-12	8,75E-13	1,61E-12	1,30E-12	8,00E-14	6,44E-14
<i>Controlo de Pragas</i>	6,52E-13	5,25E-13	1,12E-12	9,00E-13	2,61E-13	2,10E-13
<i>Poda</i>	4,12E-14	3,32E-14	6,21E-13	5,00E-13	1,30E-13	1,05E-13
<i>Apanha da Azeitona</i>	2,39E-12	1,93E-12	3,55E-12	2,86E-12	3,44E-12	2,77E-12
<i>Outros - Olival</i>	9,57E-13	8,07E-13	1,21E-13	1,30E-13	5,10E-12	4,10E-12
<i>Produção dos Pesticida</i>	2,95E-12	2,37E-12	6,58E-13	5,30E-13	0	0
<i>Produção dos Fertilizantes</i>	6,52E-12	5,26E-12	2,64E-11	2,13E-11	0	0
Subtotal	1,46E-11	1,18E-11	3,41E-11	2,75E-11	9,01E-12	7,25E-12
<i>Transporte</i>	1,19E-13	9,55E-14	1,19E-13	9,55E-14	1,19E-13	9,55E-14
Lagar						
<i>Produção da Embalagem</i>	6,87E-11	6,87E-11	6,87E-11	6,87E-11	6,87E-11	6,87E-11
<i>Linhas de Produção</i>	5,12E-13	6,39E-13	5,12E-13	6,39E-13	5,12E-13	6,39E-13
<i>Outros -Lagar</i>	3,88E-13	4,86E-12	3,88E-13	4,86E-12	3,88E-13	4,86E-12
Subtotal	6,96E-11	7,42E-11	6,96E-11	7,42E-11	6,96E-11	7,42E-11
TOTAL	8,43E-11	8,61E-11	1,04E-10	1,02E-10	7,87E-11	8,15E-11

Acidificação Terrestre

Como apresentado anteriormente, a acidificação terrestre e aquática é gerada através de emissões de azoto (N) e enxofre (S). Neste caso de estudo, estas substâncias são emitidos para a atmosfera na forma de óxidos de azoto (NO_x) e dióxido de enxofre (SO_2), provocados pelo consumo de combustível e o uso dos fertilizantes, o que justifica as diferenças presentes nos resultados. Assim, pode-se constatar que, motivado por diferentes consumos, os processos apresentam maiores ou menores impactos, o que resulta num gráfico com diferentes resultados, dependendo do cenário.

Os cenários que incluem F2, tem como principal causador deste impacto a Apanha da azeitona, sendo este o processo onde o uso de combustíveis fósseis assume maior intensidade, sendo o cenário F2-2P o que apresenta um valor mais elevado. No caso dos valores obtidos em F3-2P, estes são próximos do F2-2P, sendo as principais atividades responsáveis por estes resultados, comum às F3, a Outros – Olival e a Apanha da Azeitona. Em seguida aparece F2-3P e F3-3P, as diferenças face aos cenários anteriores estão relacionados com as diferenças na produtividade dos lagares. Finalmente, os cenários com F1 (F1-2P e F1-3P) são os que apresentam um menor impacto nesta categoria, com um maior importância relativa das atividades de produção da embalagem e apanha da azeitona têm valores da mesma ordem.

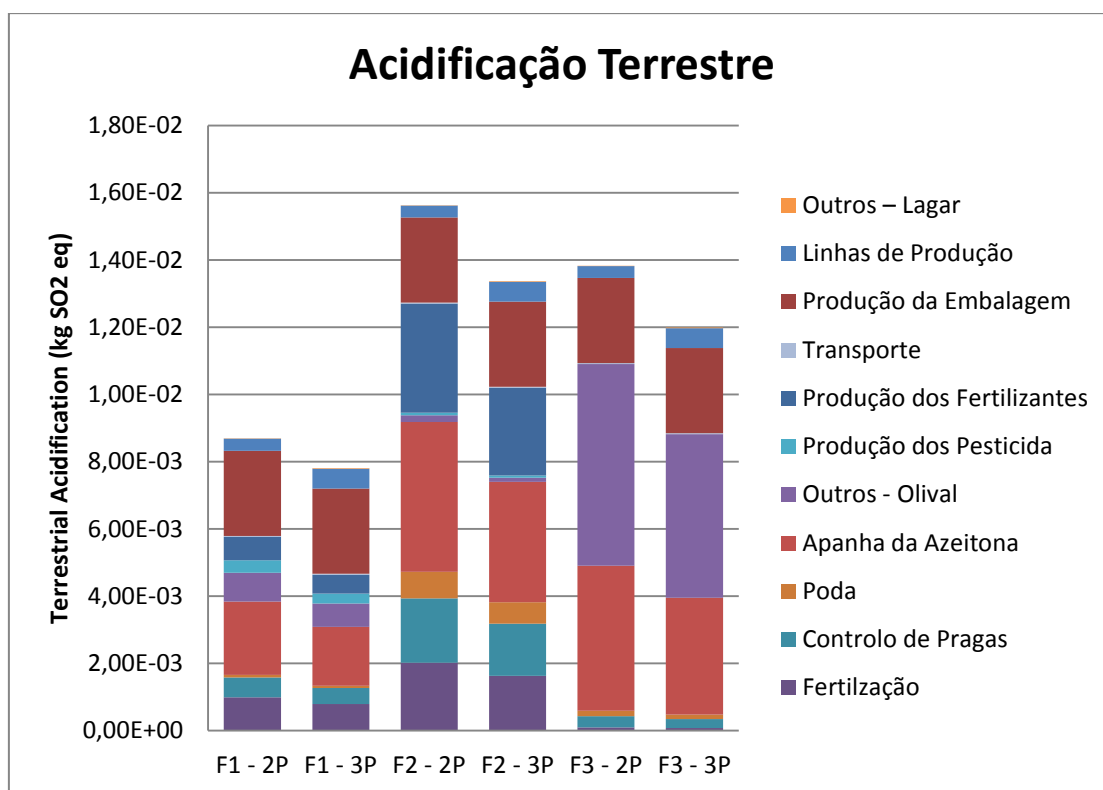


Figura 10 - Acidificação Terrestre

Tabela 8 - Acidificação Terrestre

	F1 - 2P	F1 - 3P	F2 - 2P	F2 - 3P	F3 - 2P	F3 - 3P
Olival						
<i>Fertilização</i>	9,88E-04	7,95E-04	2,02E-03	1,64E-03	1,00E-04	8,06E-05
<i>Controlo de Pragas</i>	5,92E-04	4,77E-04	1,92E-03	1,55E-03	3,27E-04	2,64E-04
<i>Poda</i>	8,11E-05	6,53E-05	7,86E-04	6,33E-04	1,64E-04	1,32E-04
<i>Apanha da Azeitona</i>	2,18E-03	1,75E-03	4,46E-03	3,59E-03	4,32E-03	3,48E-03
<i>Outros - Olival</i>	8,62E-04	6,94E-04	1,97E-04	1,22E-04	5,99E-03	4,86E-03
<i>Produção dos Pesticida</i>	3,68E-04	2,97E-04	7,87E-05	6,35E-05	0	0
<i>Produção dos Fertilizantes</i>	6,94E-04	5,59E-04	3,24E-03	2,61E-03	0	0
Subtotal	5,76E-03	4,64E-03	1,27E-02	1,02E-02	1,09E-02	8,82E-03
<i>Transporte</i>	3,33E-05	2,69E-05	3,33E-05	2,69E-05	3,33E-05	2,69E-05
Lagar						
<i>Produção da Embalagem</i>	2,53E-03	2,53E-03	2,53E-03	2,53E-03	2,53E-03	2,53E-03
<i>Linhas de Produção</i>	3,57E-04	5,89E-04	3,57E-04	5,89E-04	3,57E-04	5,89E-04
<i>Outros -Lagar</i>	2,51E-06	2,09E-05	2,51E-06	2,09E-05	2,51E-06	2,09E-05
Subtotal	2,89E-03	3,14E-03	2,89E-03	3,14E-03	2,89E-03	3,14E-03
TOTAL	8,68E-03	7,81E-03	1,56E-02	1,34E-02	1,38E-02	1,20E-02

Potencial de Criação do Ozono Fotoquímico

Os resultados mostram que existe valores negativos do PCOF em algumas atividades, como no caso do fabrico de embalagens e outros-lagar. Estes são causados pela divisão dos dados relativos às emissões de NO_x em dois tipos de emissões: dióxido de azoto (NO_2) e monóxido de azoto (NO). Neste contexto, e segundo o manual do GaBi (PEInternational, GaBi Manual, 2012), o monóxido de azoto tem efeito negativo no PCOF, já que reduz a formação deste por recombinação com o ozono presente na atmosfera. Para além disso, este indicador identifica sobretudo a queima praticada no processo da Poda⁸ como um processo com maior impacte. Sendo que F1 tem uma poda mais frequente que as restantes, vemos que é a exploração com valores mais elevados no processo da Poda, logo tem os maiores impactes ambientais. Igualmente relevantes são os resultados obtidos para a apanha da azeitona nos diferentes casos de estudo do subsistema agrícola, que no entanto, apresentam, para qualquer dos cenários valores acumulados menores para este indicador.

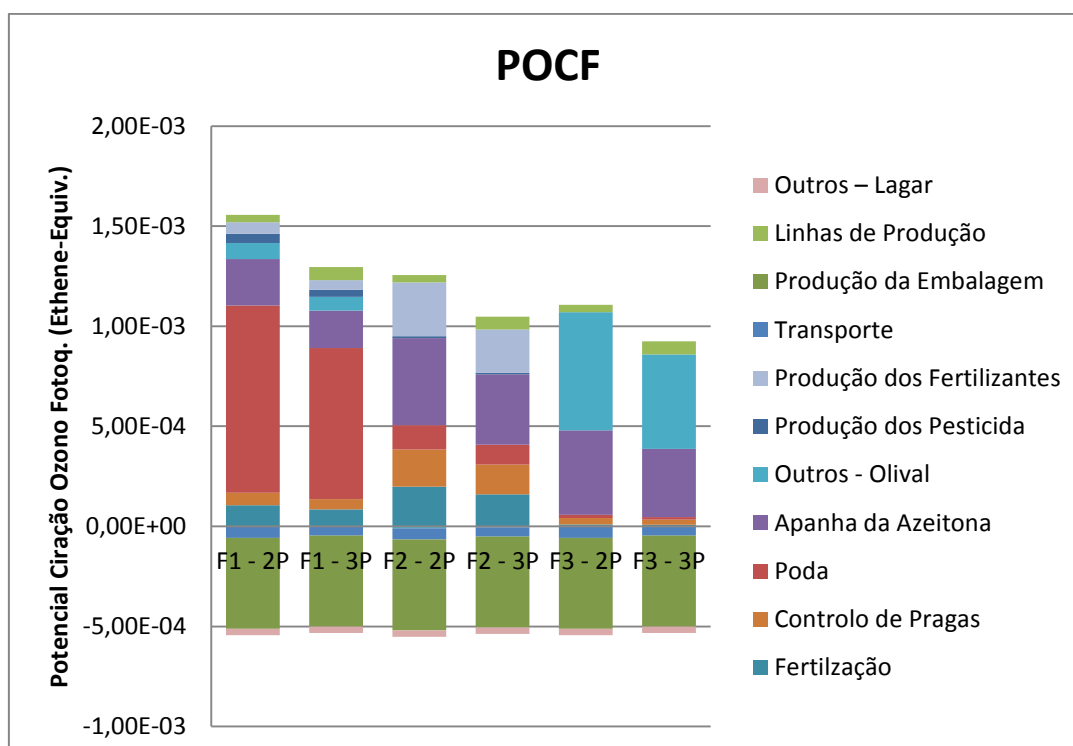


Figura 11 – Potencial de Criação do Ozono Fotoquímico

⁸ Este processo aqui é realizado em todos os olivais, varia a frequência e o destino final. Na F3 esta é aproveitada para a compostagem.

Tabela 9 - Potencial de Criação do Ozono Fotoquímico

	F1 - 2P	F1 - 3P	F2 - 2P	F2 - 3P	F3 - 2P	F3 - 3P
Olival						
<i>Fertilização</i>	1,05E-04	8,48E-05	1,98E-04	1,60E-04	9,79E-06	7,89E-06
<i>Controlo de Pragas</i>	6,31E-05	5,08E-05	1,85E-04	1,49E-04	3,21E-05	2,58E-05
<i>Poda</i>	9,36E-04	7,55E-04	1,22E-04	9,91E-05	1,60E-05	1,29E-05
<i>Apanha da Azeitona</i>	2,32E-04	1,87E-04	4,36E-04	3,52E-04	4,23E-04	3,40E-04
<i>Outros - Olival</i>	8,02E-05	6,90E-05	-8,79E-06	-5,45E-06	5,89E-04	4,72E-04
<i>Produção dos Pesticida</i>	4,49E-05	3,62E-05	9,49E-06	7,64E-06	0	0
<i>Produção dos Fertilizantes</i>	5,87E-05	4,73E-05	2,68E-04	2,16E-04	0	0
Subtotal	1,52E-03	1,23E-03	1,21E-03	1,07E-03	9,78E-04	8,59E-04
<i>Transporte</i>	-5,734E-05	-4,62E-05	-5,674E-05	-5,734E-05	-4,62E-05	-4,62E-05
Lagar						
<i>Produção da Embalagem</i>	-4,54E-04	-4,54E-04	-4,54E-04	-4,54E-04	-4,54E-04	-4,54E-04
<i>Linhas de Produção</i>	3,69E-05	6,50E-05	3,69E-05	6,50E-05	3,69E-05	6,50E-05
<i>Outros -Lagar</i>	-3,19E-05	-3,20E-05	-3,19E-05	-3,20E-05	-3,19E-05	-3,20E-05
Subtotal	-4,49E-04	-4,21E-04	-4,49E-04	-4,21E-04	-4,49E-04	-4,21E-04
TOTAL	1,01E-03	7,63E-04	7,04E-04	5,11E-04	5,64E-04	3,92E-04

Potencial de Eutrofização

Os resultados obtidos neste indicador, mostram que é novamente os cenários com F2 (F2-2P e F2-3P), que apresentam um impacte mais elevado. Aqui neste parâmetro é a produção de fertilizante, em particular, do nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), o principal responsável por este resultado. Já nos cenários com F3 (F3-2P e F3-3P) é o processo Outros-Olival (em particular pela lavra) o que apresenta um maior impacte nesta categoria. Também é possível constatar que os cenários de F1 são os de menor impacto, o que deverá estar relacionado com o tamanho da exploração, que sendo mais pequena e, permite uma maior eficiência nas deslocação no interior da mesma.

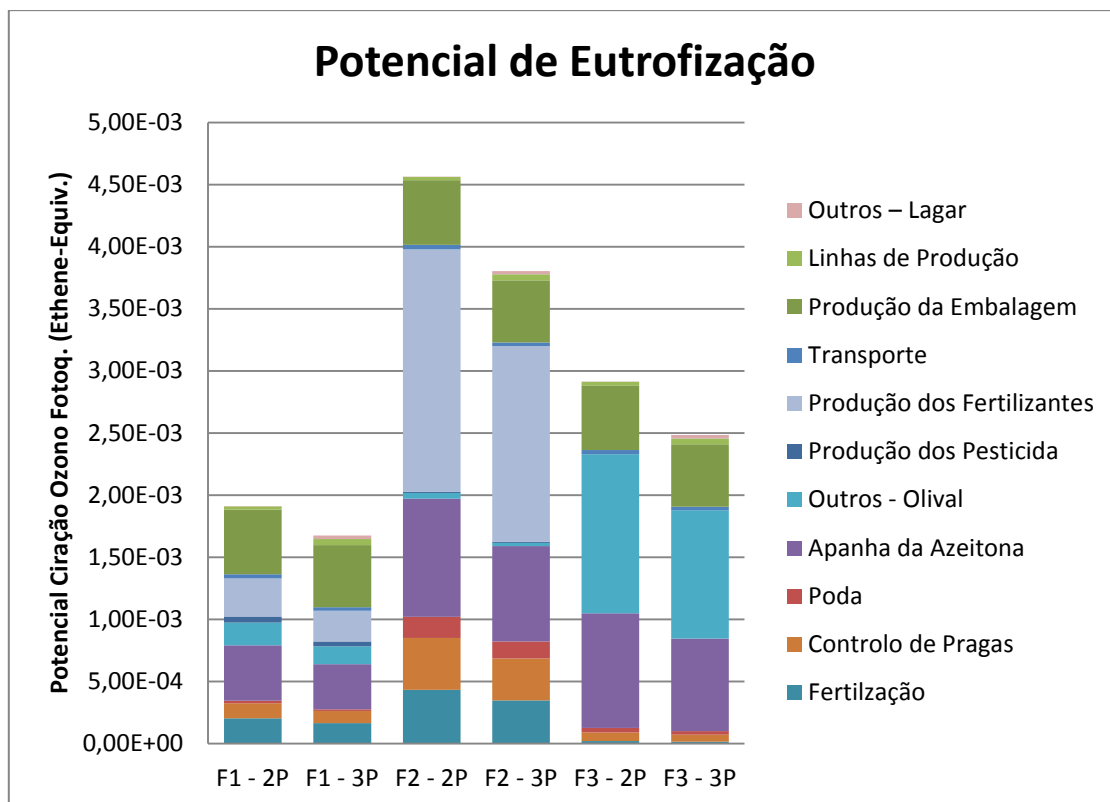


Figura 12 - Potencial de Eutrofização

Tabela 10 - Potencial de Eutrofização

	F2 - 2P	F2 - 3P	F3 - 2P	F3 - 3P	F1 - 2P	F1 - 3P
Olival						
<i>Fertilização</i>	2,04E-04	1,64E-04	4,32E-04	3,48E-04	2,13E-05	1,73E-05
<i>Controlo de Pragas</i>	1,23E-04	9,85E-05	4,20E-04	3,38E-04	6,99E-05	5,63E-05
<i>Poda</i>	1,82E-05	1,46E-05	1,68E-04	1,36E-04	3,49E-05	2,82E-05
<i>Apanha da Azeitona</i>	4,48E-04	3,61E-04	9,52E-04	7,67E-04	9,23E-04	7,43E-04
<i>Outros - Olival</i>	1,82E-04	1,45E-04	4,62E-05	2,65E-05	1,28E-03	1,04E-03
<i>Produção dos Pesticida</i>	4,91E-05	3,96E-05	1,01E-05	8,11E-06	0	0
<i>Produção dos Fertilizantes</i>	3,06E-04	2,46E-04	1,95E-03	1,58E-03	0	0
Subtotal	1,33E-03	1,07E-03	3,98E-03	3,20E-03	2,33E-03	1,88E-03
<i>Transporte</i>	3,45E-05	2,78E-05	3,45E-05	2,78E-05	3,45E-05	2,78E-05
Lagar						
<i>Produção da Embalagem</i>	5,20E-04	5,01E-04	5,20E-04	5,01E-04	5,20E-04	5,01E-04
<i>Linhas de Produção</i>	2,61E-05	4,78E-05	2,61E-05	4,78E-05	2,61E-05	4,78E-05
<i>Outros -Lagar</i>	1,56E-06	2,82E-05	1,56E-06	2,82E-05	1,56E-06	2,82E-05
Subtotal	5,48E-04	5,77E-04	5,48E-04	5,77E-04	5,48E-04	5,77E-04
TOTAL	1,91E-03	1,67E-03	4,56E-03	3,80E-03	2,91E-03	2,48E-03

Ocupação terrestre

Os resultados aqui obtidos expressam a intensidade na ocupação do solo para a produção de azeite. No contexto dos cenários em análise, este indicador reflete com particular significado a relação existente entre extração e refinação de combustíveis e o uso do solo necessário a estas atividades, muitas vezes distantes dos casos de estudo.

Assim, os cenários com atividades onde se regista um maior consumo de combustível, em particular no subsistema agrícola são os que assumem um maior impacte nesta categoria. Por essa razão o cenário F3-2P é o que apresenta uma maior intensidade neste indicador, logo seguido pelo F2-2P. Novamente, nos cenários com F3, são sobretudo os processos Outros-Olival e a Apanha da Azeitona que contribuem com maior impacte. Nos cenários com F2, é mais uma vez a Apanha de Azeitona o processo que mais contribui para a ocupação terrestre, em virtude do uso de combustível. Finalmente, os cenários F1-2P e F1-3P também têm a Apanha da Azeitona, como o processo com maior impacte. As diferenças existentes entre cenários com o mesmo caso de estudo de referência para o subsistema agrícola estão principalmente relacionadas com a produtividade dos lagares (subsistema lagar) (Figura 13 e Tabela 11).

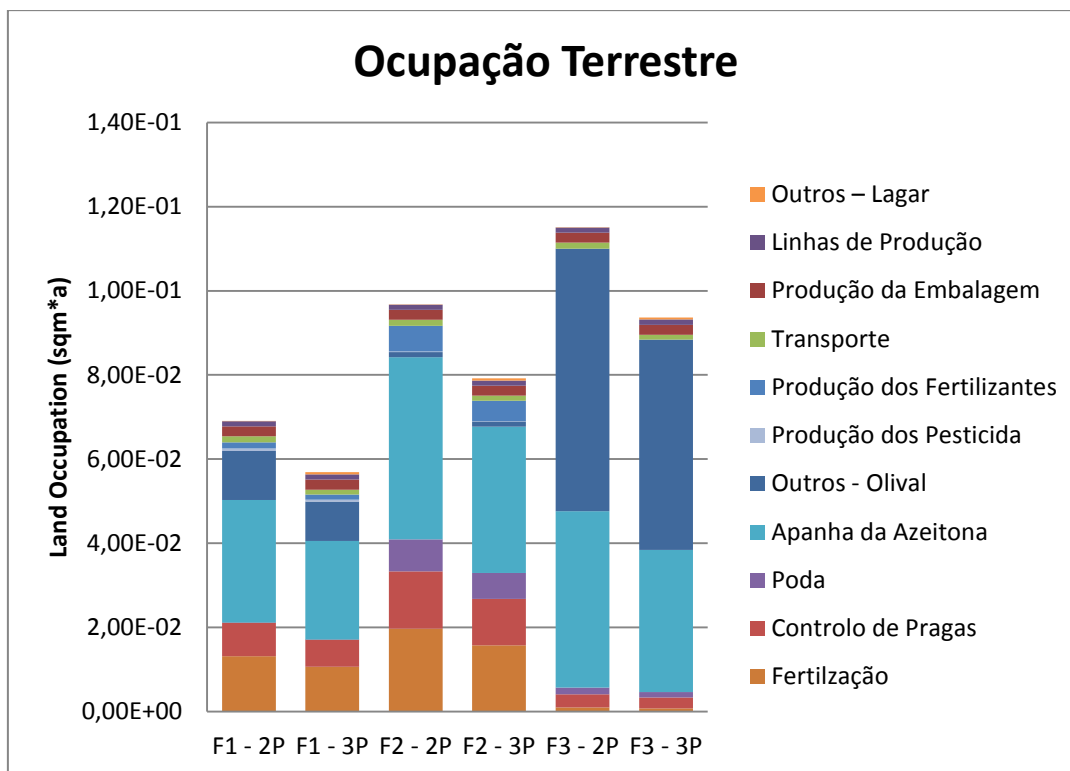


Figura 13 - Ocupação Terrestre

Tabela 11 - Ocupação Terrestre

	F1 - 2P	F1 - 3P	F2 - 2P	F2 - 3P	F3 - 2P	F3 - 3P
Olival						
<i>Fertilização</i>	1,32E-02	1,07E-02	1,97E-02	1,58E-02	9,74E-04	7,85E-04
<i>Controlo de Pragas</i>	7,94E-03	6,40E-03	1,36E-02	1,10E-02	3,18E-03	2,56E-03
<i>Poda</i>	5,03E-05	4,05E-05	7,61E-03	6,13E-03	1,59E-03	1,28E-03
<i>Apanha da Azeitona</i>	2,91E-02	2,34E-02	4,33E-02	3,48E-02	4,19E-02	3,38E-02
<i>Outros – Olival</i>	1,16E-02	9,40E-03	1,24E-03	1,19E-03	6,24E-02	5,00E-02
<i>Produção dos Pesticida</i>	5,77E-04	4,65E-04	1,44E-04	1,16E-04	0	0
<i>Produção dos Fertilizantes</i>	1,49E-03	1,20E-03	6,10E-03	4,86E-03	0	0
Subtotal	6,40E-02	5,16E-02	9,17E-02	7,39E-02	1,10E-01	8,84E-02
<i>Transporte</i>	1,44E-03	1,16E-03	1,44E-03	1,16E-03	1,44E-03	1,16E-03
Lagar						
<i>Produção da Embalagem</i>	2,37E-03	2,37E-03	2,37E-03	2,37E-03	2,37E-03	2,37E-03
<i>Linhas de Produção</i>	1,18E-03	1,24E-03	1,18E-03	1,24E-03	1,18E-03	1,24E-03
<i>Outros –Lagar</i>	2,90E-06	5,08E-04	2,90E-06	5,08E-04	2,90E-06	5,08E-04
Subtotal	3,55E-03	4,12E-03	3,55E-03	4,12E-03	3,55E-03	4,12E-03
TOTAL	6,90E-02	5,69E-02	9,67E-02	7,92E-02	1,15E-01	9,37E-02

6. Discussão dos Resultados e Conclusão

De uma forma geral, e comparando os resultados com outras AVCs, podemos verificar que os valores obtidos neste estudo se aproximam dos obtidos, por exemplo por Iraldo, Testa, & Bartolozzi (2014). Comparando também com os resultados percentuais das diferentes fases (agrícola e lagar) do estudo de Michalopoulos, *et al.*, (2011), verifica-se que existe uma aproximação dos resultados obtidos neste estudo.

O cenário que assume uma maior relevância para um maior número de categorias de impacto é o F2-2P. Isto deve-se principalmente à maior necessidade de azeitona no sistema 2P para produzir 1l de azeite, assim como aos impactos induzidos pela etapa F2. Genericamente, por esse mesmo motivo, os cenários de 2P surgem, para o mesmo referencial de subsistema agrícola, com maiores impactos do que os 3P. Por outro lado, quando individualizadas as explorações agrícolas foi possível constatar que a exploração F2 era a que causava mais impactos na maioria das categorias.

A baixa produtividade de F3 e a grande necessidade de combustíveis fazem com que esta apareça como sendo a segunda exploração com maiores impactos em três indicadores (Alterações climáticas, Acidificação terrestre e Potencial de Eutrofização) e a de impacto mais elevado na Ocupação terrestre. O facto de se praticar uma cultura biológica faz com que os impactos relativos à produção de fertilizantes e pesticidas sejam reduzidos, atenuando por essa via os impactos resultantes da menor produtividade desta exploração agrícola.

A baixa necessidade de recursos de F1 e uma maior produtividade de 3P (aproximadamente 0.187 l/kg de azeitona, enquanto 2P tem 0.151l/kg de azeitona), fazem com que este cenário seja o que obtenha menores valores de impactos em quase todos os indicadores avaliados, devendo por essa razão ser considerados com o referencial de menor impacto no presente estudo.

Uma outra conclusão retirada deste trabalho são os valores elevados dos processos de produção de embalagem e de fertilizantes, que têm um peso considerável em quase todos os cenários. Estes recursos são necessários ao sistema, no âmbito dos processos de produção e de comercialização, mas podem ser geridos

de modo a atenuar o seu impacto ambiental. No caso do uso de fertilizantes, estes podem assumir a forma de fertilizantes naturais, como no caso das práticas de cultura biológica. Já no caso das embalagens, estas podem assumir diversas formas (com diversos volumes) e utilizar diferentes materiais, pelo que o seu impacto poderá ser atenuado, em função da sua variação.

Em suma, esta dissertação e a metodologia aplicada, assente na utilização de uma ferramenta de análise de ciclo de vida, permitiu inferir as seguintes como principais conclusões:

- O subsistema agrícola assume uma maior relevância nos impactos identificados para os diferentes cenários, sendo que são em particular processos a montante desta etapa (eg. fabrico de combustíveis e fertilizantes) aqueles que têm um maior relação com o impacto gerado nestas actividades.

- Uma exploração biológica tem menos impactos ambientais em muitas das categorias de impacto, pela não utilização de fertilizantes e pesticidas,

- O NO_x é um dos principais causadores de impactos ambientais, nomeadamente a Acidificação Terrestre, Potencial de Criação de Ozono Fotoquímico e no Potencial de Eutrofização, sendo o uso de motores por combustão a sua principal fonte pelo que a sua redução passará por uso mais eficiente dos combustíveis ou pelo recurso a máquinas e veículos de menor consumo deste tipo de energia.

De futuro deverá procurar-se estender a análise para considerar:

- Cenários relativos a variações no domínio dos diferentes processos e materiais incorporados no processo, incluindo o uso de diferentes embalagens, entre outras variações na escolha de materiais e de energia;

- A consolidação de dados pela ampliação da sua recolha na sua dimensão temporal, recolhendo dados de análise para anos consecutivos, e pelo alargamento do volume de dados de fontes múltiplas;

- Reforço dos dados com origem no contexto específico português, o que está naturalmente dependente da atualização de bases de dados internacionais, para as quais poderão contribuir projetos como o EcoDEEP.

Referências Bibliográficas

- ISO 14044. (2006). *International Organization for Standardization*.
- Agricultura, M. d. (2009). *Recenseamento Agrícola*.
- Aires, C. (2007). *Contribuição para o Estudo da Aplicação de Subprodutos da Indústria de Extração de Azeite em Solos Agrícolas*. Lisboa.
- Camarsa, G., Gardner, S., Jones, W., Eldridge, J., & Hudson, T. (2010). Life among the olives. Comissão Europeia.
- EPD. (2014). *VIRGIN OLIVE OIL AND ITS FRACTIONS*.
- Feliciano, M., Maia, F., & Gonçalves, A. (2013). An Analysis of Eco-efficiency and GHG Emission of Olive Oil Production in Northeast of Portugal.
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., Schryver, A. D., Struijs, J., & Zelm, R. v. (2009). *ReCiPe 2008*.
- Goedkoop, M., Oele, M., & Vieira, M. (2008). *SimaPro Database Manual*.
- Iraldo, F., Testa, F., & Bartolozzi, I. (2014). An application of Life Cycle Assessment (LCA) as a green marketing tool for agricultural products: the case of extra-virgin olive oil in Val di Cornia, Italy. *Environmental Planning and Management*.
- ISO. (2006). ISO 14040. *International Organization for Standardization*.
- Jolliet, O., Margni, M., Charles, R., Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G., et al. (2003). IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology.
- Michalopoulos, G., Christodouloupoulou, L., Giakoumaki, G., Manolaraki, C., Malliaraki, S., Aggelaki, K., et al. (11 de 04 de 2011). Life Cycle Assessment of Extra Virgin Olive Oil produced by three groups of farmers in south Greece.
- OILB. (2002). DIRECTIVAS PARA A PRODUÇÃO INTEGRADA DE AZEITONAS . *DIRECTIVA TÉCNICA III DA OILB*.
- PEInternational. (2012). *GaBi Manual*.
- PERCUSSI, L. (2006). *A oliveira e o azeite - História e simbologia*.
- Poças, E. (2003). As Medidas Agro-Ambientais e o Olival: O Caso Particular do Olival Biológico. In T. Máximo, *Práticas agrícolas associadas à olivicultura em modo de Produção Biológico e efeito na qualidade da azeitona e azeite na região de Trás-os-Montes*.

Saade, M. R., & Gomes, M. G. (10 de 06 de 2014). A Avaliação do Ciclo de Vida - ACV, e a etapa de avaliação de impactos ambientais: considerações sobre o uso de diferentes métodos e seus reflexos nos resultados finais.

Santos, A. (2010). *Produção de Olerícolas (Alface, Beterraba e Cenoura) sob o manejo orgânico nos sistemas Mandalla e Convencional.*

Sousa, A., Casal, S., Frederico, C., Consme, V., Bento, A., Oliveira, B., et al. (2007). Caracterização Química de Azeites Elementares da Região de Trás-os-Montes.

Vossen, P. (Agosto de 2007). Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils.

Wright, T. (2011). Life Cycle Assessment & Analysis. *Sustainable Bizness Practices.*

WebSites:

Azeite em Portugal. (2014). Obtido de Casa do Azeite:

<http://www.casadoazeite.pt/Hist%C3%B3ria/Azeite-em-Portugal>

(2014). Obtido em 2014, de Azeite Dentinho: <http://www.azeitedentinho.com/>

(s.d.). Obtido em 2014, de ADEMO:

http://www.ademo.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=42

DOP. (s.d.). Obtido em 2014, de Denominação de Origem Protegida:

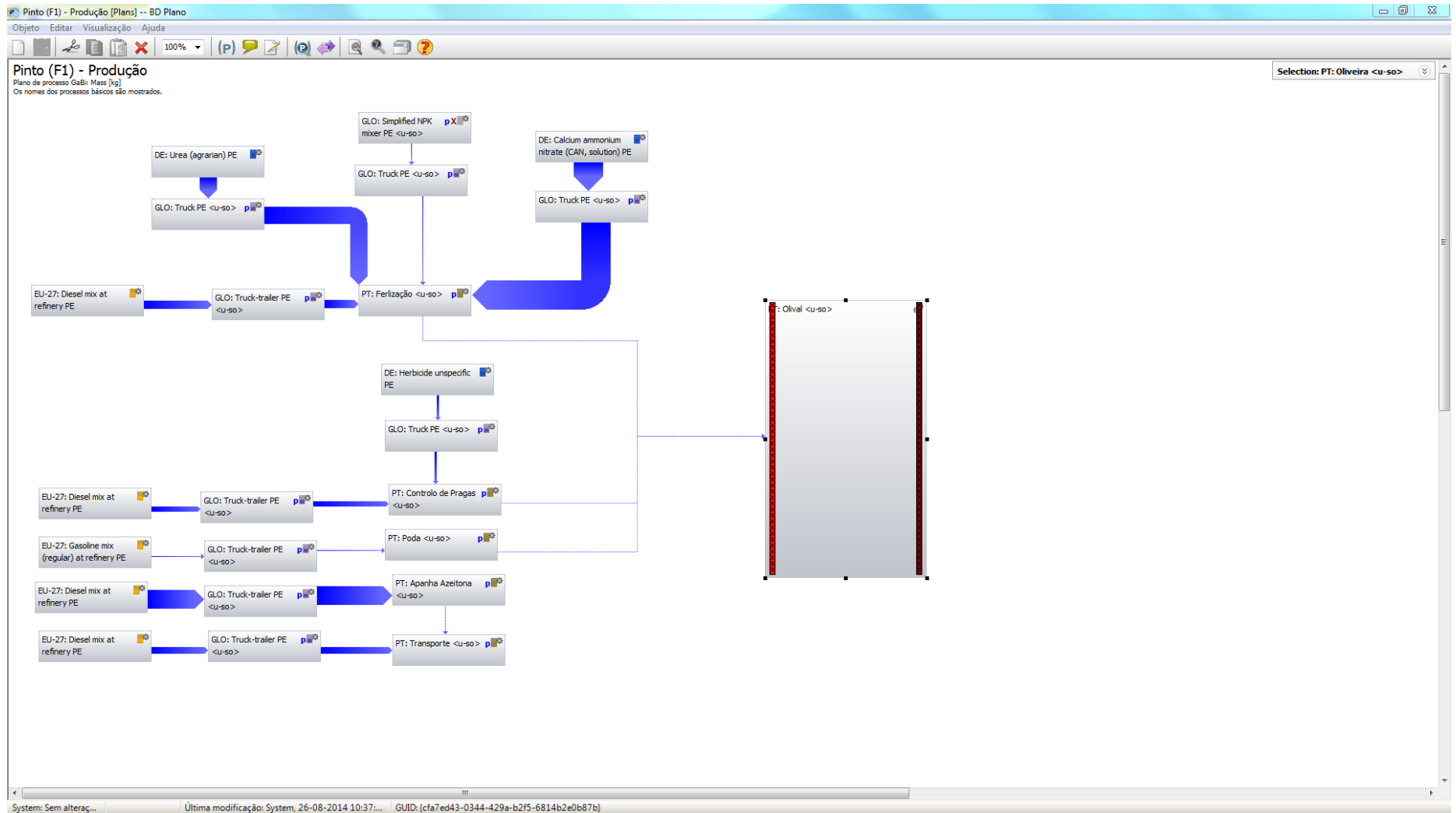
http://www.caom.pt/caom/1_3_3.html

Oil, I. O. (s.d.). <http://www.internationaloliveoil.org/>. Obtido em 2014

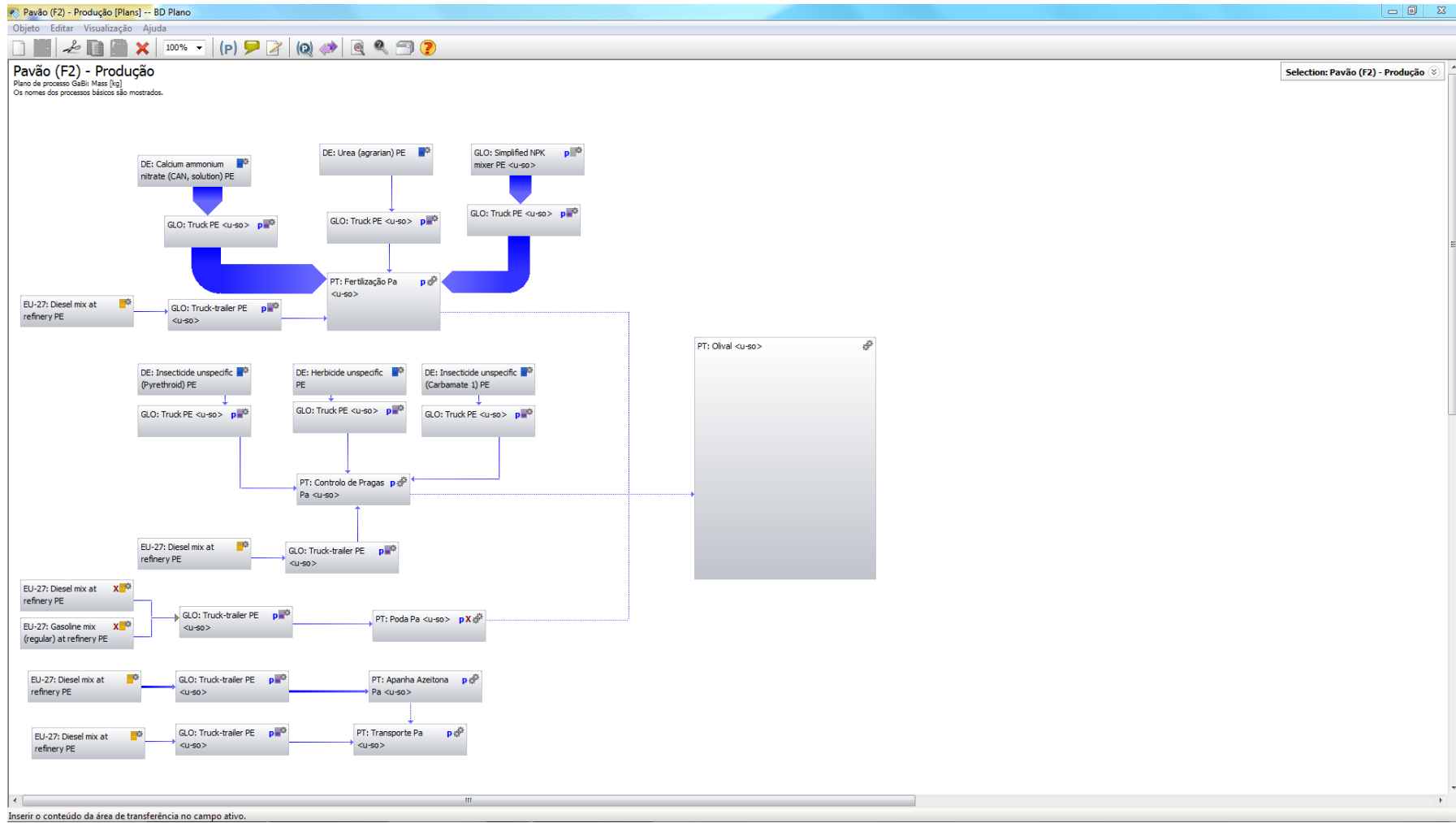
PEInternational. (2014). Obtido em 2014, de Gabi Software: <http://www.gabi-software.com/international/software/gabi-software/>

ANEXOS

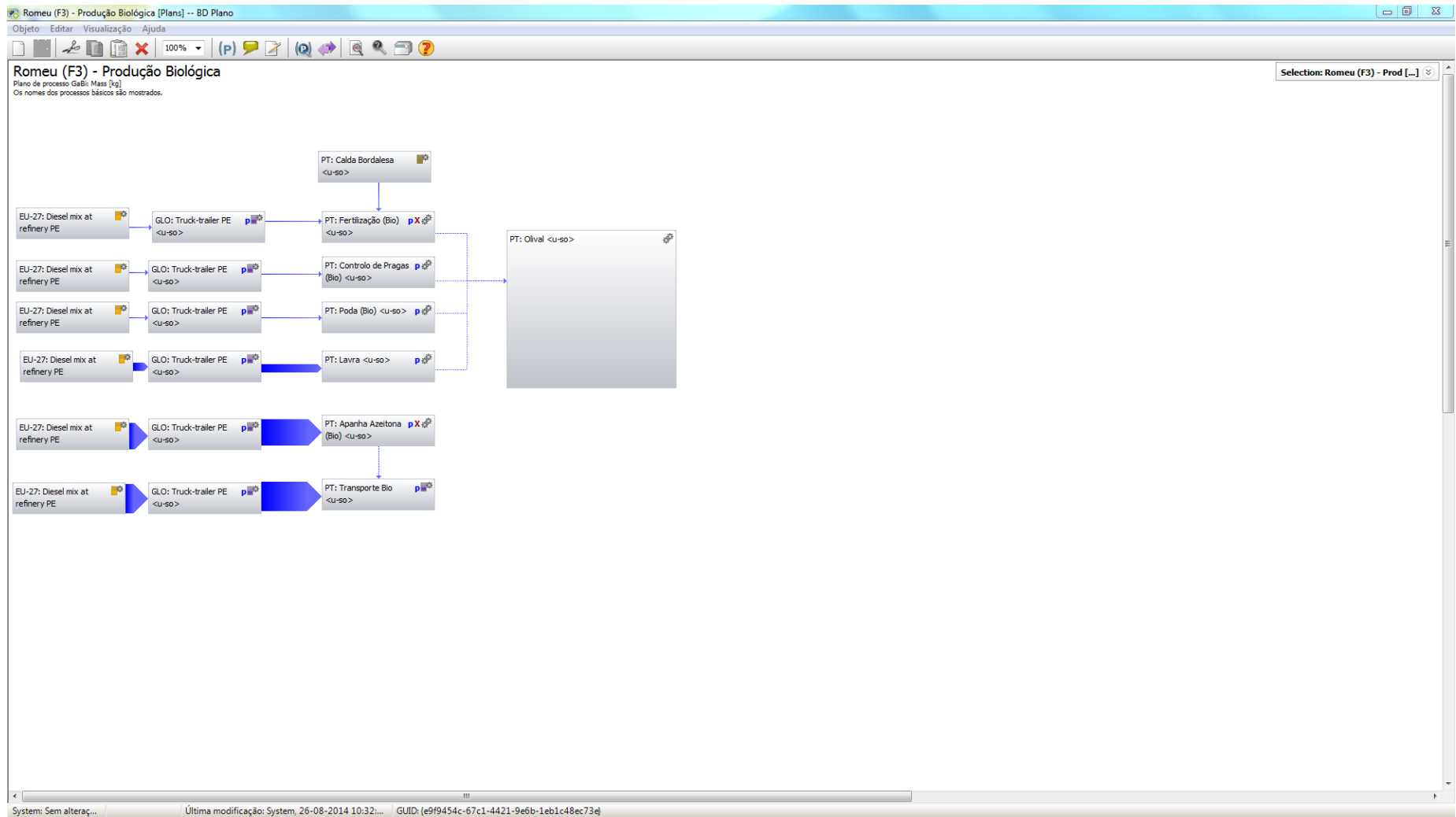
Anexo I – Modelo do F1



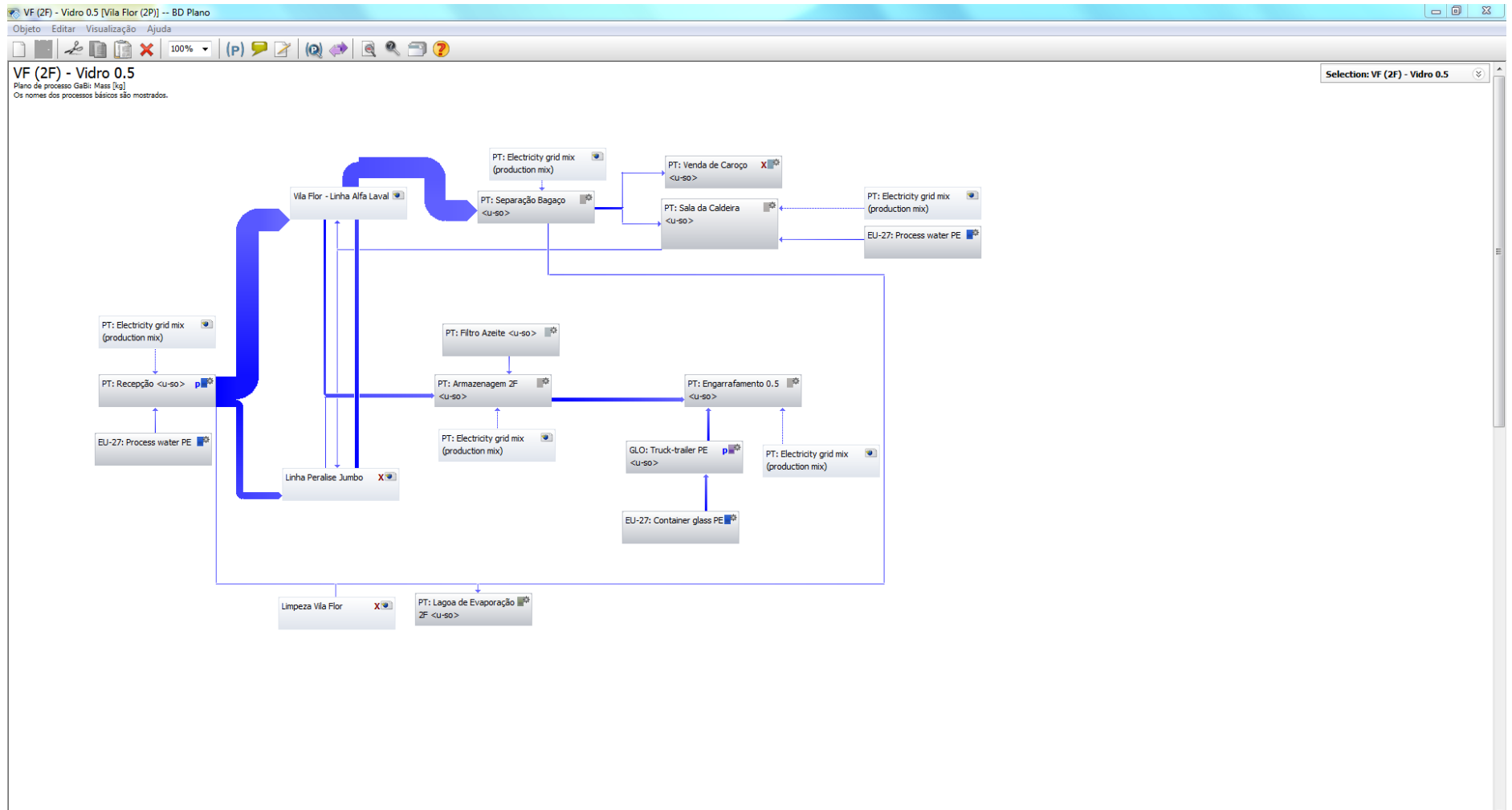
Anexo II – Modelo do F2



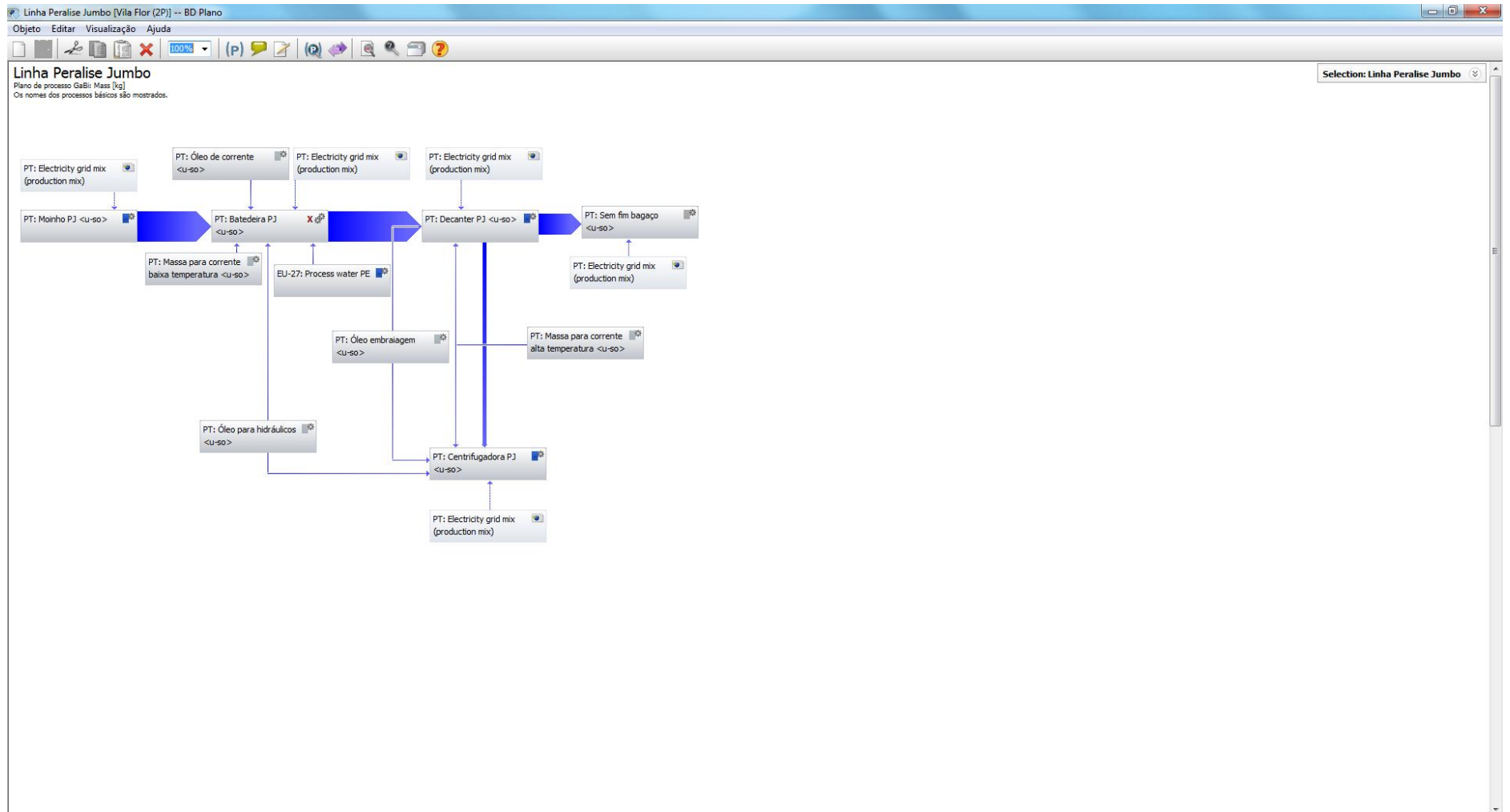
Anexo III – Modelo do F3



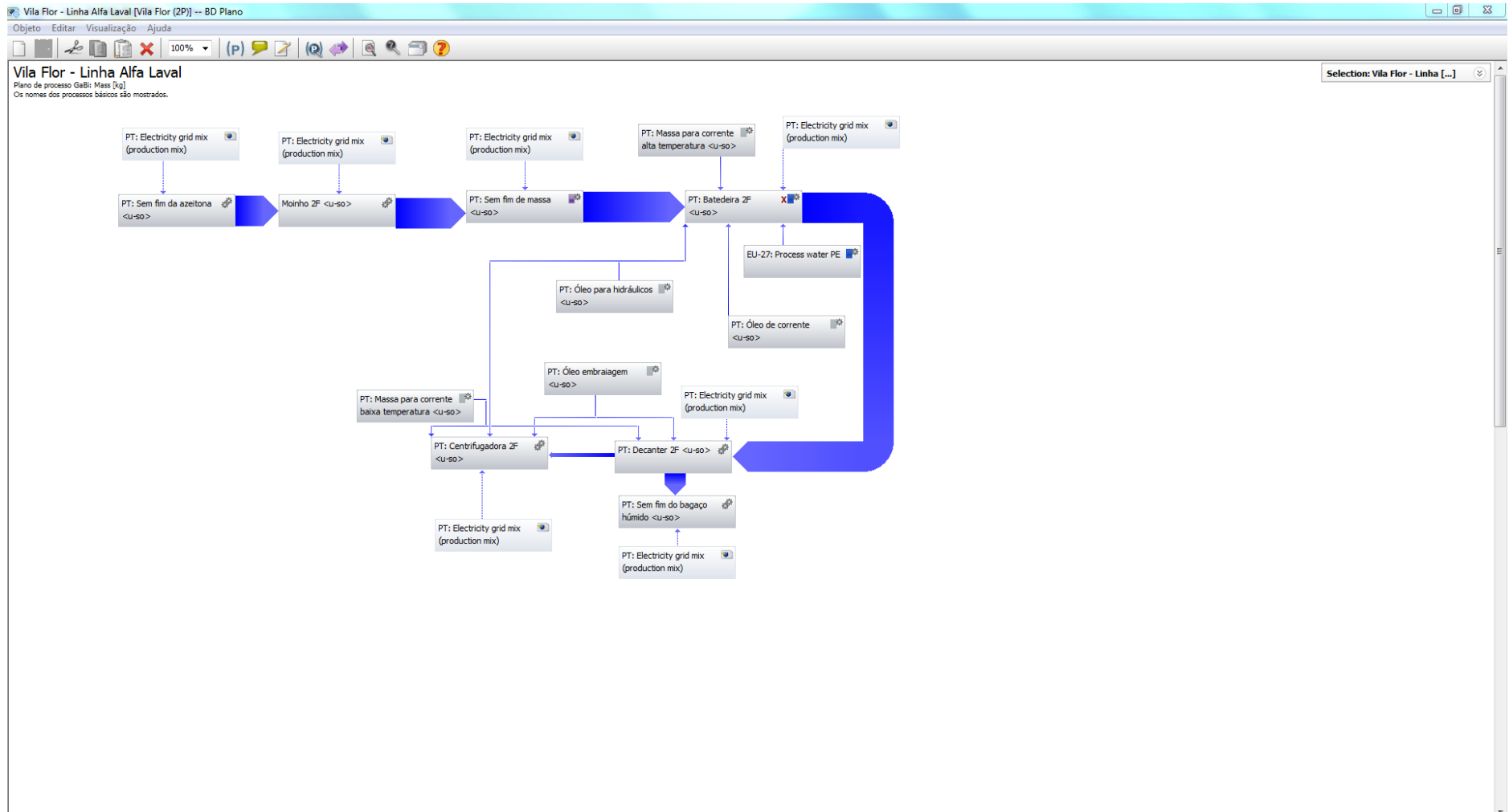
Anexo IV – Modelo do Lagar 2F



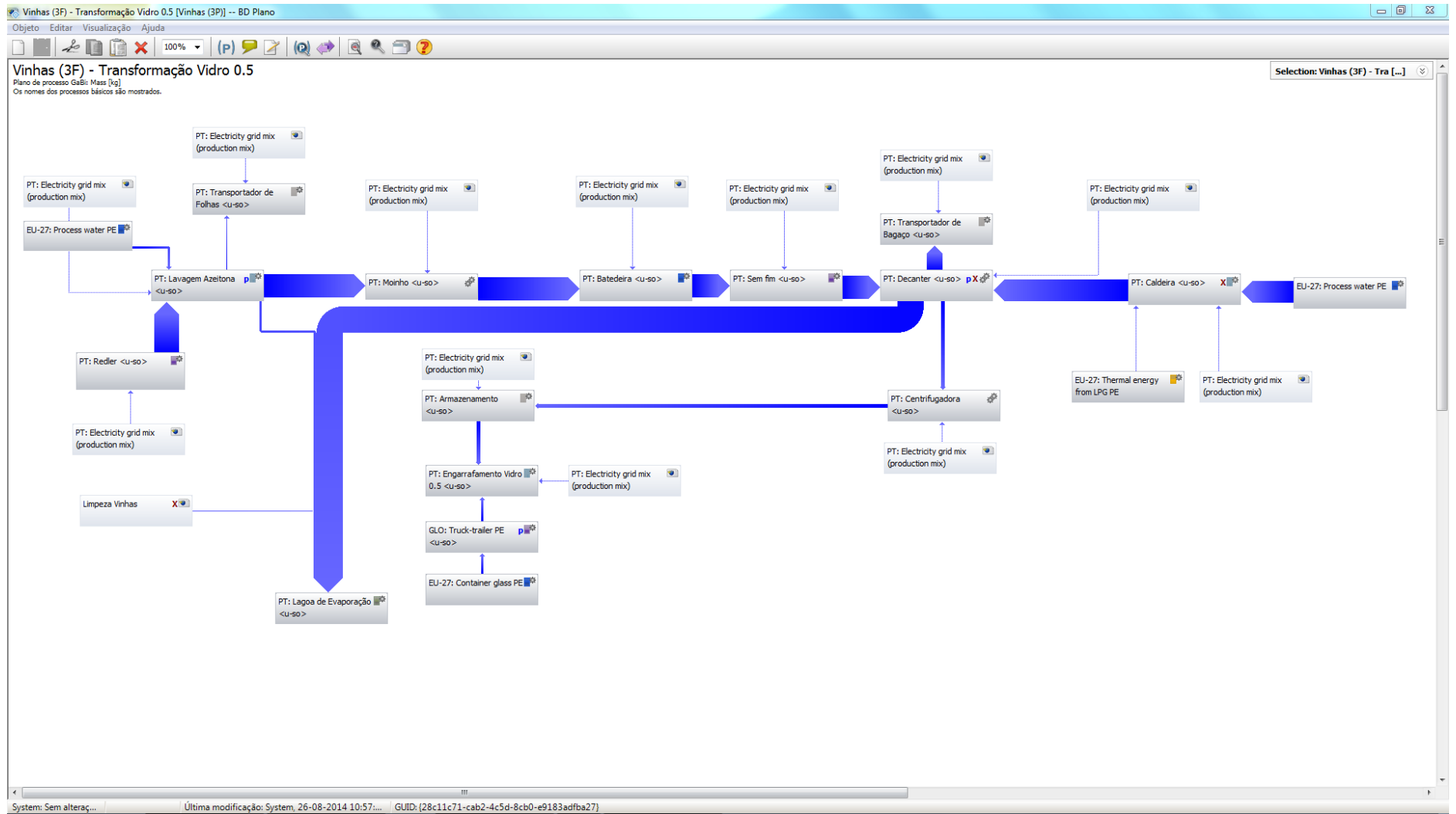
Anexo V – Modelo da Linha Peralise Jumbo



Anexo VI – Modelo da Linha Alfa Laval



Anexo VII – Modelo do Lagar 3F



Anexo VIII – Inquérito Lagar

<p><i>Fileira:</i></p> <p><i>Subfileira:</i></p> <p><i>Processos preenchidos neste inquérito:</i></p> <p><i>Cenário (e.g. regadio, sequeiro, grande produtor, pequeno produtor, intensivo):</i></p> <p><i>Cenário (e.g. lagar de 2 fases, 3 fases, biológico, azeitona de mesa):</i></p> <p><i>Instituição responsável:</i></p> <p><i>Nome(s) do responsável(is) pelo preenchimento / recolha de dados:</i></p> <p><i>Data:</i></p>	
1. Dados Gerais da Empresa	
	<p>Nome ou designação social:</p> <p>Endereço da sede:</p> <p>Localidade:</p> <p>Código postal:</p> <p>Coordenadas GPS</p> <p>Concelho:</p> <p>Distrito</p> <p>Telefone</p> <p>Fax:</p> <p>Email:</p> <p>Pessoa a contactar:</p> <p>Cargo:</p>
2. Sector de Actividade da Empresa	
	<p>Designação:</p> <p>Classificação da actividade - CAE:</p>
3. Caracterização da Indústria	
	<p>Empresa:</p> <p>Ano de entrada em funcionamento:</p>

Número de trabalhadores:		
4. Inquérito		
	Campanha 20xx/20xx	Campanha 20xx/20xx
1.1 Caracterize o período de laboração do lagar		
Mês		
Horas		
1.2. Indique a quantidade de Azeitona recebida e a quantidade de folhas.		
Azeitona (kg):		
Folhas (kg):		
1.3. Indique a quantidade de Azeite e outros subprodutos produzidos.		
Azeite (kg):		
Bagaço:		
1.5. Consumos Energéticos		
1.5.1. Indique o consumo total	Elétrico (kWh)	
	Gás Propano	
1.5.2. Avalie percentualmente cada um dos processos/etapas a nível do consumo energético.		
1.5.3. Indique os equipamentos elétricos existentes e a respetiva potência.		

Total potência instala em equipamentos:	
1.6. Indique as entradas auxiliares usadas para a manutenção dos equipamentos (lubrificantes, filtros, etc.)	
Massa Consistente:	
Óleo lubrificante:	
1.7. Indique o consumo de água (p.e., m³/ano) no Lagar e sua origem.	
Consumo Total:	
Origem:	
1.8. Indique se a limpeza do Lagar é realizada de forma manual ou mecânica? Faça a sua caracterização e indique a periodicidade com que ocorre.	
1.9. Descrição o tipo e a quantidade dos agentes de limpeza (detergentes e desinfetantes) utilizados (p.e., L/ano ou L/mês), indicando as respectivas referências.	

1.10. Para o transporte de agentes de limpeza indique:	
O meio de transporte:	
A distância média percorrida:	
A carga útil da viatura:	
O tipo de combustível:	
2. <u>Informação sobre efluentes (águas residuais)</u>	
2.1. Indique quantidade total de águas residuais produzidas.	
2.2. Especificar para cada etapa do processo Lagar a produção de águas residuais.	
2.3. Descreva o tipo de tratamento dos efluentes líquidos.	
2.4. Indique a composição do efluente à entrada da ETAR e da água tratada à saída da ETAR (caso a ETAR seja do próprio lagar).	
3. <u>Informação sobre efluentes gasosos</u>	
3.1. Indique o nº de fontes de poluição atmosférica	

<p>3.2. Identifique e caracterize os processos que estão na origem das emissões gasosas</p> <p>3.3. Para cada fonte identificada, Indique a quantidade total de efluentes gasosos.</p> <p>3.4. Se existir, identifique o sistema de tratamento dos efluentes gasosos.</p>	
<p>4. <u>Informação sobre o tratamento dos resíduos gerados no lagar</u></p>	
<p>4.1. Indique os diferentes tipos de resíduos e o destino final resultantes da transformação de azeite.</p>	
<p>Especifique ainda, para cada tipo de resíduo:</p> <p style="text-align: right;">O meio de transporte utilizado</p> <p style="text-align: right;">A distância média percorrida pelo veículo</p> <p style="text-align: right;">A carga útil da viatura</p> <p style="text-align: right;">O tipo de combustível usado</p>	
<p>5. <u>Embalamento</u></p>	

5.1. Entradas Mássicas	Azeite:			
5.2. Consumo energético				
5.3. Entradas auxiliares		Tipo de Material	Capacidade	Quant.
	Garrações:			
	Garrafas:			
5.4. Saídas	Garrafas:			
		Tipo de Material	Destino Final	Quant.
5.5. Especifique o tipo de transporte para fora do lagar:	Azeite a Granel:			
	Garrafas e Garrações:			
	Garrafas e Garrações:			
	Azeite a granel:			
	Azeite exportado:			
A carga útil da viatura	Azeite a granel:			

Anexo IX – Inquérito Explorações Agrícolas

<p><i>Fileira:</i></p> <p><i>Subfileira:</i></p> <p><i>Processos preenchidos neste inquérito:</i></p> <p><i>Cenário (e.g. regadio, sequeiro, grd produtor, pq produtor, intensivo):</i></p> <p><i>Cenário (e.g. lagar de 2 fases, 3 fases, biológico, azeitona de mesa):</i></p> <p><i>Instituição responsável:</i></p> <p><i>Nome(s) do responsável(is) pelo preenchimento / recolha de dados:</i></p> <p><i>Data:</i></p>		
1. Dados Gerais da Empresa		
<p>Nome ou designação social:</p> <p>Endereço da sede:</p> <p>Localidade:</p> <p>Código postal:</p> <p>Coordenadas GPS</p> <p>Concelho:</p> <p>Distrito</p> <p>Telefone</p> <p>Fax:</p> <p>Email:</p> <p>Pessoa a contactar:</p> <p>Cargo:</p>		
2. Sector de Actividade da Empresa		
<p>Designação:</p> <p>Classificação da actividade - CAE:</p>		
3. Caracterização da Indústria		
<p>Empresa:</p> <p>Ano de entrada em funcionamento:</p> <p>Número de trabalhadores:</p>		
4. Inquérito		
Perguntas	Respostas	Notas
3. Informação sobre o olival		
3.1 sistema de produção (convencional ou biológico, com ou sem rega)		
3.2 Representatividade no contexto nacional		
3.3 Localização geográfica (Concelho/Freguesia/Coordenadas GPS)		

<p>3.4 Nº de parcelas/juntas ou distribuídas 3.5 Área do Olival/Área de cada parcela 3.6 Número de Árvores (Total ou /ha) 3.7 Compasso das árvores 3.8 Variedades de oliveiras/azeitona 3.9 Características médias das oliveiras</p> <p>3.10 Produção de Azeitona (2010 e/ou 2011) 3.1 Quantidade de Azeite produzido (2010 e/ou 2011) 3.12 Idade média do olival</p> <p>3.15 Declive (elevado >30%, médio 10-30%, baixo <10%, nulo) 3.16 Características do solo (textura, estado de nutrientes, calcário, matéria orgânica)</p>		
4. Práticas de lavra do terreno		
<p>4.1 Aplicável? 4.2 Frequência 4.3 Tipo de Lavoura e número de horas</p> <p>4.4 Maquinaria usada (Identificar horas de trabalho, potência, capacidade, idade, etc.)</p> <p>4.5 Consumo Energético</p>		
5. rega		
<p>5.1 Aplicável? 5.2 Origem da água 5.3 Método de rega 5.4 Distância entre a fonte e a área de cultivo 5.5 Tipo de equipamento mecânico (e.g. bombas) (horas de funcionamento e Potência Elétrica) 5.6 Consumo energético associado a rega</p>		

5.7 Frequência de rega 5.8 Quantidade de água usada em cada aplicação 5.9 Consumo de água por ano (2010 e/ou 2011)																																						
6. Fertilizantes e Corretivos		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1464 363 1568 448">Função Objetivo</th> <th data-bbox="1568 363 1648 448">Subst ativa</th> <th data-bbox="1648 363 1733 448">Forma de aplic</th> <th data-bbox="1733 363 1848 448">Freq de aplic</th> <th data-bbox="1848 363 1928 448">Quant</th> <th data-bbox="1928 363 2051 448">Data de aplicação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Função Objetivo	Subst ativa	Forma de aplic	Freq de aplic	Quant	Data de aplicação																														
Função Objetivo	Subst ativa	Forma de aplic	Freq de aplic	Quant	Data de aplicação																																	
6.3 Origem dos produtos 6.4 Distância (da origem até à área de armazenamento) 6.5 Tipo de Transporte (tipo e peso bruto) 6.7 Consumo Energético 6.12. Transporte dos fertilizantes da área de preparação até a área de aplicação 6.13 Distância																																						
7. Subs. de controlo e protecção da produção (fitossanitários, reguladores de crescimento e bioestimulantes)		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1464 1018 1568 1102">Função Objetivo</th> <th data-bbox="1568 1018 1648 1102">Subst ativa</th> <th data-bbox="1648 1018 1733 1102">Forma de aplic</th> <th data-bbox="1733 1018 1848 1102">Freq de aplic</th> <th data-bbox="1848 1018 1928 1102">Quant</th> <th data-bbox="1928 1018 2051 1102">Data de aplicação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Função Objetivo	Subst ativa	Forma de aplic	Freq de aplic	Quant	Data de aplicação																														
Função Objetivo	Subst ativa	Forma de aplic	Freq de aplic	Quant	Data de aplicação																																	
7.1 Aplicável? 7.2 Substâncias (designação e tipo) 7.3 Origem 7.4 Distância (da origem até área armazenamento) 7.5 Tipo de Transporte (tipo e peso bruto) 7.7 Consumo energético na aplicação																																						

7.12. Transporte dos fertilizantes da área de preparação até a área de aplicação		
7.13 Distância		
8. Podas		
8.1 Aplicável?		
8.2 Frequência		
8.3 Método de poda		
8.4 Equipamento usado		
8.5 Consumo energético		
8.6 Intensidade da poda (baixa, alta)		
8.7 Quantidade de matéria verde por árvore podada		
8.10 Destino dos resíduos verdes (trituração, incorporar no solo, queima,...)		
9. Apanha/Colheita		
9.1 Método de colheita?		
9.2 Equipamentos usados?		
9.2 Consumo energético na apanha		
10. Consumo energético GLOBAL (caso não tenha sido possível caracterizar cada fase)		
10.1 Consumo energético		
Elétrica:		
Gasóleo:		
Gasolina:		
Total:		
11. Manutenção dos veículos e outros equipamentos		
11.1 Massa Lubrificante		
11.2 Filtros		
11.3 Óleos		

12. Transporte (externo às fronteiras do sistema cultivado)		
12.1 Distância até ao lagar		
12.2 Tipo e capacidade do transporte		
12.3 Capacidade usada		