UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Avaliação de Consumos Energéticos em Diferentes Sistemas de Produção em Olivicultura

Ermelindo Bernardo Ezequias Enoque

Orientadora: Professora Doutora Fátima de Jesus Folgôa Baptista

Co-orientador: Professor Doutor Luís Leopoldo de Sousa e Silva

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Évora, 2015

Esta dissertação inclui as críticas e as sugestões feitas pelo júri

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Avaliação de Consumos Energéticos em Diferentes Sistemas de Produção em Olivicultura

Ermelindo Bernardo Ezequias Enoque

Orientadora: Professora Doutora Fátima de Jesus Folgôa Baptista

Co-orientador: Professor Doutor Luís Leopoldo de Sousa e Silva

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Évora, 2015

Esta dissertação inclui as críticas e as sugestões feitas pelo júri

Podemos escolher o que plantar, mas somos obrigados a colher o que plantamos

Agradecimentos

À Professora Doutora Fátima de Jesus Folgôa Baptista orientadora deste trabalho, pela dedicação, acompanhamento, paciência, disponibilidade demostrados desde o primeiro momento para a realização desta dissertação, por todos conselhos e conhecimentos ao longo destes meses.

Ao Professor Doutor Luís Leopoldo de Sousa e Silva, co-orientador deste trabalho, pela motivação, conselhos, acompanhamento demostrados durante a realização desta dissertação, mas também pelo acompanhamento que prestou ao longo do curso.

À Engª. Dina Murcho, pela paciência e ajuda demostrada na recolha da análise de dados, ao longo da elaboração desta dissertação.

À Doutora Rita Martins, pelo apoio social, paciência, atenção durante estes anos que passei na Universidade de Évora.

Ao meu colega Ricardo Santos, por ter estado sempre presente em mais uma etapa da minha vida de uma forma incontestável.

Aos meus amigos, Rui, Sénio, Lúcio, António, Hugo, Mariline, Aidran, Diocleciano, Rasha, Madalena, Marco e Dambiro por me terem feito acreditar que era possível realizar este trabalho.

Aos meus irmãos João Herminio Ezequias e Hélio Ezequias Enoque, pelo encorajamento nos diferentes momentos durante a minha formação.

A todos Professores que directo ou indirectamente contribuíram para a minha aprendizagem, durante os anos que passei na Universidade de Évora.

Resumo

O melhoramento da eficiência energética é a combinação de esforços para reduzir a quantidade de energia necessária para fornecer produtos e serviços à sociedade. Inclui a implementação de medidas de gestão sustentáveis do meio ambiente e a redução de consumos energéticos dos sistemas de produção em geral e na agricultura em particular. A análise dos consumos energéticos nos sistemas de produção intensivo e super-intensivo de olival, permite identificar os pontos críticos e avaliar possíveis soluções que levem a melhorias na eficiência energética e à redução de emissões de gases de efeito de estufa para a atmosfera. Foi recolhida informação de quatro olivais em sistema intensivo e dois super-intensivo e foram estimados indicadores que permitem avaliar a eficiência energética. Constatou-se que os olivais super-intensivos apresentam um maior consumo energético e maior emissão de CO_2, sendo os fertilizantes e o gasóleo, os factores com maior impacto no consumo de energia primária.

Evaluation of Energy Consumption in Different Olive Groves Production Systems

Abstract

Improving energy efficiency is the combination of efforts to reduce the amount of energy required to provide products and services to society. It includes the implementation of sustainable management measures, the reduction of energy consumption in general and also in agricultural production. The analysis of energy consumption in intensive and super-intensive olive groves, through energy analysis of various processes involving in the production allow identifying the critical points and evaluate possible solutions that lead to improvement in energy efficiency and reduction of emissions of greenhouse gases. Four intensive olive groves and two super-intensive were analyzed and indicators for assessing energy efficiency were estimated. It was found that super-intensive olive groves have higher energy consumption and higher CO_2 emissions, being fertilizers and diesel the factors with the greatest impact on primary energy consumption.

Índice

Resumo……...V

Abstract……VI

Índice de figuras……...IX

Índice de tabelas……XI

Lista de anexos……....XII

1. **Introdução** 1

2. **Revisão Bibliográfica**.....3

2.1. Sistemas de Produção de Olival.....3

2.1.1. Sistema Tradicional.....5

2.1.2 Sistema Intensivo 7

2.1.3 Sistema Super-Intensivo.....8

2.2 Energia e Eficiência Energética 10

2.2.1 Energia 10

2.2.2. Eficiência Energética.....11

2.3 Indicadores.....12

2.3.2 Energia Indirecta 13

2.3.3 Energia Total.....13

2.3.4 Energia Específica e Produtividade Energética 13

2.3.5 Coeficientes Energéticos.....14

2.4 Sustentabilidade Económica e Ambiental 15

3. **Materiais e Métodos** 17

3.1 Caracterização Geral dos Olivais Analisados.....17

3.1.1. Caracterização das Explorações.....17

3.1.2 Instalação do Olival.....18

3.1.3 Operações de Manutenção 19

3.1.4 Fertilização.....21

3.1.5 Pesticidas.....22

3.1.6 Consumo de Gasóleo.....24

3.2. Metodologia de Avaliação dos Consumos Energéticos.....27

3.3 Conversão em Energia Primária e cálculo das emissões de gases com efeito de estufa 28
4. **Apresentação e Discussão de Resultados**.....29
4.1 Energia Primária Consumida.....29
4.2 Energia Específica e Productividade Energética 34
4.3 Emissão de Gases com Efeito de Estufa.....35
4.4 Análise Comparativa dos dois Sistemas de Produção 39
5. **Conclusões**.....42
6. **Referências bibliográficas**.....43
Anexos…….XIII

Índice de Figuras

Figura 1- Olival Tradicional…….....6

Figura 2 - Olival Intensivo…….....8

Figura 3 - Olival Super-Intensivo……....9

Figura 4 - Contribuição relativa dos diferentes factores de produção no consumo de energia primária nos olivais analisados em sistema intensivo (%) …….……..……..31

Figura 5 - Contribuição relativa dos diferentes factores de produção no consumo de energia primária nos olivais analisados em sistema super-intensivo (%)……..32

Figura 6 - Contribuição relativa dos diferentes factores de produção nas emissões de GEE nos olivais em sistema intensivo (%)……..37

Figura 7 - Contribuição relativa dos diferentes factores de produção nas emissões de GEE nos olivais em sistema super-intensivo (%)……..……..38

Figura 8 - Energia primária média, em MJ/ha para olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivos (B) ……...…… …….....40

Figura 9 - Energia especifica média, em MJ/t para olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)……...40

Figura 10 - Emissões média de GEE, em kg CO_2- eq/ha para olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)……..……..41

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Caracterização dos olivais intensivos……...17

Tabela 2 - Caracterização dos olivais super-intensivos…….……18

Tabela 3 - Operações de Manutenção do olival intensivo…….....20

Tabela 4 - Operações de Manutenção nos olivais super-intensivos…...…….…….....21

Tabela 5 - Fertilização do olival intensivo…….....22

Tabela 6 - Fertilização do olival super-intensivo…….……...……...22

Tabela 7 - Pesticidas aplicados no olival intensivo…….....23

Tabela 8 - Pesticidas aplicados no olival super-intensivo…….……...…..23

Tabela 9 - Sustâncias activas presentes nos produtos químicos aplicados no olival intensivo……..23

Tabela 10 - Substâncias activas presentes nos produtos químicos aplicados no olival super-intensivo…….……..……...24

Tabela 11 - Consumo total de gasóleo do olival intensivo …….....25

Tabela 12 - Consumo total de gasóleo do olival super-intensivo …….....25

Tabela 13 - Rega do olival intensivo……..26

Tabela 14 - Rega do olival super-intensivo ……...26

Tabela 15 - Coeficientes utilizados no cálculo da energia e da emissão de gases com efeito de estufa (GEE) para os diferentes factores de produção ……..……28

Tabela 16 - Consumos de energia primária nos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B) ……...……...29

Tabela 17 – Consumo de energia primária dos diferentes factores de produção nos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)…….……...…….30

Tabela 18 – Valores da energia específica e a productividade energética nos olivais em sistema intensivo (A) e olival super-intensivo (B)……..……..…….30

Tabela 19 - Contribuição relativa dos diferentes factores de produção nas emissões de GEE nos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)……..……....35

Tabela 20 – Contribuição relativa dos diferentes factores de produção totais nas emissões de GEE, em kg CO_2-eq/t, dos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo…..…...……39

Lista de anexos

Anexo -1: Gráfico da precipitação mensal da estação de Viana Alentejo 2011/2012…….XIV

Anexo -2: Gráfico da precipitação mensal da estação de castro verde 2011/2012….....…XV

Anexo -3: Gráfico de temperaturas mensais da estação da Viana de Alentejo 2011/2012.XVI

1. Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma espécie de grande importância nos países Mediterrânicos, na perspectiva socioeconómica e ambiental, constituindo o meio de subsistência de numerosas famílias de, sendo uma fonte de empregabilidade no meio rural, (Guzman e Alonso, 2008). Por outro lado, o azeite é um produto de particular importância dentro do sistema agroalimentar Mediterrânico, sendo exemplo o facto de ser um componente essencial da dieta Mediterrânica (Diaz-Mendez e Gomez-Benito, 2010) recentemente eleita Património Imaterial da Humanidade pela UNESCO. Segundo Bohom (2013) as substâncias contidas no azeite têm efeitos de proteção contra doenças cardíacas e crónico-degenerativas devido às suas ações nos vasos sanguíneos.

Na Bacia Mediterrânica encontra-se entre 95% e 97% da área Mundial de olival (Garcia, 2005; Paço *et al*., 2012). A produção de azeitona e a sua transformação em azeite, são actividades agrícolas e agroindustriais de grande importância nos países produtores.

Actualmente são vários os sistemas de produção: Tradicional (sequeiro), Intensivo e Super-intensivo (regadio) com grandes diferenças relativamente às técnicas culturais e tecnologias utilizadas, nomeadamente a densidade de plantas e a utilização de água de rega e mecanização, especialmente no que se refere às operações de poda e de colheita. Estas reflectem-se naturalmente em diferentes consumos energéticos e também em diferentes níveis de produtividade.

Segundo o INE (2011), de acordo com a informação recolhida no recenseamento agrícola de 2009. Em Portugal, o olival em termos de área é uma das principais culturas permanentes, com uma área total de 335 841 hectares, ocupando 52% da superfície total ocupada por culturas permanentes (excluindo o pinheiro manso). As principais regiões em que é cultivado são as regiões do Alentejo com uma área correspondente a 49% da área total de olival, Trás-os-Montes com 22% e a Beira interior com 14%.

Nos últimos anos o consumo de combustíveis fósseis na agricultura tornou-se importante devido à intensificação dos sistemas de produção. Contribuindo para a redução das reservas de combustíveis fósseis e também ao aumento das emissões de CO_2 para a atmosfera (IPCC, 1997).

A eficiência energética é um tema atual em termos gerais e não é exceção na agricultura. De facto, o aumento da eficiência energética contribui para a redução dos custos de produção, da dependência dos combustíveis fósseis e das emissões de gases com efeito de estufa. Uma análise energética pode indicar formas de diminuir os consumos e aumentar a eficiência energética (Clements *et al*., 2005; Strapatsa *et al*., 2006), sem prejudicar a produtividade. A combinação dos aspectos económicos, ambientais e energéticos nos sistemas de produção, poderão ser úteis na implantação de melhores estratégias de gestão (Pimentel *et al*., 2005).

A realização deste trabalho tem como principal objectivo avaliar os consumos energéticos de diferentes sistemas de condução do olival. Pretende-se estimar indicadores energéticos (Energia directa, Energia indirecta, Energia total, Energia específica, Produtividade energética), que permitirão comparar os diferentes sistemas do ponto de vista energético e identificar os consumos de energia mais importantes e propor formas de minimizar o desperdício de energia tornando a exploração mais eficiente.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Sistemas de Produção de Olival

A oliveira (*Olea europeia L.*) pertence à família botânica Oleaceae e é a única espécie com fruto comestível. O género Olea tem cerca de trinta e cinco espécies. É conhecida a grande longevidade da oliveira. Existem árvores, em bom estado com cerca de 300 a 400 anos de idade. De um modo geral, a oliveira é uma planta muito rústica, daí que se encontra em solos de pouca fertilidade e em climas extremamente áridos. Quando é plantada em solos férteis, em locais com boa pluviosidade as suas produções são muito altas, embora a produção da árvore seja variável de acordo com a variedade e com o meio em que se desenvolve. Por vezes alcança grande tamanho, embora as técnicas de cultivo limitem o desenvolvimento da árvore em altura, para tornar mais fácil a sua exploração (Garcia, 2005).

Segundo Garcia (2005) a oliveira tem um sistema radicular aprumado nos primeiros estágios de desenvolvimento. No entanto, ao realizar-se o transplante para o terreno definitivo, desenvolve várias raízes secundárias fasciculadas e mais superficial (nos sistemas actuais de produção). O desenvolvimento do sistema radicular desta cultura depende muito da textura do terreno e da pluviosidade. Em terrenos arenosos e soltos, desenvolve-se mais em profundidade do que em terrenos argilosos e compactados. Quando a pluviosidade é baixa, as raízes da oliveira aprofundam-se, alcançando a humidade nas camadas mais profundas. Quando a pluviosidade é alta, as raízes ficam menos profundas. Segundo Morettini (1972), citado por Garcia (2005), o sistema radicular desta cultura atinge desde os 15 - 20 centímetros de profundidade até aos 80 centímetros (as raízes poderão crescer bem mais do que 80 cm, mas nos sistemas actuais de produção, com adubação e rega as raízes tendem a crescer menos em profundidade, pois não precisam de procurar nutrientes nem água, pois isso é-lhes dado).

De acordo com a DGADR (2009), na instalação do olival, consideram-se duas épocas de plantação, a época de Primavera (Março - Maio) e a época de Outono (Setembro - Novembro). A primeira decorre entre o final de Inverno e a Primavera, a segunda época inicia-se após as primeiras chuvas do Outono e finaliza-se antes das geadas do Inverno (Dezembro - Fevereiro). A época de Primavera é a época mais aconselhável, sempre que se disponha de água de rega, também porque permite entrar com máquinas no terreno caso seja

necessário (adubação, tratamentos fitossanitários, controlo de infestantes), a época de Inverno não é aconselhável pelo facto de haver chuvas regulares, o que origina lama, que dificulta a entrada de máquinas no terreno caso seja necessário.

A oliveira conserva a copa sempre verde. As folhas formadas desde a Primavera até ao Outono, persistem em geral pouco mais de um ano e nalguns casos as folhas conservam-se dois anos consecutivos. O crescimento das folhas inicia-se no começo da Primavera e continua até finais de Outubro, seguindo o ritmo do crescimento dos ramos que é máximo em Junho - Julho. A floração tem lugar em Maio – Junho, e uma vez realizada a polinização, segue-se o vingamento do fruto. Em Julho - Agosto tem lugar o endurecimento do caroço e, a partir deste momento, os frutos engrossam, até alcançar o seu tamanho normal em Outubro. A partir de Outubro vem o amadurecimento. A duração deste período depende da variedade (Garcia, 2005).

Actualmente vários autores de Espanha e Itália, recomendam a condução dos olivais em sistemas de produção intensivos, caracterizados por terem colheita mecânica, e aos quais se associam rendimentos mais elevados e menores custos de produção (Ranalli *et al*., 2000). Existem três sistemas de produção principais utilizados no cultivo desta cultura: Tradicional, Intensivo e Super-intensivo.

Segundo Baptista *et al*. (2013), e de acordo com dados do INE (2011) cerca de 47 % da área ocupada por olival em Portugal apresenta uma densidade de plantação até 100 árvores/ha, 44% entre 100 e 300 árvores e apenas 4% tem uma densidade de plantação superior a 700 árvores/ha. Se considerarmos o olival super-intensivo, com densidade de plantação acima das 1500 árvores/ha, então teremos apenas 3% da área total de olival com este sistema de produção, concentrado fundamentalmente no Alentejo.

O primeiro sistema de produção que foi largamente difundido nos países produtores de azeite é o sistema tradicional (De Gennaro *et al*., 2012). Embora existam diferentes sistemas e técnicas de produção é importante referir que as técnicas de agricultura tradicional estão a ser abandonadas na agricultura Europeia, devido à utilização de mecanização, o que levou os agricultores a encontrar soluções técnicas diferentes em sistemas intensivos e super-intensivos (Garcia, 2005).

2.1.1. Sistema Tradicional

O olival tradicional, de sequeiro, caracteriza-se de um modo geral por ter baixa densidade de árvores, variando no entanto segundo os autores e com o local. Assim, por exemplo, segundo Metzidakis *et al.* (2008) considera-se como olival tradicional aquele que tem até 250 árvores por hectare. Já segundo Graaff *et al*. (2008) este número desce para 140 e de acordo com Guzman e Alonso (2008) o olival tradicional tem entre 70 a 100 árvores por hectare. Entretanto, a grande maioria dos autores em Portugal, consideram como olival tradicional, aqueles que tem densidades de 100 a 200 árvores por hectare (Dias, comunicação pessoal, 2014).

A mobilização do solo para a sua instalação, efectuada com tractor equipado com um chisel. A aplicação dos produtos fitossanitários feita com um pulverizador acoplado ao tractor (menor aplicação de produtos fitossanitários em comparação com os olivais intensivos e super-intensivos). No entanto, as infestantes controladas mediante mobilização do solo, com recurso a grade de discos ou escarificador. Uma outra característica deste tipo de olival é o facto de o solo passar grande parte do ano completamente nu, isto é, sem qualquer tipo de vegetação. A colheita manual, por varejamento (Duarte *et al*., 2008). A poda é também manual, com recurso a motosserras, e é efectuada de 6 em 6 anos (podas intensas) (Garcia, 2005).

A variedade mais utilizada em olivais tradicionais é a Galega Vulgar. É uma variedade portuguesa, apreciada pela sua tolerância à seca. É sensível ao frio, à salinidade e ao calcário. A capacidade de enraizamento pode variar entre média e baixa. A entrada em produção é precoce. A produtividade é elevada, mas alternada. A maturação dos frutos ocorre muito cedo. Apresentam uma elevada resistência ao desprendimento, o que dificulta a apanha mecânica. É uma variedade fundamentalmente produzida para a obtenção de azeite, embora seja também apreciada como azeitona de mesa. A separação da polpa do caroço é fácil. É resistente à verticiliose, mas susceptível à tuberculose, lepra e mosca. O rendimento em azeite ronda os 23% (Leitão *et al*.,1986).

A olivicultura tradicional, sistema de produção centenário (Figura 1), não se adapta às condições socioeconómicas actuais. De facto, antigamente os agricultores não contavam com os meios de cultivo actuais, com os quais se consegue que a oliveira entre em produção num breve período de tempo (3 - 4 anos). Assim o olivicultor pensava que ao plantar o seu

olival, não o fazia para ele mas sim para os seus filhos ou quiçá para os seus netos. Ao mesmo tempo, os olivicultores pretendiam obter um aproveitamento extensivo da terra durante o período improdutivo da plantação. Esta é uma das principais razões pelas quais o olivicultor optava por grandes distâncias entre árvores, de modo a aproveitar a terra até ao momento em que o olival iniciasse a produção, o que não ocorria antes de 15 ou 20 anos de idade (Garcia, 2005).

Os custos de produção neste sistema são significativamente mais elevados (De Gennaro *et al.,* 2012), sendo exemplo o facto de a colheita necessitar de muita mão-de-obra. A sua mecanização pressupõe uma poupança considerável no custo total de colheita (Garcia, 2005).

A adoção de algumas práticas agrícolas tradicionais poderá ser ecologicamente mais correta, devido ao menor uso de produtos químicos (Elmaz *et al*., 2004).

Figura 1- Olival tradicional.

Fonte: Oliveira Peça, 2014

Embora, seja ambientalmente sustentável a viabilidade económica deste sistema tornou-se um problema, pelo facto de as políticas da União Europeia favorecerem mais os sistemas intensivos e super-intensivos, que permitem outra competitividade (Duarte *et al*., 2008).

Segundo dados do INE (2011) os olivais com densidades até 300 árvores/ha ocupam uma área total de 300 696 hectares, que corresponde a cerca de 92% da área total de olival.

As principais regiões são: O Alentejo, Trás-os-Montes e Beira Interior, com uma área total de 254 853 hectares, correspondente a 76% da área de olival tradicional no país.

2.1.2 Sistema Intensivo

Este tipo de olival caracteriza-se por possuir densidades de plantação entre 200 a 600 árvores/ha (Metzidakis *et al*., 2008) (Figura 2). Embora alguns autores considerem densidades entre as 200 e 1500 árvores por hectare (Guzman e Alonso, 2008).

A mobilização do solo para instalação da cultura feita por um subsolador (para permitir mais expansão das raízes). A aplicação de fertilizantes feitas com recurso a tractor equipado com um distribuidor centrífugo acoplado ao tractor, e a aplicação de produtos fitossanitários feita com recurso a um pulverizador. As infestantes na linha, são controladas por herbicida, administrado com recurso a pulverizador, na entrelinha por meios mecânicos através de mobilização com grade de discos ou por corte mecânico. Por outro lado, este sistema é caracterizado por possuir custos de produção mais elevados em comparação com o tradicional (Metzidakis *et al*., 2008). A colheita efectuada por vibração de ramos ou da árvore completa (Garcia, 2005). A poda efectuada de 2 a 4 (poda ligeira) com recurso a máquina de podar de discos (Dias *et al*., 2012).

Em Portugal, a variedade mais comum neste sistema é a Cobrançosa, variedade Portuguesa, que se caracteriza pela sua fácil adaptação a climas frios e resistência à clorose férrica originada pelos solos com calcário. É considerada susceptível à seca e à salinidade. A capacidade de enraizamento é média. A produtividade é elevada e constante. A duração da época de maturação dos frutos é média e estes apresentam baixa resistência ao desprendimento, embora a queda natural seja escassa, o que facilita a apanha mecanizada. É susceptível à tuberculose e à lepra. O rendimento em azeite ronda os 17% (Leitão *et al.*,1986).

Para tirar partido do maior potencial genético deste tipo de olival efectuam-se algumas regas entres os meses de Maio - Setembro com cerca de 2000 m^3/ha, para o melhor desenvolvimento dos frutos (De Gennaro *et al*., 2012).

Segundo Guzman e Alonso. (2008), o sistema intensivo surgiu como consequência da implantação da Política Agrícola Comum (PAC), que fomentou cultivos mais intensivos,

com maior disponibilidade de água e utilizando a fertirrega, de modo a tentar aumentar a produtividade, e permitir uma maior compensação financeira. O sistema é caracterizado por um elevado nível de mecanização das operações agrícolas, associado ao rendimento mais elevado em termos de produção e menores custos nas operações de colheita (De Gennaro *et al*., 2012), comparativamente ao sistema tradicional (Garcia, 2005).

Figura 2 - Olival Intensivo.

Fonte: Oliveira Peça, 2014

De acordo com o INE (2011) em Portugal o olival com densidades entre 300 e 700 árvores/ha ocupa uma área de 17051 hectares, o que corresponde a 5% da superfície total do País. As principais regiões de produção são o Alentejo, Trás-os-Montes e Beira Interior.

2.1.3 Sistema Super-Intensivo

O sistema super-intensivo caracteriza-se por densidades de árvores a rondar as 1500 - 2500 árvores/ha (Palese *et al*., 2010) (Figura 3). A mobilização do solo para a instalação da cultura é efectuada por um subsolador (para permitir maior expansão das raízes). A aplicação de fertilizante feita por um distribuidor centrífugo acoplado ao tractor, e a aplicação dos produtos fitossanitários feita por um pulverizador também ele acoplado ao tractor. As infestantes na linha são controladas por herbicida, através de um pulverizador, e na entrelinha são controladas mecanicamente com recurso a uma grade de discos. A colheita realizada por via mecânica, com recurso a uma máquina de colheita automotriz (Garcia,

2005). A poda é mecânica, com recurso a uma máquina de podar de discos, e realizada anualmente de uma forma ligeira (Dias *et al*., 2012).

A variedade mais utilizada neste sistema de produção é a Arbequina, uma variedade Espanhola, que se caracteriza por ser uma variedade muito produtiva. Tem capacidade de enraizamento elevada e desenvolve-se bem em terrenos pobres, como costumam ser os terrenos arenosos. O seu teor em azeite é elevado. Entra muito rapidamente em produção e da origem a um azeite de excelente qualidade. É sensível à mosca da azeitona e é mediamente sensível à verticilose. É tolerante ao olho-de-pavão e à tuberculose (Garcia, 2005). Este sistema de produção é muito promissor, visto que permite começar a obter elevada produção ao fim de 3 a 4 anos e é um sistema completamente mecanizado (De Gennaro *et al*., 2012)

Segundo Palese *et al.* (2010), o sistema super-intensivo, tem como consequência uma intensificação da competição entre as árvores pela água e pelos nutrientes, rápido esgotamento do solo e o baixo tempo de vida do olival.

Para tirar melhor partido deste tipo de sistema de produção efectuam-se algumas regas entre os meses de Maio - Setembro com cerca de 2500 m^3/ha (De Gennaro *et al.*, 2012). Em Portugal, em termos de área o olival super-intensivo ocupa um total de 11 190 hectares, o que corresponde a cerca de 3% da área total de olival (Figura 3), concentrada fundamentalmente no Alentejo (INE, 2011).

Figura 3 – Olival Super-Intensivo.

Fonte: Oliveira Peça, 2014

2.2 Energia e Eficiência Energética

2.2.1 Energia

O consumo de energia é um indicador chave do desenvolvimento socioeconómico das nações (Ozkan *et al*., 2004). O aumento de uso de energia na agricultura, que tem vindo a crescer em relação a outros sectores da economia Mundial, está associado ao aumento do nível de mecanização na produção agrícola (Karkacier *et al*., 2005). A intensificação da agricultura, a que se associa o maior uso de energia tornou-se fundamental, de modo a responder ao crescimento Mundial da população, afectada pela oferta limitada de terra arável e pelo aumento do nível de vida (Karimi *et al*., 2008).

A energia utilizada na agricultura, divide-se em energia directa e indirecta, associada a todo o tipo de factores de produção. Os consumos energéticos permitem ter uma visão geral de utilização de energia e da sua importância na maioria dos sistemas de produção (Golaszewski *et al*., 2012).

Em género de reflexão podemos considerar que a actividade agrícola se tornou mais intensiva com a revolução verde, que levou ao aumento de uso de sementes de alto rendimento, fertilizantes e produtos químicos, bem como o gasóleo e eletricidade. Embora o consumo de energia na agricultura esteja relacionado com a tecnologia de cultivo e o nível de produção. O uso intensivo de factores de produção (combustível, energia elétrica, sementes, fertilizantes, produtos fitossanitários), proporciona o aumento da disponibilidade de alimentos, mas tem criado problemas ambientais, devido ao alto nível de dependência da energia fóssil (Hatirli *et al*., 2006).

Actualmente, levantam-se questões ambientais, como o Aquecimento Global e a poluição do ar, que estão relacionados directamente com o uso de energia fóssil. Pode-se referir que a utilização eficiente dos recursos energéticos é vital em termos de aumento de produção, produtividade e competitividade da agricultura (Ozkan *at al*., 2007).

2.2.2. Eficiência Energética

A eficiência energética é a combinação de esforços para reduzir a quantidade de energia utilizada para fornecer produtos e serviços. Inclui todas as medidas que são adequadas para reduzir componentes específicas da energia consumida, melhorando a sua utilização e contribuindo directamente para a redução de gases de efeito estufa (Balafoutis *et al*., 2014).

Porém existem várias abordagens referentes à eficiência energética. Segundo o World Energy Council (2014) a eficiência energética refere-se à redução do uso de energia para um determinado serviço (aquecimento, iluminação) ou nível de actividade. A redução no consumo de energia está associada às mudanças tecnológicas, melhorias na organização e gestão, ou melhorias das condições económicas do sector. Pode ainda considerar-se como aumento de eficiência energética se ao aumento de consumo de energia estiver associado um aumento da produtividade. A equipa do projecto AGREE considerou que se obtêm melhorias na eficiência energética no sector agro-pecuário se existir redução no consumo de energia primária por unidade de produto (GJ t-1 ou GJ L-1) (Golaszewski *et al*., 2012).

Contudo, segundo Golaszewski *et al*. (2012) a eficiência energética tem como objectivo envidar esforços para reduzir a quantidade de energia necessária para fornecer produtos e serviços. O termo eficiência energética, quando aplicado à agricultura, reflecte as mudanças na tecnologia, as políticas governamentais e comunitárias, incluindo a Política Agrícola Comum, mudanças climáticas em escala ampla e padrões climáticos locais, as práticas de gestão agrícola.

Na eficiência energética devem-se destacar os aspectos relevantes de poupança nas explorações agrícolas e ajudar a reduzir a dependência energética da agricultura. A avaliação da eficiência energética é dada pela relação entre os consumos e produtos, em unidades físicas (Patterson, 1996 citado por Blancard e Martin., 2014). Por outro lado, a avaliação da eficiência energética não requer apenas informação sobre os consumos e produtos, mas também sobre o conteúdo energético dos factores de produção (Blancard e Martin, 2014).

Segundo Blancard e Martin (2014) não se pode falar de eficiência energética sem se falar de eficiência energética locativa, que mede a capacidade das explorações implementarem as melhores decisões com relação à alocação de recursos, decisões que são tomadas de acordo com o conteúdo energético de factores de produção e não nos seus preços.

A implementação da eficiência energética é considerada como uma das condições para a sustentabilidade da produção agrícola, poupança dos custos, preservação dos recursos de energia fóssil e redução da poluição ambiental (Balafoutis *et al.,* 2014).

2.3 Indicadores

De acordo com a Agência Europeia do Ambiente (2014), entende-se como indicadores uma medida, geralmente quantitativa, que pode ser utilizada para ilustrar e comunicar um conjunto de fenómenos complexos de uma forma simples, incluindo tendências e progressos ao longo do tempo.

2.3.1 Energia Directa

Energia directa é a energia correspondente aos combustíveis e eletricidade consumidos directamente nas explorações para realizar algumas operações culturais (Kaltsas *et al*., 2007).

A energia directa é necessária para executar várias actividades relacionadas com os processos de produção agrícola, como a preparação do solo, a rega, colheita e transporte de factores de produção e produtos agrícolas (Golaszewski *et al*., 2012).

Segundo Pelizzi *et al*. (1988) as operações culturais de preparação do solo para instalação de culturas consomem cerca de 55 - 65% de energia directa. O desenvolvimento de sistemas de produção com baixos consumos de energia, poderá ajudar a reduzir as emissões de gases de efeito de estufa (Dalgaard, 2000). Neste contexto, o desenvolvimento dos sistemas de conservação do solo, tais como a mobilização mínima, podem ser uma alternativa para economizar energia (Khaledian *et al*., 2010).

2.3.2 Energia Indirecta

A energia indirecta é a energia usada na produção de fertilizantes, pesticidas, dos sistemas de rega e das máquinas agrícolas (Kaltsas *et al*., 2007), sendo usada de forma indirecta na exploração. Os principais elementos de energia indirecta são os fertilizantes, as sementes, a produção de máquinas e produtos fitossanitários (Ozkan *et al*., 2007).

A energia indirecta está associada a essas actividades (indirectas) e é estimada multiplicando as unidades físicas associados à sua aplicação (kg/ha), com os parâmetros que expressam a quantidade de energia consumida para produzir uma unidade física (MJ/kg) para resultar no valor de energia consumida por hectare (Pellegrino *et al*., 2011).

2.3.3 Energia Total

A energia total é a soma da energia directa e indirecta consumida para uma unidade de produção agrícola, expressa em MJ/ha (Golaszewski *et al*., 2012) até ao momento da colheita nas explorações (Khaledian *et al*., 2010).

2.3.4 Energia Específica e Produtividade Energética

A energia específica é a energia primária total consumida durante o processo agrícola por unidade de produto produzido (MJ/t) (Golaszewski *et al*., 2012). A produtividade energética representa a quantidade de produto obtida por unidade de energia consumida durante o processo de produção (t/MJ) (Hamedani *et al*., 2011).

2.3.5 Coeficientes Energéticos

De modo a estimar os consumos de energia recorre-se à utilização de coeficientes energéticos que permitem relacionar as unidades físicas com a energia. Na bibliografia encontram-se vários valores para os coeficientes energéticos. Segundo Lockeretz (1980) e Tsatsarelis (1993), os coeficientes de energia para o azoto, fósforo e potássio são 74,2, 13,7 e 9,7 MJ/kg, respectivamente. Estes coeficientes representam a quantidade de energia que foi consumida para obter uma unidade de nutriente. De acordo com a base de dados do projecto Biograce (2008), a energia consumida para produzir uma unidade de azoto, fósforo e potássio é de 49,88; 9,68 e 15,23 MJ/kg, respectivamente.

No caso dos herbicidas e de acordo com Green (1987) e Pimentel (1992) o coeficiente a utilizar é 454 MJ/kg s.a. De acordo com Fluck (1992) é 363,6 MJ/kg s.a. para os inseticidas e no caso dos fungicidas existem vários valores na literatura entre 100 e 200 MJ/kg s.a. (Green, 1987; Pimentel, 1992). De acordo com a base de dados do projecto Biograce (2008), a energia consumida para produzir os pesticidas é de 268,40 MJ/kg s.a..

Relativamente à rega, existem várias possibilidades, tendo em consideração o volume de água aplicado e a energia directa consumida pelo sistema de rega, em função do tipo de sistema. Segundo Guzman e Alonso. (2008), o valor de energia para o sistema de rega gota-a-gota por hectare foi calculado em função da vida útil ser 10 anos, considerando-se 57 m de tubo de polietileno com 50 milímetros, o consumo energético foi de 13,5 MJ/m, enquanto, para 54 m de tubos de polietileno com 16 milímetros, o consumo energético é de 3,9 MJ/m e para 1248 m de tubo com 12 milímetros de tubos, o consumo energético é de 1,1 MJ/m. De acordo com Mihov e Tringovska (2010) para a rega gota-a-gota o coeficiente a aplicar é de 0,63 MJ/m^3.

No que diz respeito ao consumo de gasóleo, os coeficientes de consumo de combustíveis são estimados, tendo em consideração o consumo de gasóleo e tempo de trabalho para um tractor equipado com os vários equipamentos utilizados na pulverização, na poda, nas operações de preparação de solo e na colheita. Segundo Fluck (1992) o valor para converter um litro de gasóleo em energia é de 47,3 MJ/kg, sendo que para a utilização com os equipamentos consome-se entre 0,9 L a 2 L de gasóleo por hora (Audsley *et al.*, 1997). De acordo com a base de dados do projecto Biograce (2008), este valor é de 49,996 MJ/L.

2.4 Sustentabilidade Económica e Ambiental

A composição química do ar atmosférico consiste numa mistura de gases, sendo cerca de 78% Azoto (N_2), 21% Oxigénio (O_2), 0,93% Árgon (Ar), 0,03% dióxido de carbono (CO_2) e o remanescente agrega um conjunto de gases designados por outros gases que incluem o vapor de água, o metano (CH_4) e o ozono (O_3) (Ahrens, 2011).

Este conjunto de gases compõe um sistema dinâmico e em constante mudança que varia em função do tempo e do espaço (Pereira, 2007). A actividade agrícola está em constante mudança em função do tempo e do espaço, porém a inovação tecnológica da agricultura, tem estado a levantar questões ligadas à sustentabilidade ambiental e económica a longo prazo. A inovação tecnológica veio aumentar a produtividade e a rentabilidade financeira das explorações, embora com algumas consequências negativas (poluição do meio ambiente, destruição da biodiversidade) (Paço *et al*., 2012).

Segundo Buschaman *et al.* (2006) a produção, preparação, armazenamento e distribuição de factores de produção, levam à combustão de combustíveis fósseis e ao uso de energia a partir de fontes alternativas, que também emitem CO_2 e outros gases de efeito de estufa para a atmosfera.

Todas as operações de mobilização que envolvem a perturbação do solo, afectam directa e indirectamente as emissões de gases de efeito de estufa. As emissões directas são devidas ao uso de combustíveis nas diferentes operações culturais, porém dependem de inúmeros factores, como a potência dos equipamentos e a velocidade de trabalho (Sorensen *et al*., 2014).

A agricultura é uma fonte de emissões antrópicas de gases de efeito de estufa, contribuindo com cerca de 10 -12% das emissões Mundiais, o que por sua vez corresponde a 6,1 Gt de CO_2-eq (Linquist *et al*., 2012). Portanto, para reduzir as emissões de gases de efeito de estufa para a atmosfera, tem que se baixar o uso de energia fóssil.

Outros impactos ambientais incluem a influência do teor de matéria orgânica do solo. As mobilizações profundas do solo diminuem o teor de carbono orgânico no solo e aumentam a perda de CO_2 dos solos (Reicosky *et al.*, 1997). No entanto, as mobilizações profundas podem, causar diminuição de CO_2 no solo em cerca de 30% a 50% (Schlesinger, 1985 citado por Sorensen *et al.*, 2014).

A avaliação da emissão de gases de efeito de estufa é habitualmente contabilizada considerando um indicador internacionalmente aceite e que expressa a quantidade de gases de efeito de estufa (GEE) em termos equivalentes da quantidade de dióxido de carbono (CO_2). O dióxido de carbono equivalente (CO_2-eq) considera não só o potencial de aquecimento global do CO_2, mas também de outros gases com efeito de estufa como o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). Na base de dados biograce o potencial de aquecimento global é calculado assumindo um coeficiente 23 para o metano e 296 para o óxido nitroso. Isso significa que a emissão de 1 milhão de toneladas de metano e de óxido nitroso é equivalente a 23 e 296 milhões de toneladas de dióxido de carbono, respectivamente (Biograce, 2008).

3. Materiais e Métodos

3.1 Caracterização Geral dos Olivais Analisados

A recolha de informação teve como base empresas que possuem olivais com diferentes sistemas de condução. Assim foi feito um levantamento *in loco* das técnicas de produção, de factores de produção e também dos equipamentos utilizados desde a instalação até à colheita. A recolha de informação foi efectuada em seis olivais, nas zonas do Baixo e do Alto Alentejo, dos quais quatro são olivais intensivos e dois são olivais super-intensivos. Todos os dados apresentados foram fornecidos pelos responsáveis das diferentes explorações.

3.1.1. Caracterização das Explorações

As explorações onde o sistema de produção é intensivo (A1, A2, A3 e A4), apresentam diferenças relativamente à área total e à densidade de plantação (Tabela 1). Existem também algumas diferenças em relação aos factores de produção aplicados e materiais auxiliares utilizados. As explorações onde o sistema de produção é super-intensivo (B1 e B2), apresentam características semelhantes ao sistema de produção intensivo, com excepção da densidade de plantação (Tabela 2), valores de produção e dos materiais auxiliares utilizados.

Tabela 1 – Caracterização dos olivais intensivos

Explorações	A1	A2	A3	A4
Área total (ha)	141	200	114	140
Número de árvores/ha	313	342	238	286
Distância entre árvores (m)	8 × 4	6,5 × 4,5	7 × 6	7 × 5
Produção (t/ha)	8,8	6	4,5	5

Tabela 2 – Caracterização dos olivais super-intensivos

Explorações	B1	B2
Área total (ha)	20	200
Número de árvores/ha	1667	1975
Distância entre árvores (m)	4 × 1,5	3,75 × 1,35
Produção (t/ha)	10	10

3.1.2 Instalação do Olival

Inicialmente ocorrem várias operações de preparação do solo para a instalação do olival. No caso dos olivais em sistema intensivo (A1, A2, A3 e A4) a mobilização do solo efectuada por um chisel, para permitir maior expansão das raízes no solo. A circulação de máquinas na exploração para a realização de todas as operações culturais, de forma a evitar passagens desnecessárias de máquinas, efectuada com o apoio de sistemas GPS.

Olival intensivo, as árvores foram plantadas manualmente. Pode fazer-se uma prévia abertura da cova de plantação ou não. No primeiro caso a abertura pode ser feita com broca ou com mini-giratória. Seguir-se-á a plantação manual. Quando não houver uma abertura prévia da cova, todo o trabalho será manual. Os tutores e protectores (para proteger as plantas de ataque de ratos e lebres) depois colocados manualmente. Relativamente aos olivais super-intensivos (B1 e B2), as operações assemelham-se às do olival intensivo, sendo que as diferenças estão relacionadas com o tempo de trabalho e mecanização das operações. A instalação de árvores efectuada mecanicamente com guiamento por GPS. Utiliza-se um plantador que abre um sulco, coloca a árvore e um tutor nesse sulco (os protectores não são colocados), necessitando de dois operadores no plantador, além do condutor do tractor. Um dos operadores do plantador coloca as plantas no local adequado para a máquina colocar no solo e o segundo operador faz o equivalente para o tutor bambu.

3.1.3 Operações de Manutenção

O olival como qualquer outra cultura, deve aproveitar ao máximo os elementos químicos e reservas de água do solo. No entanto, é absolutamente necessário evitar a competição com as infestantes. Nas explorações onde o sistema de produção é intensivo, o controlo de infestantes é efectuado na linha através da aplicação de um herbicida por um pulverizador e na entrelinha por mobilização com grade de discos ou por corte mecânico com um destroçador.

Os tratamentos fitossanitários são realizados por um pulverizador do tipo atomizador acoplado ao tractor. No caso das explorações em sistema intensivo, só existiu poda, no ano analisado, na exploração A1, tendo-se considerado apenas 1 hora para a realização dessa tarefa. A poda foi realizada com recurso a uma máquina de podar de discos. A colheita de azeitona é efectuada por um vibrador de ramos e da árvore completa acoplado ao tractor, (Tabela 3), nos meses de Novembro - Dezembro.

No caso das explorações onde o sistema de produção é super-intensivo (B1 e B2), as operações são semelhantes, existindo apenas diferenças relativas ao tempo de trabalho e à quantidade de gasóleo utilizado (Tabela 4). No caso da operação de poda, considerou-se apenas 0,5 horas de trabalho na exploração B1, porque na exploração B2, não foi efectuada poda no ano de análise. A colheita nos olivais super-intensivos é totalmente mecanizada, sendo realizada com uma máquina de colheita automotriz.

Tabela 3 – Operações de Manutenção do olival intensivo.

Explorações	Operações	h/ha	l/h	l/ha
A1	Monda de infestantes	0,5	4,5	2,3
	Tratamentos fitossanitários	0,5	5	2,5
	Gradagem	1	10	10
	Corte de ervas	1	7	7
	Poda	1	8	8
	Colheita	1,6	20	31
	Total			60,8
A2	Monda de infestantes	0,5	4	2
	Tratamentos fitossanitários	0,5	5	2,5
	Gradagem	1	10	10
	Corte de ervas	1	6,5	6,5
	Colheita	1,6	19	29,5
	Total			50,5
A3	Monda de infestantes	0,4	3,8	1,5
	Tratamentos fitossanitários	0,4	3,8	1,5
	Gradagem	1	8,5	8,5
	Corte de ervas	0,8	6	4,8
	Colheita	1,4	18	25,2
	Total			41,5
A4	Monda de infestantes	0,4	4	1,6
	Tratamentos fitossanitários	0,4	3,5	1,4
	Gradagem	0,9	9	8,1
	Corte de ervas	0,9	4,5	4,1
	Colheita	1,5	19	28,5
	Total			43,7

Tabela 4- Operações de Manutenção nos olivais super-intensivos

Explorações	Operações	h/ha	l/h	l/ha
B1	Monda de infestantes	0,7	4	2,8
	Tratamentos fitossanitários	0,6	3	1,8
	Gradagem	0	0	0
	Corte de ervas	1	6,5	6,5
	Poda	0,5	6	3
	Colheita	0,9	17	15,3
	Total			29,4
B2	Monda de infestantes	1,25	5	6,2
	Tratamentos fitossanitários	1,2	6,25	7,5
	Gradagem	0	0	0
	Corte de ervas	1	6,5	6,5
	Colheita	1,5	15	22,5
	Total			42,4

3.1.4 Fertilização

Os fertilizantes mais comuns para as oliveiras são de três classes: azotados, fosfóricos e potássicos, correspondo aos macronutrientes que com mais frequência podem encontrar-se no solo em quantidades limitadas e inferiores às necessárias para uma correta nutrição da planta.

Nas explorações com sistema de produção intensivo a aplicação dos fertilizantes é efectuada por um distribuidor centrífugo. No olival há que considerar a fertilização de instalação e de manutenção. Na altura da instalação fazem-se aplicações de fósforo e/ou potássio. A sua incorporação é feita no Outono, antes da chuva, pois practicamente não correm perigo de lixiviação.

No caso da fertilização azotada, verifica-se que o maior consumo de azoto inicia-se na diferenciação dos gomos (Fevereiro - Março) até ao vingamento do fruto (Maio - Junho), depois o consumo decresce um pouco e torna a alcançar outro valor máximo no momento do endurecimento do caroço (Julho - Agosto). Na tabela 5 apresentam-se os valores de fertilizantes aplicados, por hectare, nas explorações analisadas. No caso das explorações

onde o sistema de produção é super-intensivo, a quantidade dos fertilizantes aplicados é nalguns casos maior (Tabela 6), pois apresentam elevadas densidades de plantação.

Tabela 5 – Fertilização do olival intensivo

Explorações		**A1**	**A2**	**A3**	**A4**
Fertilizantes (kg/ha)	N	34,74	60,00	34,80	94,00
	P	11,51	35,00	51,00	42,90
	K	23,87	90,00	37,00	51,00

Tabela 6 – Fertilização do olival super-intensivo

Explorações		**B1**	**B2**
	N	60	150
Fertilizantes (kg/ha)	P	30	60
	K	100	100

3.1.5 Pesticidas

Os pesticidas são aplicados consoante as necessidades de prevenir e tratar pragas e doenças e dependem muito das condições climatéricas. Tanto nos olivais intensivos como super-intensivos a aplicação de pesticidas é efectuada por um pulverizador, verificando-se muitas vezes um maior consumo de produto nos olivais super-intensivos devido ao maior número de árvores (Tabelas 7 e 8). A aplicação dos diferentes pesticidas foi feita no período entre Maio - Setembro.

Tabela 7 – Pesticidas aplicados no olival intensivo

Explorações		A1	A2	A3	A4
Pesticidas (kg s.a/ha)	Fungicidas	0,8	1,6	3,1	0,7
	Herbicidas	2,1	3,1	0,9	0
	Insecticidas	0,5	0,3	0,6	1,1

Tabela 8 – Pesticidas aplicados no olival super-intensivo

Explorações		B1	B2
Pesticidas (kg s.a/ha)	Fungicidas	2,9	4,7
	Herbicidas	1,3	3,7
	Insecticidas	0,6	3,6

A aplicação dos diferentes tipos de pesticidas (herbicidas, fungicidas e insecticidas) em cada olival é muito variável. No caso dos sistemas super-intensivos os pesticidas mais aplicados são os fungicidas.

Os produtos aplicados nos diferentes olivais são compostos por diferentes substâncias activas (Tabela 9), com modos de acção e condições de utilização diferentes.

Tabela 9 – Substâncias activas presentes nos produtos químicos aplicados no olival intensivo

Explorações	Herbicidas	Fungicidas	Insecticidas
	Substância activa		
A1	Oxiflourfeno	Cobre	Dimetoato
	Glifosato	Tebuconazol	Deltametrina
	Florixipir	Oxicloreto de cobre	Lambdo-cialotrina
A2	Glifosato	Cobre	Cuprital
	Oxiflourfeno	Tebuconazol	Deltametrina
	Glifosato	Trifloxistrobina	Dimetoato
A3	Flazassulfurão	Tebuconazol	Lambda-cialotrina
A4	Glifosato	Cuprocol	Dimetoato

Tabela 10 – Substâncias activas presentes nos produtos químicos aplicados no olival super-intensivo

Explorações	Herbicidas	Fungicidas	Insecticidas
	Substância activa		
B1	Glifosato	Cobre	Deltametrina
	Oxiflourferno	Tebuconazol	Dimetoato
B2	Oxiflourfeno	Tebuconazol	Lambdo-cialotrina
	Glifosato	Cuprital	Deltametrina

Os dois sistemas de produção apresentaram semelhanças em termos de substâncias activas utilizadas, apesar dos nomes comerciais dos produtos poderem ser diferentes.

3.1.6 Consumo de Gasóleo

No que diz respeito ao consumo de gasóleo, nas explorações onde o sistema de produção é intensivo, notaram-se pequenas diferenças de uma exploração para outra. Nas tabelas 11 e 12 apresentam-se os valores do consumo total de gasóleo por hectare em cada uma das explorações analisadas, e que incluem as diferentes operações culturais, desde a preparação do solo até à colheita. Já no caso das explorações com sistemas de produção super-intensivos as operações culturais são semelhantes, mas as quantidades de gasóleo consumido são significativamente diferentes (Tabela 12). Isto deve-se a tempos de trabalho mais elevados e a maior quantidade de produto aplicado nas diferentes operações culturais (Tabela 4).

Tabela 11 – Consumo total de gasóleo do olival intensivo

Gasóleo (l/ha)	A1	A2	A3	A4
Gradagem	10	10	8,5	8,1
Corta erva	7	6,5	4,8	4,1
Monda de infestantes	2,3	2	1,5	1,6
Pulverização	0,3	10	22,4	12
Aplicação de fertilizantes	2,5	2,5	1,5	1,6
Poda	8	n.e	n.e	n.e
Colheita	31	29,5	25,2	28,5
Total	61,1	60,5	63,9	55,9

n.e – Não efectuada.

Tabela 12 – Consumo total de gasóleo do olival super-intensivo

Gasóleo (l/ha)	B1	B2
Gradagem	n.e	n.e
Corta erva	6,5	6,5
Monda de infestantes	2,8	6,2
Pulverização	2	7
Aplicação de fertilizantes	2,5	10
Destruidor de lenha	3	n.e
Poda	3	n.e
Colheita	15,4	22,5
Total	35,2	52,2

n.e – Não efectuada.

3.1.7 Rega

Nas explorações em estudo o sistema de rega utilizado foi a gota-a-gota.

A rega gota-a-gota geralmente exige maior investimento do que a rega por gravidade, o consumo de água é menor, o que também se traduz em menor energia gasta. Por outro lado, a rega gota-a-gota também exige consideravelmente menos mão-de-obra que a rega por gravidade. As regas foram realizadas de Maio a Outubro. Relativamente aos olivais onde o sistema de produção é intensivo, a quantidade de água aplicada variou entre 2000 e 3000 m^3/ha (Tabela 13) enquanto nos olivais onde o sistema de produção é super-intensivo, a quantidade de água aplicada foi igual (Tabela 14), sendo relativamente menor do que em algumas explorações intensivas.

Em média a água de rega aplicada nos olivais super-intensivos foi menor que nos intensivos por varias razões, provavelmente explicadas pelo tipo de solo, condições climáticas do ano, menor disponibilidade de água, ou por se ter optado por uma rega mais deficitária.

Tabela 13 – Rega do Olival intensivo

Explorações	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**
Agua aplicada (m^3/ha)	2000	2000	3000	2500

Tabela 14 – Rega do olival super-intensivo

Explorações	**B1**	**B2**
Agua aplicada (m^3/ha)	2000	2000

3.2. Metodologia de Avaliação dos Consumos Energéticos

Para a avaliação dos consumos energéticos foram calculados em primeiro lugar os consumos de energia primária directa, indirecta e total.

A energia directa, ou seja, a energia relacionada com os combustíveis utilizados nas operações culturais, foi calculada tendo em consideração as horas de trabalho por hectare (h/ha) e o consumo de combustível por hora (l/h), que permitiu determinar o consumo por hectare (l/ha), que depois foi multiplicado pelo respetivo coeficiente energético (MJ/l), obtendo-se a energia consumida por hectare (MJ/ha).

Quanto à energia indirecta, referente aos fertilizantes, pesticidas e materiais auxiliares, foi calculada tomando em consideração as quantidades de produto aplicado por hectare (kg/ha) multiplicado pelo respectivo coeficiente energético (MJ/kg), obtendo-se a energia consumida por hectare (MJ/ha).

A energia total é a soma da energia directa e indirecta, sendo a energia consumida por hectare expressa em MJ/ha.

De modo a melhor analisar os consumos energéticos foram também calculadas a energia específica e a productividade energética. A energia específica, obtêm-se dividindo a energia consumida por hectare (MJ/ha), pela produção obtida por unidade de área (t/ha) o que permite obter a energia consumida por tonelada de produto produzido (MJ/t). A productividade energética, é o inverso da energia específica, e permite quantificar a produção obtida por unidade de energia (t/MJ).

No caso da energia directa considerou-se apenas a energia referente ao consumo de gasóleo e energia elétrica, enquanto no caso da energia indirecta foi considerada a energia correspondente aos seguintes factores de produção: fertilizantes, pesticidas, sistema de rega e materiais auxiliares.

3.3 Conversão em Energia Primária e cálculo das emissões de gases com efeito de estufa

A energia consumida foi estimada para cada operação e para cada factor de produção com base na informação fornecida pelas explorações (quantidade de produto utilizado) e em coeficientes publicados na literatura (Tabela 15) ou obtidos na base dados do projecto Biograce (www.biograce.net).

O valor do consumo energético da rega é calculado em função do sistema de rega, que no caso foi o sistema de rega gota-a-gota, e do volume de água consumido.

No caso dos materiais auxiliares considerou-se a energia consumida no fabrico dos tutores utilizados na plantação, dos protetores contra os roedores e dos panos utilizados na colheita.

Na Tabela 15 apresentam-se também os factores de conversão utilizados no cálculo das emissões de gases de estufa, para cada factor de produção.

Tabela 15 – Coeficientes utilizados no cálculo da energia e da emissão de gases com efeito de estufa (GEE) para os diferentes factores de produção.

Consumos	**Energia Primária**	**Unidades**	**Emissões GEE**	**Unidades**	**Fonte**
Materiais	57	MJ/kg	2,69	$KgCO_2$-eq/kg	
Azoto	48,99	MJ/kg	5,88	$KgCO_2$-eq/kgN	Biograce (2008)
Fosforo	15,23	MJ/kg	1,01	$KgCO_2$-eq/kgP_2O_5	Biograce (2008)
Potássio	9,68	MJ/kg	0,58	$KgCO_2$-eq/kgK_2O	Biograce (2008)
Pesticidas	268,40	MJ/kg s.a.	10,97	$KgCO_2$-eq/kg s.a.	Biograce (2008)
Electricidade	9,7	MJ/kWh	0,47	$KgCO_2$-eq/kWh	Biograce (2008)
Rega	0, 63	MJ/m^3			Mihov e Tringoska (2008)
Gasóleo	49,996	MJ/l	3,65	$KgCO_2$-eq/l	Biograce (2008)

4. Apresentação e Discussão de Resultados

4.1 Energia Primária Consumida

Na Tabela 16 encontram-se os valores relativos à energia directa, energia indirecta e energia total (MJ/ha) calculados para os diferentes olivais estudados.

Tabela 16 – Consumos de energia primária nos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)

Energia primária consumida (MJ/ha)	A1	A2	A3	A4	B1	B2
Energia Directa	2857,81	2557,30	2182,46	2247,32	1846,73	2224,82
Energia Indirecta	6261,29	7264,74	5949,24	5064,70	8047,40	14504,71
Energia Total	9119,10	9822,03	8131,70	7312,02	9894,13	16729,53

Verifica-se que o consumo de energia directa (gasóleo e eletricidade) apresenta valores bastante inferiores aos consumos de energia indirecta, em ambos os sistemas de produção. O que permite realçar a importância do consumo de energia indirecta na contabilização da energia total consumida nestes sistemas de produção.

Comparando os valores de energia directa consumida em ambos os sistemas de produção, verifica-se que nos sistemas intensivos o consumo de energia directa é quase sempre superior aos sistemas super-intensivos, mas com valores próximos na maioria dos casos. O consumo de energia directa é superior no sistema intensivo devido ao tempo gasto nas operações de colheita e a potência das máquinas utilizadas na operação de colheita também poderá ter influenciado no consumo de gasóleo. Observando as tabelas 11 e 12 verifica-se um maior consumo de gasóleo na operação de colheita na maioria dos sistemas intensivos comparativamente aos super-intensivos.

No caso da energia indirecta, os consumos nos olivais em sistema super-intensivo (B1 e B2) são superiores aos dos olivais intensivos, sendo que no caso do olival B2 são bastante superiores. O olival B2 apresentou valores bastante superiores da energia indirecta devido à utilização de maior quantidade de fertilizantes e de pesticidas, o que se justifica pelo facto de possuir maior número de árvores por hectare.

A energia primária total consumida nos olivais onde o sistema de produção é intensivo, apresentou, na generalidade, um valor mais baixo que nos olivais super-intensivos. No entanto, no caso do olival A2 os valores são praticamente iguais aos do olival B1 do sistema super-intensivo. O olival A2 tem um consumo de energia indirecta maior que os outros olivais A, já que houve maior consumo de fertilizantes e de pesticidas.

Verifica-se também que no caso dos olivais em sistema intensivo os valores são próximos entre diferentes olivais, o que já não acontece no caso dos olivais em sistema super-intensivo onde os dois olivais analisados apresentam uma diferença muito maior entre valores totais de energia consumida. É de salientar que neste caso, apenas foi possível em tempo útil recolher informações junto de duas explorações, embora tenham sido efectuados contactos com outras. Assim, estes resultados parecem mostrar a necessidade de efectuar mais recolha de informação de modo a conseguir ter uma ideia mais precisa sobre os consumos neste sistema de condução do olival.

Na Tabela 17 e nas figuras 4 e 5 apresentam-se os valores relativos aos consumos de energia nas diferentes categorias de factores de produção nos olivais em sistema intensivo e super-intensivo analisados.

Tabela 17 – Consumos de energia primária dos diferentes factores de produção nos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)

Energia primária consumida (MJ/ha)	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**B1**	**B2**
Materiais	40,15	41,21	37,54	39,37	79,18	14,25
Fertilizantes	3871,96	4697,78	2762,04	3280,20	5371,40	10008,63
Pesticidas	900,12	1265,64	1259,65	485,13	1332,88	3220,80
Rega	1449,07	1260,11	1890,00	1260,00	1263,94	1261,04
Gasóleo	2857,81	2557,30	2182,46	2247,32	1846,73	2224,82
Total	9119,10	9822,03	8131,70	7312,02	9894,13	16729,53

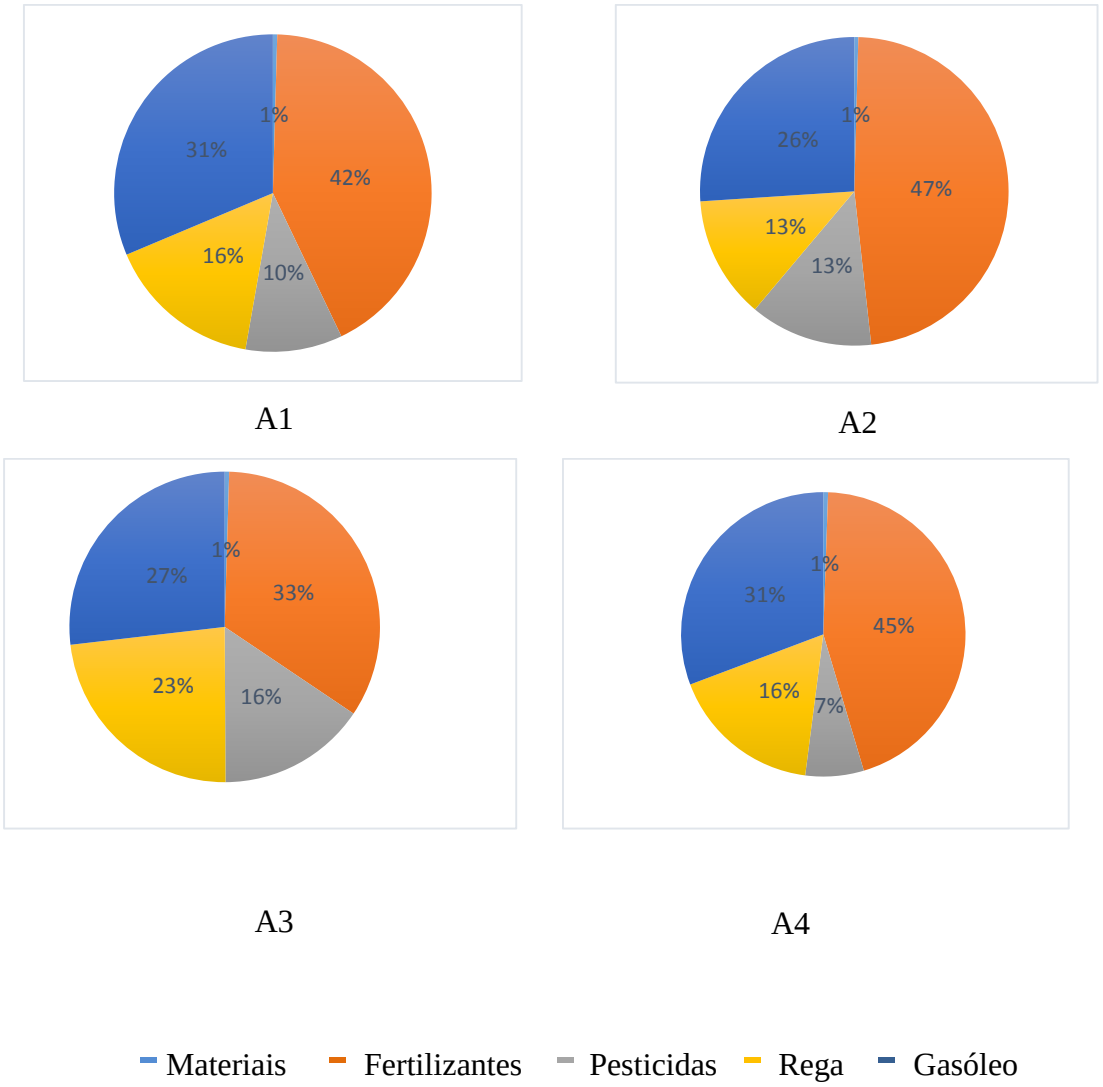


Figura 4 – Contribuição relativa dos diferentes factores de produção no consumo de energia primária nos olivais analisados em sistema intensivo (%)

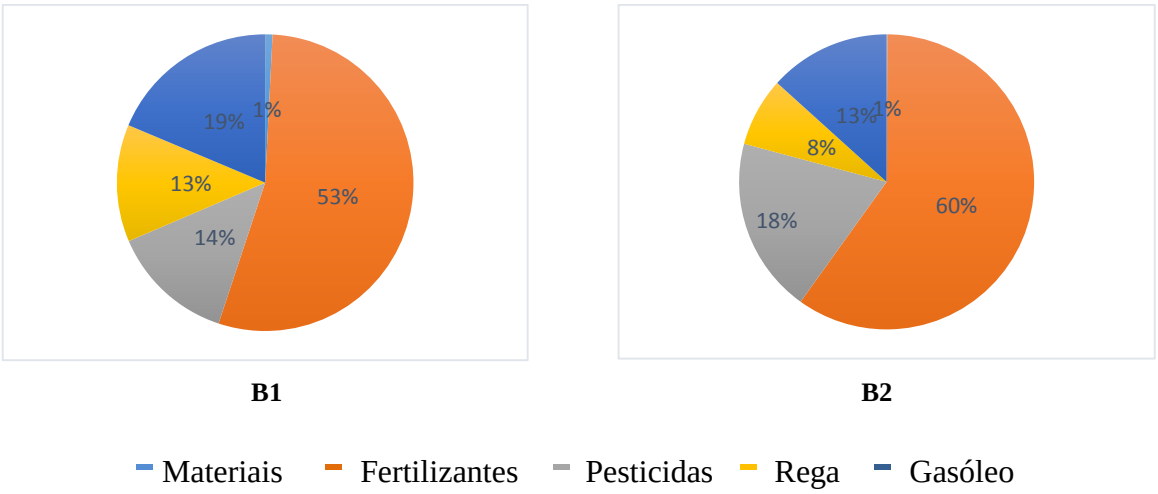


Figura 5 – Contribuição relativa dos diferentes factores de produção no consumo de energia primária nos olivais analisados em sistema super-intensivo (%)

Verifica-se que o maior consumo de energia, nos dois sistemas de produção, é referente aos fertilizantes, com valores que variam entre os 33% e os 47% da energia total consumida por hectare, no caso dos sistemas intensivos (Figura 4), e entre 53% e 60% nos sistemas super-intensivos (Figura 5).

No caso dos sistemas intensivos segue-se o consumo de gasóleo, com valores entre os 26 e 31 % do valor total de energia consumida por hectare, depois o consumo de energia na rega (13 a 23 %), nos pesticidas (7 a 16%) e em último lugar nos materiais com um valor inferior a 1% em todas as explorações.

No caso da exploração A1 o maior consumo de gasóleo verificado (Tabela 16) deve-se à operação de poda, que só ocorreu nesta exploração.

A produção de azeitona nas explorações A1 e A2 é superior às outras (Tabela 1). No caso da A2 utiliza-se maior quantidade de fertilizantes, o que já não acontece com a A1. De facto o maior consumo de fertilizantes aconteceu nas explorações A2 e A4, sendo que nesta última a produção obtida é relativamente baixa. De qualquer modo, os resultados obtidos estão de acordo com (Genitsariotis *et al.*, 1999, 2000, citado por Kaltsas *et al.*, 2007) que refere que os fertilizantes chegam a consumir pelo menos 50% de energia nos sistemas agrícolas. Por outro lado, estes resultados mostram que existe muito por estudar e que outros trabalhos com o maior número possível de olivais devem ser realizados, de modo a

permitirem compreender melhor a relação entre fertilização e produção, tendo em consideração os outros factores que influenciam a produtividade. No caso, das explorações A1 e A2, que obtêm elevada produtividade, o consumo de fertilizantes foi muito diferente, e isso pode estar relacionado com muitos factores como o tipo de solo, as condições climatéricas, a variedade, idade do olival, o momento de aplicação da água de rega.

No caso da rega, apesar do sistema de rega ser gota-a-gota em todos os olivais, existiu uma maior aplicação de água na exploração A3 (3000 m^3/ha), relativamente às outras (entre 2500 e 2000 m^3/ha), o que origina um maior consumo de energia necessário ao funcionamento do sistema. Segundo, um estudo de De Gennaro *et al.* (2008), a quantidade de água aplicada no olival intensivo foi de 1980 m^3/ha e no olival super-intensivo foi de 2040 m^3/ha, mas é necessário salientar que depende também das condições climatéricas de cada ano. Num outro estudo Basso *et al.* (2008), acrescentou que em Itália e em Espanha os agricultores em olivais intensivos consumem 1500 m^3/ha a 1700 m^3 /ha, respectivamente. Assim, podemos dizer que os valores utilizados nas explorações estudadas são ligeiramente acima do mencionado por estes autores, mas tal como foi referido, as necessidades de água dependem muito das condições climatéricas do ano, do tipo de solo, da idade das árvores e da própria gestão do sistema de rega ver em anexos os gráficos da precipitação e temperatura.

Embora a discussão sobre a utilização da energia na agricultura se centre fundamentalmente nos consumos de energia directa, importa mencionar que mais de 50% de energia total é proveniente da produção de adubos azotados e outros factores de produção. Num outro estudo, (Genitsariotis *et al.*,1996 citados por Kaltsas *et al*., 2007), a água de rega e os fertilizantes consumiam cerca de 80% de energia. Este valor é um pouco superior que nos olivais analisados, sendo que a localização poderá ter influenciado também.

De assinalar também a menor quantidade de pesticidas aplicados na exploração A4, o que pode ser devido a diferentes condições climatéricas (menos humidade) que conduziram a uma menor aplicação de produto.

No caso dos sistemas super-intensivos existem algumas diferenças quer entre as duas explorações analisadas quer entre estas e o que acontecia nos sistemas intensivos. Na exploração B1 o segundo factor de produção mais consumidor de energia é o gasóleo (19%), tal como acontecia nos sistemas intensivos, seguido dos pesticidas (14%). Mas na exploração B2, o peso dos pesticidas (18%) é maior do que o do gasóleo (13%). Poderá ser

pelo facto de que na exploração B2 não houve operação de poda, mas também porque a quantidade de pesticidas aplicados neste olival foram muito superiores aos aplicados no olival B1 (Tabela 8).

A rega também apresenta uma menor importância percentual no consumo de energia nestes olivais (8% a 13%), relativamente aos olivais intensivos, o que se deve fundamentalmente à menor quantidade de água aplicada. No caso da rega verificou-se que em termos absolutos apresentaram valores praticamente idênticos em ambos sistemas, como é o caso das explorações A1, A2, B1 e B2 (2000 m^3/ha). Mais uma vez são os materiais que ficam em último lugar no consumo energético.

4.2 Energia Específica e Produtividade Energética

No caso da energia específica (MJ/t) e da produtividade energética (t/MJ) verifica-se que existe alguma variação entre olivais (Tabela 18).

Tabela 18 – Valores da Energia especifica e da produtividade energética nos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)

Indicadores energéticos	A1	A2	A3	A4	B1	B2
Energia Especifica (MJ/t)	1036,26	1637,01	1807,04	1462,4	989,41	1672,95
Produtividade Energética (kg/MJ)	0,97	0,61	0,55	0,68	1,01	0,60

No caso dos olivais em sistema intensivo, foi o olival A1 aquele que apresentou menor valor de energia específica, o que é fundamentalmente devido à maior produção de azeitona (8 t/ha), que compensou mesmo consumos energéticos mais elevados em relação aos olivais A3 e A4 (Tabela 16). O olival A3 foi o que apresentou menor produção (4,5 t/ha) e mesmo tendo consumos energéticos menores que os olivais A1 e A2, foi o olival onde se gastou mais energia por tonelada de produto. O olival A1 foi o mais eficiente do ponto de vista dos consumos energéticos, já que se consumiu menos energia para produzir uma tonelada de azeitona.

Verifica-se assim uma maior produtividade energética no olival A1 devido à maior produção, sendo os valores muito parecidos no caso dos olivais A3 e A4, com a menor produção.

Nos olivais super-intensivos, verificaram-se consumos de energia muito diferentes (Tabela 16) e como tiveram a mesma produção (10 t/ha) os valores de energia específica são também diferentes. O olival B1 teve menores gastos de energia, pois existiu um menor consumo de fertilizantes e pesticidas, e assim este olival apresenta menores valores de energia específica e maior produtividade energética em comparação com o olival B2.

Comparando os dois sistemas de produção do olival, verifica-se que a produtividade energética é semelhante nos olivais A1 e B1 que têm produtividades semelhantes (8,8 t/ha e 10 t/ha) e consumos de energia primária total também semelhantes (9119 MJ/ha e 9894 MJ/ha). No caso do olival B2 que conseguiu a mesma produção do olival B1 mas com muitos mais gastos de energia, então a produtividade energética é parecida à do olival intensivo A2, que apresentam pouco mais de metade da produção dos super-intensivos, mas também com gastos energéticos que são menores. No caso dos olivais intensivos A3 e A4, a produtividade energética é menor, conseguindo-se somente 0,25 e 0,34 kg de azeitonas por unidade de energia total, o que se explica pela baixa produtividade destes olivais.

4.3 Emissão de Gases com Efeito de Estufa

No caso da emissão de gases com efeito de estufa (Tabela 19) verifica-se que os sistemas super-intensivos apresentam valores de emissão maiores.

Tabela 19 – Contribuição relativa dos diferentes factores de produção nas emissões de GEE nos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)

GEE (kg CO_2-eq/ha)	A1	A2	A3	A4	B1	B2
Materiais	1,89	1,94	1,35	1,86	3,74	0,67
Fertilizantes	615,79	1117,41	722,56	489,56	1323,14	1999,4
Pesticidas	36,79	51,74	19,83	19,83	54,48	131,66
Rega	311,14	311,14	466,71	388,93	466,71	311,14
Gasóleo	208,4	186,48	159,15	163,88	134,67	162,24
Total	1174,01	1668,71	1369,6	1064,06	1982,74	2605,11

Comparando os olivais em cada sistema verificam-se algumas diferenças importantes. O olival A4 apresentou uma menor emissão de CO_2 correspondente ao uso dos fertilizantes. A maior emissão de gases de efeito de estufa devido à rega nas explorações A3 e A4, em comparação com as outras, deve-se a maior tempo de funcionamento das bombas, necessárias para aplicar uma maior quantidade de água.

No caso do olival onde o sistema é super-intensivo, o olival B1 foi aquele que apresentou menor emissão de CO_2, sendo mais uma vez, e em ambos os olivais, os fertilizantes e a rega os principais responsáveis pelas emissões de CO_2.

Em alguns artigos os autores destacam que o potencial de emissões de CO_2 para os dois sistemas de condução em olivicultura são estimados a partir de consumos de combustível (IPCC, 1997).

No entanto, outros autores defendem que as fontes primárias de emissões de CO_2 são as operações culturais e a rega devido ao aumento de horas de rega. As operações culturais afectam directa ou indirectamente as emissões de CO_2. Emissões directas são devidas ao uso de combustíveis nas operações culturais, dependendo de inúmeros factores como as propriedades do solo, potência do tractor, velocidade de trabalho (Collins *et al*., 1976).

Observando a figura 6 verifica-se que no caso dos olivais em sistema intensivo, são os fertilizantes a ter maior peso percentual na emissão de gases de efeito de estufa, com valores que variam de 45% a 65 do valor total de CO_2. Depois temos a rega, com 19 a 37% do valor total, devido ao consumo de electricidade para o funcionamento das bombas dos sistemas de rega. As emissões devido ao consumo de gasóleo variaram de 11% a 18%, devido ao tempo trabalho das máquinas na realização das operações culturais, os pesticidas variaram de 1 a 4% e os materiais auxiliares menos 1%.

O olival A2 apresentou a maior emissão de gases de efeito de estufa, no caso dos fertilizantes e o olival A4 apresentou a maior emissão de gases com efeito de estufa, no caso da rega.

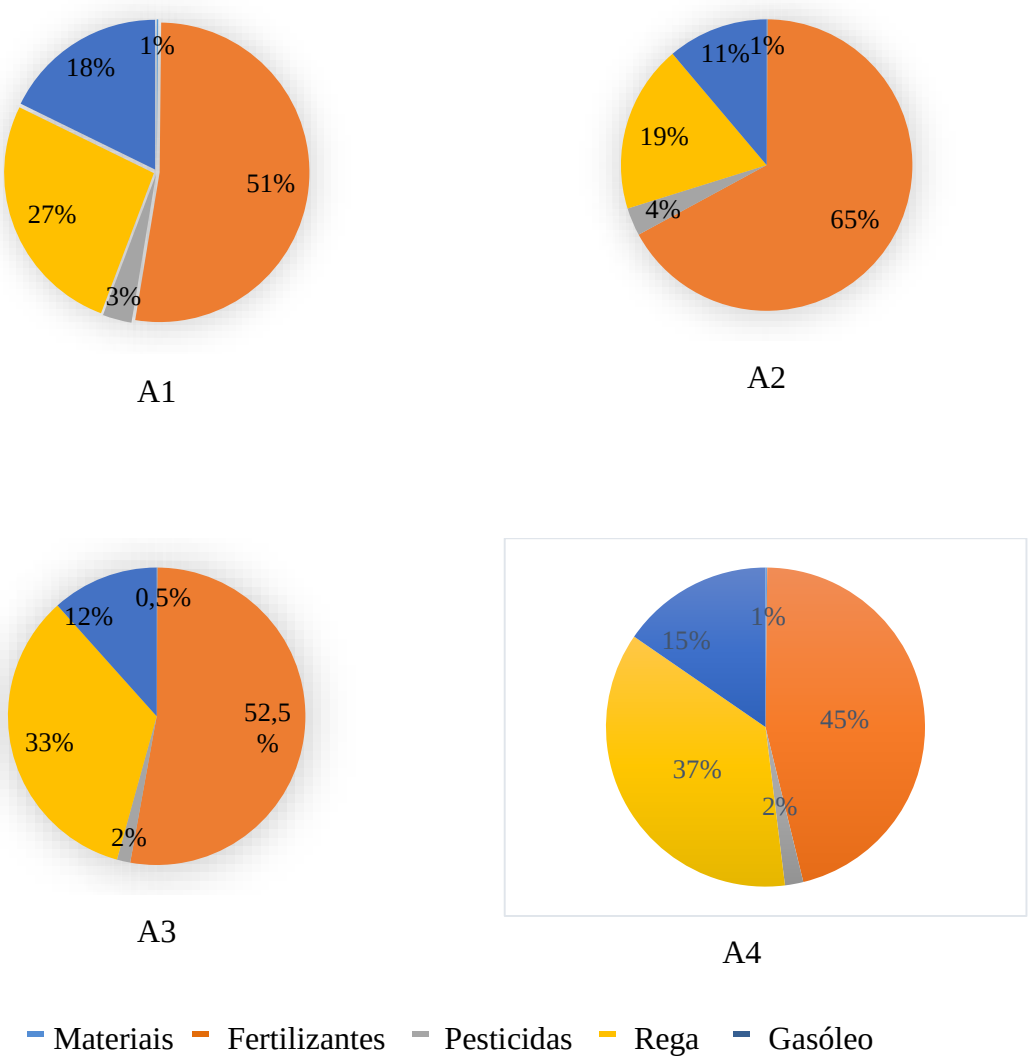


Figura 6 – Contribuição relativa dos factores de produção nas emissões de GEE nos olivais em sistema intensivo (%)

No caso dos olivais super-intensivos (Figura 7), verifica-se também um maior peso dos fertilizantes (72% e 76%) relativamente a todos os outros factores de produção. A eletricidade gasta na rega volta a aparecer como o segundo factor de produção com maior efeito sobre a emissão de GEE.

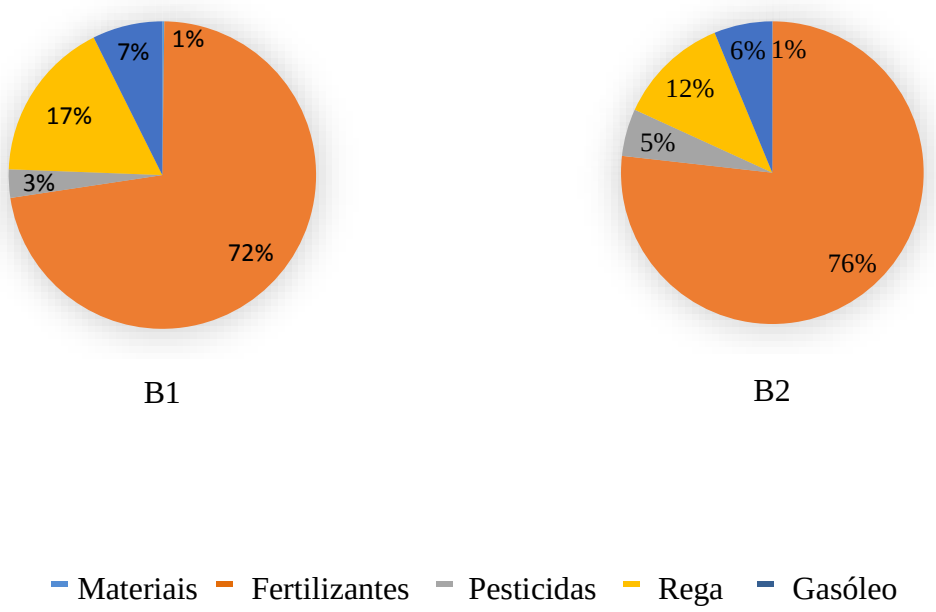


Figura 7 – Contribuição relativa dos diferentes factores de produção nas emissões de GEE nos olivais super-intensivos (%)

No caso dos olivais intensivos, A2 e A3 foram as explorações com maior emissão de gases com efeito de estufa, devido à aplicação total de fertilizantes e também da rega no caso da A3.

Relativamente aos olivais onde o sistema é super-intensivo verificaram-se diferenças importantes entre os dois olivais, B1 e B2, sendo que o olival B1 apresentou menor emissão de GEE que o olival B2, o que se explica pela maior aplicação de fertilizantes e pesticidas.

Considerando a emissão total de CO_2 por unidade de produto produzida (Tabela 20), verifica-se uma variação muito grande nos valores obtidos nos olivais em sistema intensivo, devido às diferentes produções obtidas. Nos olivais em sistema super-intensivo, com produções idênticas os valores de emissão total de CO_2 são mais semelhantes, mas nota-se um maior consumo de no olival B2 que apresentou também maiores consumos energéticos.

Tabela 20 – Contribuição relativa dos diferentes factores de produção totais nas emissões de GEE, em kg CO_2-eq/t, dos olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B)

	A1	A2	A3	A4	B1	B2
GEE (kg CO_2-eq/t)	133,41	278,12	304,36	212,81	198,27	260,51

4.4 Análise Comparativa dos dois Sistemas de Produção

De modo a fazer uma análise comparativa mais fácil entre os dois sistemas de condução do olival, calculou-se a média da energia total consumida nos olivais estudados em cada um dos sistemas. Na figura 8 apresenta-se o resultado do consumo médio de energia primária, em MJ/ha, para os olivais intensivos (A) e super-intensivos (B). A energia primária total média consumida foi de 8596,21 MJ/ha para os olivais intensivos e de 13311,83 MJ/ha para os super-intensivos, o que mostra haver diferença nos consumos médios de energia primária total. De facto, como seria de esperar, o olival intensivo apresentou valores menores devido à menor utilização dos factores de produção (energia fóssil, fertilizantes, pesticidas).

De salientar que a produção média do olival intensivo é de 6 t/ha enquanto nos sistemas super-intensivo é de 10 t/ha. Na figura 9 encontra-se a energia média consumida para produzir uma tonelada de azeitona e os resultados naturalmente reflectem o anteriormente exposto, já que a produção é muito superior nos olivais super-intensivos, fazendo com que a energia média consumida para produzir uma tonelada de azeitonas seja inferior (1485,7 MJ/t no intensivo e 1331,18 MJ/t no super-intensivo).

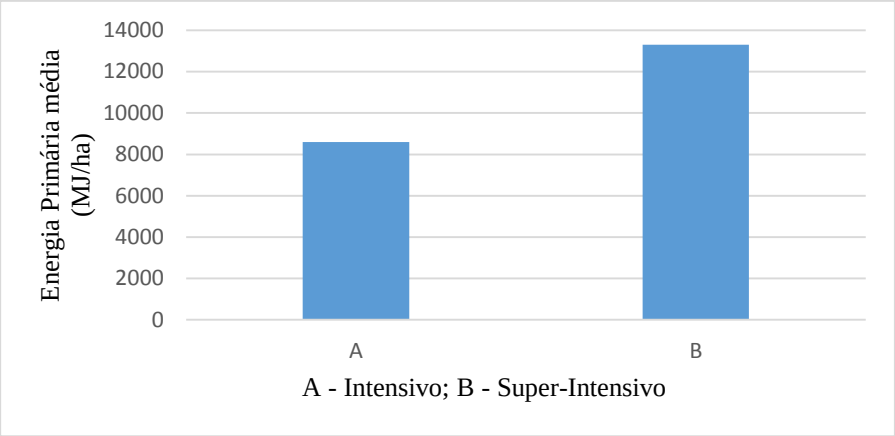


Figura 8 – Energia primária média, em MJ/ha, para os olivais em sistema intensivo (A) e super-intensivo (B).

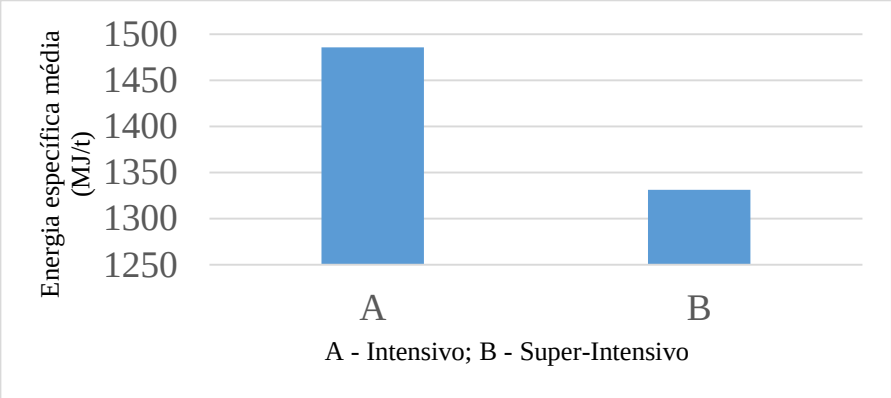


Figura 9 – Energia específica média, em MJ/t, para os olivais em sistema intensivo (A), e super-intensivo (B)

No que diz respeito à emissão média de GEE, em kg CO_2-eq /ha, os resultados encontram-se na figura 10, sendo que os olivais intensivos apresentaram valores médios menores de emissão de gases de efeito estufa (1319,10 e 2293,93 kg CO2-eq/ha, respectivamente). Este resultado é explicado pelo menor uso de fertilizantes e pesticidas e também devido a menor periodicidade de podas.

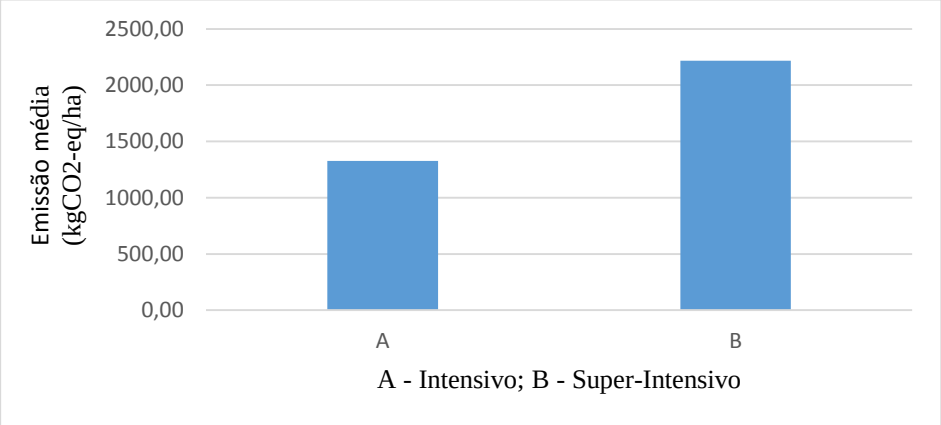


Figura 10 – Emissão média de GEE, em kg CO_2 - eq /ha, para os olivais em sistema intensivo (A), e super-intensivo (B)

Deste trabalho, podemos verificar que o aumento da eficiência energética, de forma a minimizar os desperdícios de energia, tornando a exploração mais eficiente terá de passar pela gestão das práticas culturais, no sentido de optimizar as máquinas que lhes estão associadas.

5. Conclusões

O aumento da eficiência energética é um desafio que se coloca actualmente no sentido de melhorar a conservação do meio ambiente e dos recursos escassos, como a água e a energia. A utilização mais eficiente da energia se consegue se os consumos por unidade de produção forem reduzidos. Porém, a poupança energética poderá ser conseguida através da redução directa no consumo de energia. O uso de energia na agricultura tem-se centrado principalmente nos consumos de energia directa, mas neste trabalho mostramos que uma parte muito importante da energia total consumida nas explorações está relacionada com a produção de adubos e outros factores de produção (pesticidas, máquinas). Foram assim identificados os indicadores energéticos de consumos de energia directa e indirecta, que permitiram identificar quais os factores de produção com maior impacto do ponto de vista energético e ambiental.

Os fertilizantes são um factor de produção muito importante no que ao consumo de energia diz respeito, seguido do gasóleo utilizado para as diferentes operações culturais. Relativamente às emissões de GEE, constatou-se que os olivais intensivos emitiam menos GEE, expresso em CO_{2eq}, para atmosfera em relação aos olivais super-intensivos, sendo que os fertilizantes e a rega destacaram-se em todas as explorações. Os resultados obtidos parecem indicar que para melhorar a eficiência energética na produção do olival será fundamental investir numa utilização racional dos fertilizantes. Para tal, será necessário ter programas de fertilização perfeitamente adaptados ao sistema de produção, à variedade, ao estado fenológico da cultura e características do solo, entre outros aspectos.

De salientar que este trabalho foi realizado tendo como base a informação fornecida por responsáveis das várias explorações, não tendo resultado de um trabalho de investigação clássico, com realização de trabalho experimental, previamente delineado e acompanhado ao longo da campanha para recolha de dados. Por este motivo, trata-se de resultados que ilustram casos de estudo, que são indicadores da realidade, mas que devem ser analisados tendo este aspecto em consideração. Cremos ser necessário um trabalho mais longo e com um número muito superior de explorações de modo a ter uma amostragem representativa que possibilitaria retirar mais algumas conclusões.

6. Referências Bibliográficas

Ahrens, C. D. (2011). Essential of meteorology: an invitation to the atmosfere. 6 ed. s. l. Cengage Learning. C,V. Coratina grown under intensive cultivation. *Scientia Horticulturae*, 222 - 229.

Audsley, E., Alber, S., Clift, R., Cowell, S., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliett, O., Kleijn, R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B., Van Zeijts, H. (1997). Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture. Final Report of the Concerted Action AIR3-CT94-2028. *Silsoe Research Inst*., Silsoe, UK.

Balafoutis, A., Baptista, F., Briassoulis, D., Silva, L., Panagakis, P., Murcho, D. (2014). Comparative studies on energy efficiency and GHG emissions between conventional and organic olive groves in Greece and Portugal. *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering – AgEng2014, C0344, 8 p.*. Zurique, Suiça.

Baptista F.J., Murcho D., Silva, L. L., Silva, J. R., Marques C., Dias A., Peça, J. O., Sousa A. (2013). Energia, ambiente, economia e olival no Alentejo. Estudo preliminar. *Actas do II Workshop (Bio) Energia, pp 116-123, 16 de Abril*, Universidade de Évora, Évora. ISBN*:* 978-989-8550-13-2.

Buschmann, A. H., Riquelme, V. A., Herna´ndez-Gonza´lez, M. C., Varela, D., Jiménez, J. E., Henrı´quez, L. A., Vergara, P. A., Guı´n˜ez, R., and Filu´n, L. (2006). A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific*: ICES Journal of Marine Science*, 63: 1338 - 1345.

Blancard, S., Martin, E. (2014). Energy efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information. *Energy Policy*, 66: 198 - 208.

Bohm,G. (2013). O grande livro da Oliveira e do Azeite. *Portugal oleícola*, 20 - 21.

Biograce. (2008). Harmonised Calculations of Biofuel Greenhouse Gas Emission in Europe. Acesso disponivel em: http://www.biograce.net/ [Consultado em 7 de Setembro de 2014].

Clements, D.R., Weise, S.F., Brown, R., Stonehouse, D.P., Hume, D.J., Swanton, C.J., 2005. Energy analysis of tillage and herbicide inputs in alternative weed management-systems. Agric. *Ecosyst. Environ*, 52: 119 - 128.

Collins, N.E., Kimble, L. J., Williams, T, H. (1976). Energy requirements for tillage oncoastal plains soils. In: Lockeretz W, editor. *Agriculture and energy*. New York: Academic Press; p. 233 - 244.

De Gennaro, B., Notarnicola, B. Roselli. L., Tassielli. G. (2012). Innovative olive growing models in environmental and economic assessment. *Journal of Cleaner Production*, 28: 70 - 80.

Dalgaard, T., 2000. Farm types—how can they be used to structure, model and generalize farm data? In: Weidema, B.P., Meeusen, M.J.G. (Eds.), Agricultural Data for Life Cycle Assessments. Report 2.00.01. Agricultural Economics Research Institute, The Hague, The Netherlands, ISBN: 90-5242-563-9 pp. 98–114

DGADR. (2009). Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Acesso Disponível em:http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/prodi_olival_2ed.pdf [Consultado em 14 de Setembro de 2014].

Díaz-Mendez, C., Gómez-Benito, C., 2010. Nutrition and the Mediterranean diet. A historical and sociological analysis of the concept of a 'healthy diet' in Spanish society. *Food Policy* 35: 437 – 447.

Dias, A. B. *Comunicação pessoal*, Dezembro de 2014.

Dias, A. B., Falcão, J., Peça, J. O., Pinheiro, A. (2012). Utilização da máquina de podar de discos num olival de 400 árvores por hectare. *Actas Portuguesas de Horticultura* nº 21, p. 107-114, ISBN -978-972-8936-13-6.

Duarte, F., Jones, N., Fleskens, L. (2008). Traditional olive orchards on sloping land sustainability or abandonment. *Journal environmental management*, 89: 86 - 98.

EEA. (2014). European Envirnment Agency. Acesso Disponível em: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/#c5=&c7=all&c0=10&b_start=0. [Consultado em 10 de Novembro de 2014].

Elmaz, O., Cerit, H., Ozcelik, M., Ulas, S., 2004. Impact of organic agriculture on the environment. Fresen. Environ. Bull. 13: 1072 - 1078.

Fluck, R.C. (1992). Energy of Human Labor. In: Fluck, R.C. (Ed.), Energy in Farm Production. Energy in World Agriculture, vol. 6. *Elsevier, Amsterdam*, pp. 31 - 37.

Garcia, A. G. (2005). O Cultivo Moderno do Olival; Publicações Europa-América – Colecção EUROAGRO. 295 pp.

Gołaszewski, J., Visser, C., Brodzinski, Z., Myhan, R., Olbaziety, E., Stolarski, Mariusz, S., Buisonjé, F., Ellen, H., Stranghellini, C., Voort, V. M., Baptista, F., Silva, L. L., Murcho, D., Aurich, M. A., Leibniz, T. Z., Ahokas, J., Jokiniemi, T., Mikkola, H., Rajaniemi, M., Balafoutis, A., Briossoulis, D., Mistriotis, A., Panagakis, P., Papadakis, G. (2012) State of the Art on Energy Efficiency in Agriculture. *Country data on energy consumption in different agroproduction sectors in the European countries* 1- 69.

Green, M.B. (1987). Energy in Pesticide Manufacture, Distribution and Use. In: Helsel, Z.R. (Ed.), Energy in Plant Nutrition and Pest Control. *Energy in World Agriculture*, 2, Amsterdam, pp. 165 - 177.

Guzman, G. I., Alonso, A. M. (2008). A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural Systems*, 89: 167 - 176.

Graaff, J., Zuazo, D, H. V., Jones, N., Fleskens, L. (2008). Olive production systems on sloping land: Prospects and scenarios. *Journal of Environmental Management*, 89: 129-13.

Hamedani, S. R., Keyhani, A., Alimardani, R. (2011). Energy use patterns and econometric models of grape production in Hamadan province of Iran. *Energy*, 36: 6345 - 6351.

Hatirli, S. A., Ozkan, B., Fert, C. (2006). Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. *Renewable Energy*, 31: 427 - 438.

INE. (2011). Recenseamento Agrícola 2009. *Estatísticas agrícolas*. Lisboa, Portugal. 185. pp.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (1997). In: Houghton, J.T. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. *IPCC Technical Support Unit*, 3, London.

Kaltsas, A. M., Mamolos, A. P., Tsatsarelis, C. A., Nonas, G. D., Kalburtji, K. L. (2007). Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122: 243 - 251.

Karimi, M., Rafiee, S., Mobli, H., Jafari, A., Shahin, S. (2008). Effect of farm zise on energy ratio for wheat production: *A case study from Ardabil Province of Iran. Agriculture and environment*, 3: 604 - 608.

Karkacier,O., Goktolga, G. Z. (2005). Input–output analysis of energy use in agriculture. *Energy Conversion and Management*, 46: 1513 - 1521.

Khaledian, R. M., Mailho, J. C., Ruele, P., Mubarak, I., Petter, S. (2010). The impacts of direct seeding into mulch on the energy balance of crop production system in the se of France. *Soil e Tillage Researc*h, 106: 218 - 226.

Lal. R. (2004). Carbon emission from farm operations. *Invirnmental international*, 30: 981-990.

Leitão, F., Potes, M., Calado, M., Almeida, F. (1986). Descrição de 22 variedades de oliveira cultivadas em Portugal. *Direcção geral de planeamento e agricultura*. Pp: 50 - 51 e 90 - 91.

Linquist, B., Groenigen, K. J., Borbe, A. A. M., Pittelkon, C., Kessel, V. C. (2012).An agronomic assessment of greenhouse gas emissions from major cereal crop. *Global Change Biology*, 18: 194 - 209.

Lockeretz, W. (1980). Energy inputs for nitrogen, phosphorus and potash fertilizers. In: Pimentel, D. (Ed.), Handbook of Energy Utilization in Agriculture. *CRC Press, Boca Raton*, FL, pp. 15 - 21.

Metzidakis, I, Vilela, A. M., Nieto, G. C., Basso, B. (2008). Intensive olive orchards on sloping land: Good water and pestmanagement are essential. *Journal of Environmental Management*, 89: 120 - 128.

Mihov, e Tringovska. (2010). Energy efficiency improvement of greenhouse tomato production by applying new biofertilizers. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16:* 454 - 458.

Ozkan, B., Akcaoz, H. Fert, C. (2004). Energy inputs-output Analysis in Turkish Agriculture. *Renewble Energy*. 39-51.

Ozkan, B., Fert, C., Karadeniz, F. C. (2007). Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. *Energy*, 32: 1500 - 1504.

Paço, T. A., Nogueira, A. M., Silvestre, J. C., Gonzalez, L. F., Santos, F. L., Pereira. L. S. (2012). Water ccand Footprint of a Super-intensive Olive Grove under Mediterranean

Climate. Proceedings of the VII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, 16 – 20 July, Giesenheim, Germany.

Palese, A. M., Nuzzo, V., Favati, F., Pietrafesa, A., Celano, G., Xiloyannis, C. (2010). Effects of water deficit on the vegetative response, yield and oil quality of olive trees Olea europaea. *Sciential Horticulturae,* 125: 222 - 229.

Pellegrino, E., Benea, C. D.,Tozzini, C., Bonari, E. (2011). Impact on soil quality of a 10-year-old short-rotation coppice poplar stand compared with intensive agricultural and uncultivated systems in a Mediterranean area: *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 140: 245 - 254.

Pimentel, D. (1992). Energy Inputs in Production Agriculture. In: Fluck, R.C. (Ed.), Energy in Farm Production Energy in World Agriculture, vol. 6. *Elsevier, Amsterdam,* pp. 13 - 29.

Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. Bioscience, 55: 573 - 582.

Pereira, A.R. (2007). Lce 306.

Pelizzi, G., Guidobono-Cavalchini, A., Lazzari, M., 1988. Energy Savings in Agricultural Machinery and Mechanization. Elsevier, London/New York.

Ranalli, A., Modesti, G., Patumi, M., Fontanazza, G. (2000). The compositional quality and sensory properties of virgin olive oil from a new olive cultivar: *Food Chemistry,* 69: 37 - 47.

Reicosky, D. C., Dugas, W.A., Torbert, H. A. (1997). Tillage-induced soil carbon dioxide loss from different cropping systems. *Soil e Tillage Research,* 41: 105 - l18

Sørensen, G. C., Halbergb, N., Oudshoorna, W. F., Petersenc, M. B., Dalgaard, R. (2014). Energy inputs and GHG emissions of tillage systems. *Biosystems engineering,* 97: 2 - 14.

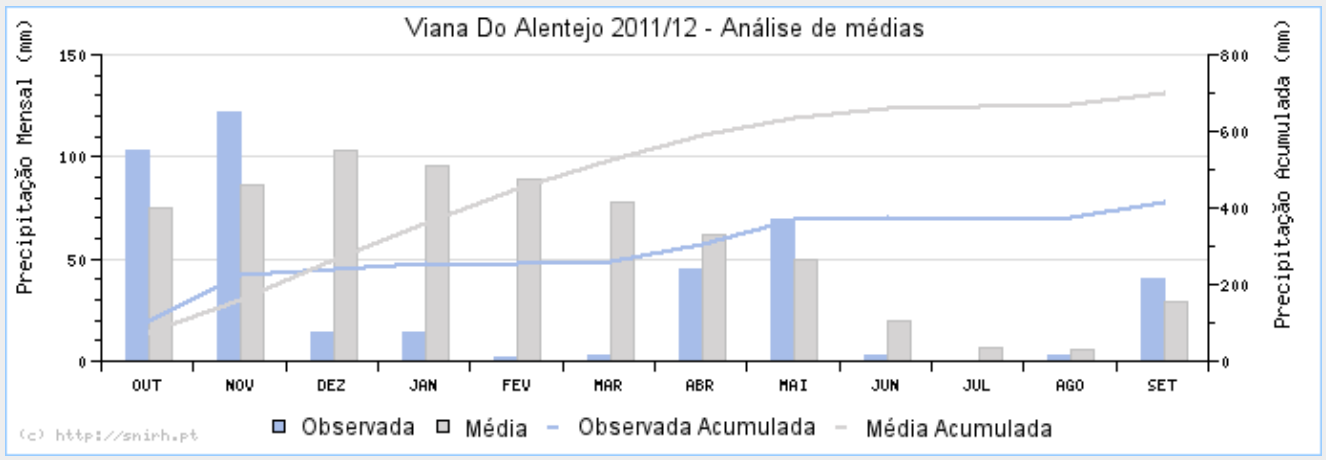
Strapatsa, A. V., Nanos, G.D., Tsatsalis, C. A. (2006). Energy flow for integrated apple production in Greece. Agric. Ecosystems Environment, 116 : 176 - 180.

Tsatsarelis, C.A. (1993). Energy inputs and outputs for soft winter wheat production in Greece. Agric. *Ecosyst. Environ*. 43, 109 - 118.

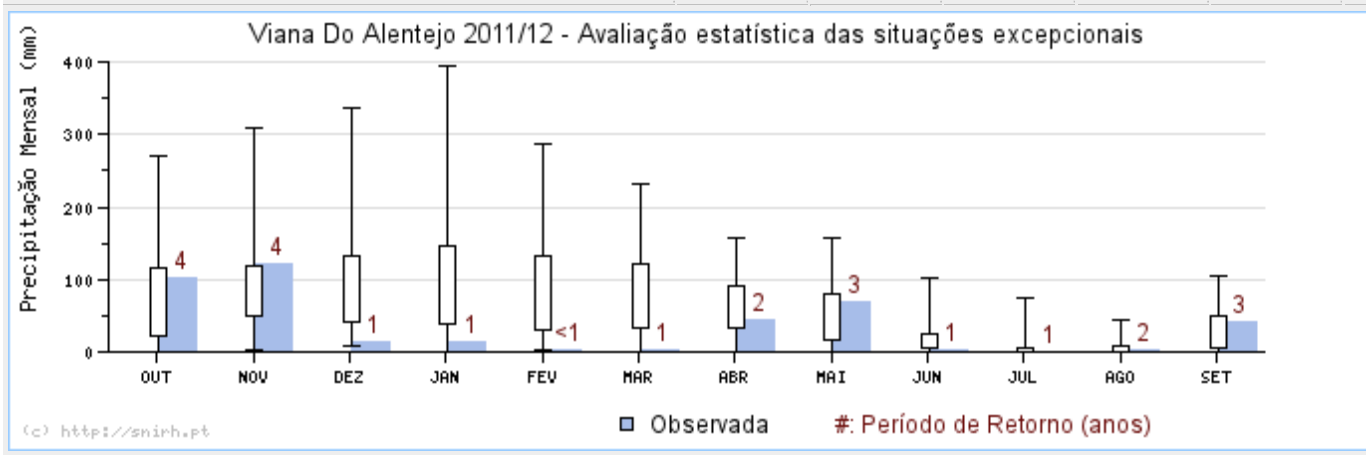
WEC . (2014). World Energy Council. Acesso disponível em: http://www.worldenergy.org/. [Consultado em 10 de Novembro de 2014].

Anexos

Anexo 1: Gráfico da precipitação mensal da estação de Viana Alentejo 2011/2012



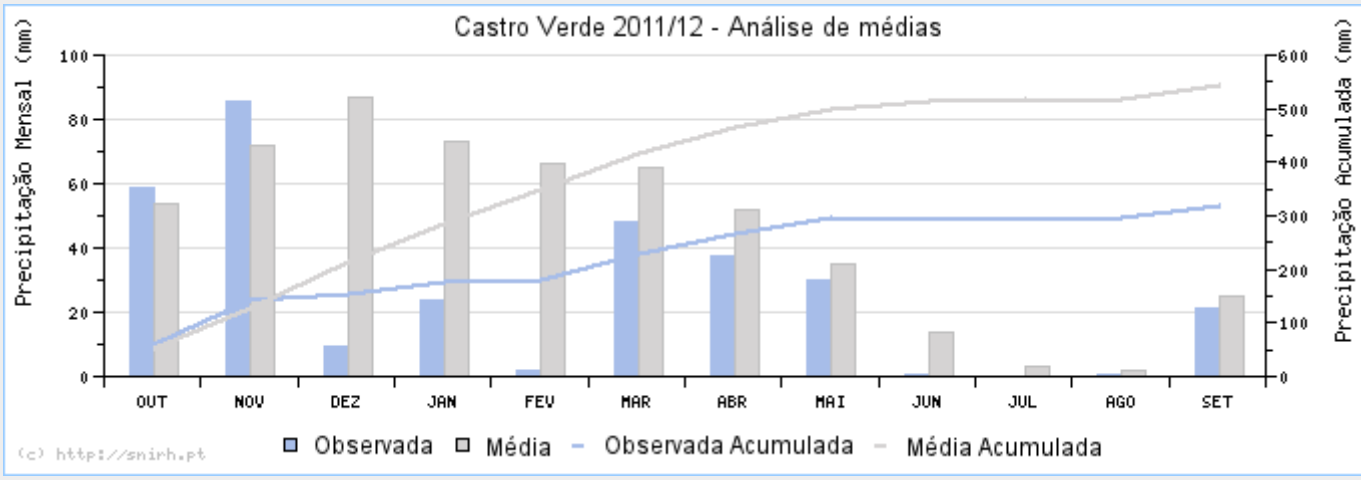
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	M
P. Mensal	103	121.7	14.4	14.5	1.8	2
P. Média Mensal	75	86	103	96	89	7
P. Acumulada Mensal	103	224.7	239.1	253.6	255.4	2
P. Média Mensal Acumulada	75	161	263	359	448	5



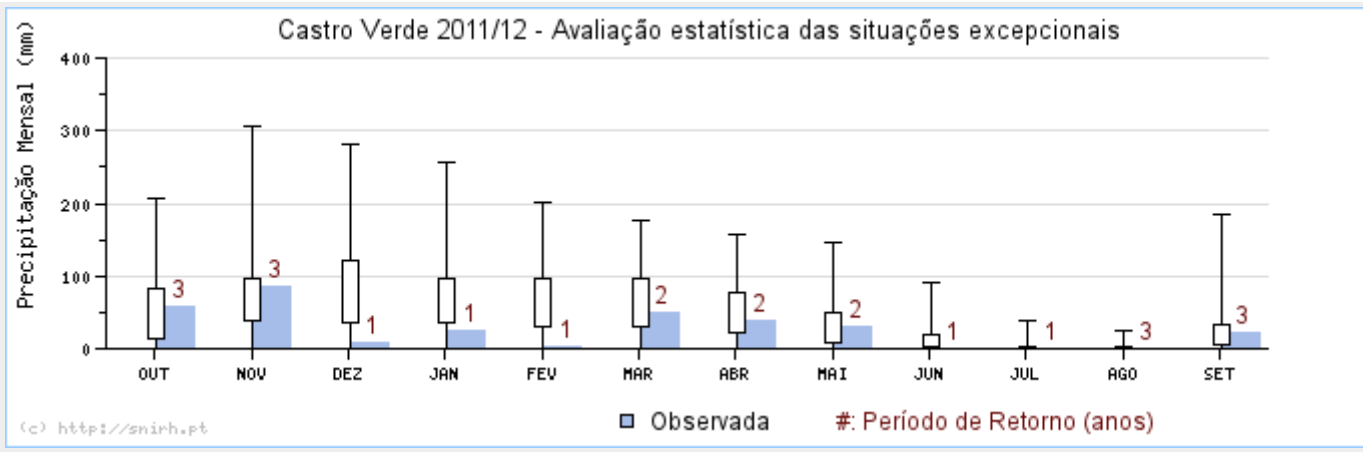
P. Mensal Mínima	0	2.5	8.2	0	3.4	0
P. Mensal - Percentil 25	22.9	48.3	41.4	39.7	30.3	3

P. Mensal - Percentil 75	115.8	118.7	133.1	147	131.4	1
P. Mensal Máxima	270.1	307.7	336.2	394	287.8	2
Período de Retorno (anos)	4	4	1	1	<1	1

Anexo 2: Gráfico da precipitação mensal da estação de castro verde 2011/2012

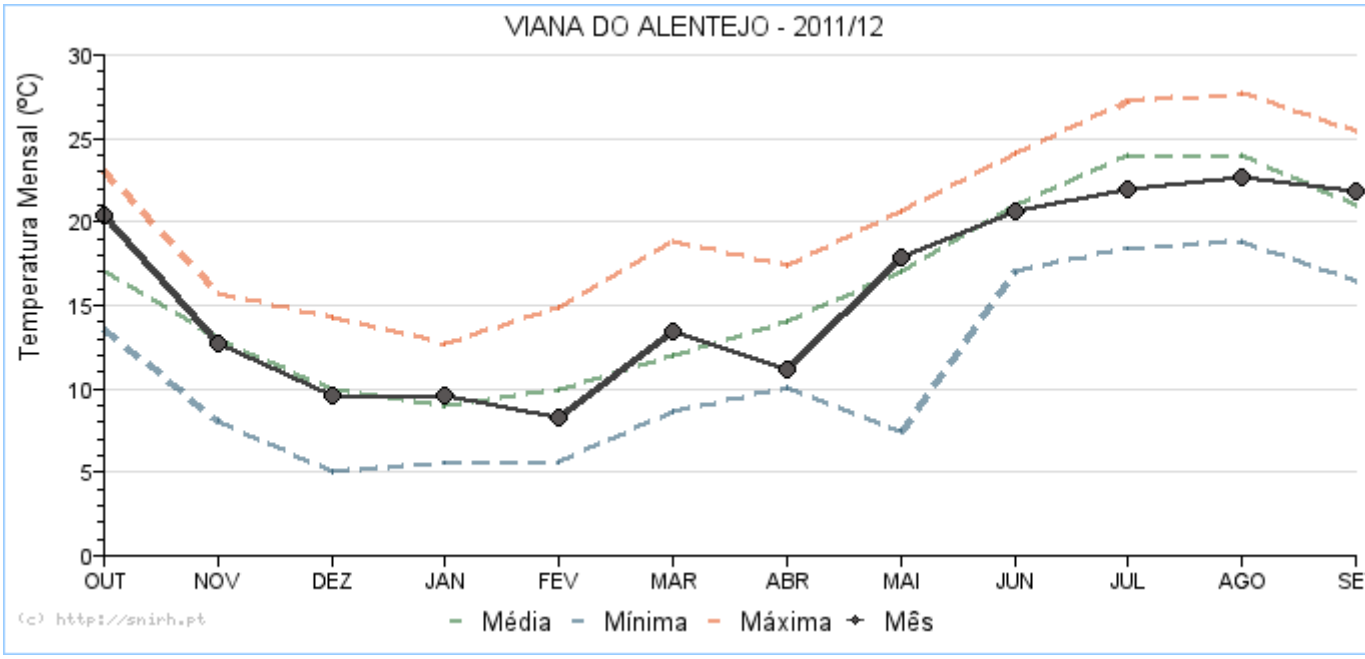


	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JU
P. Mensal	58.5	85.4	9.4	23.9	2.1	48.3	37.3	30.3	0.
P. Média Mensal	54	72	87	73	66	65	52	35	14
P. Acumulada Mensal	58.5	143.9	153.3	177.2	179.3	227.6	264.9	295.2	29
P. Média Mensal Acumulada	54	126	213	285	349	415	466	500	51



P. Mensal Mínima	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0
P. Mensal - Percentil 25	13	38.5	36	36.4	29.2	29.3	23.4	7.4	1.
P. Mensal - Percentil 75	83.2	95.7	121.7	95.6	96.4	96.2	78.3	50.9	20
P. Mensal Máxima	207.4	306.2	281.5	257.3	202.3	177.8	158.4	146	89
Período de Retorno (anos)	3	3	1	1	1	2	2	2	1

Anexo 3: Gráfico de temperaturas mensais da estação da Viana de Alentejo 2011/2012



	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SE
Temperatura Média Mensal	20.4	12.8	9.6	9.6	8.3	13.4	11.1	17.9	20.7	22	22.6	21.8
Temperatura Média Mensal Histórica	17	13	10	9	10	12	14	17	21	24	24	21
Temperatura Mensal Mínima	13.6	8	5	5.6	5.6	8.6	10.1	7.4	17.1	18.5	18.9	16.4
Temperatura Mensal Máxima	23.1	15.7	14.3	12.7	14.9	18.9	17.4	20.6	24.1	27.3	27.7	25.4