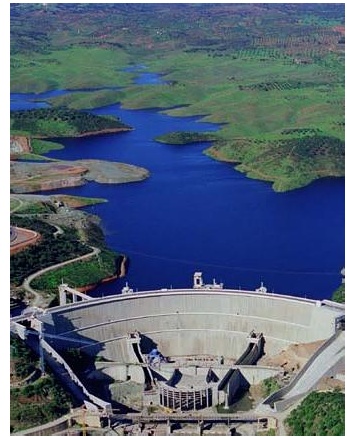


Metodologia de avaliação da ecoeficiência da água a nível agrícola: aplicação a um caso de estudo

Sofia Manuel Dias Gomes Rios



Metodologia de avaliação da ecoeficiência da água a nível agrícola: aplicação a um caso de estudo

Sofia Manuel Dias Gomes Rios

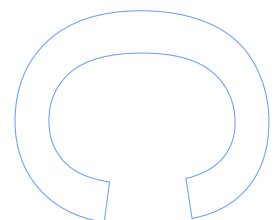
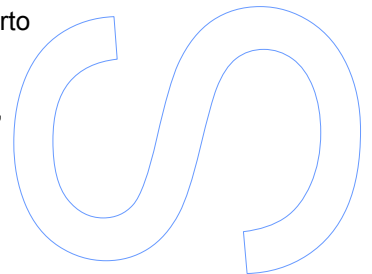
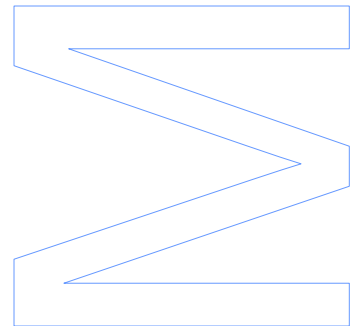
Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2011/2012

Orientador

Professor Doutor Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira Maia,
Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Co-orientador

Professor Doutor Nuno Eduardo Malheiro Magalhães Esteves Formigo,
Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

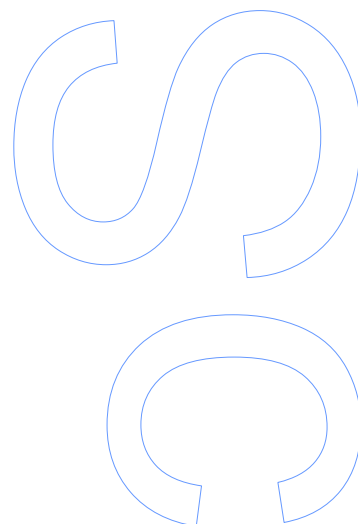
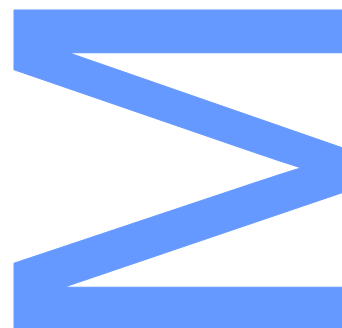




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Metodologia de avaliação da ecoeficiência da água a nível agrícola: aplicação a um caso de estudo

Sofia Manuel Dias Gomes Rios

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências e Tecnologia do Ambiente:
no ramo de Especialização em Riscos: Avaliação e Gestão Ambiental na Faculdade de
Ciências da Universidade do Porto

Orientador: Professor Doutor Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira Maia
Coorientador: Professor Doutor Nuno Eduardo Malheiro Magalhães Esteves Formigo

Porto, 28 de Setembro de 2012

Agradecimentos

A realização desta tese marca o culminar, até à data, de um longo ciclo de estudos como estudante. Gostaria assim de manifestar os meus agradecimentos mais sinceros a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Rodrigo Maia agradeço por ter tido a amabilidade de orientar a minha dissertação assim como pela confiança e valiosas críticas que me ajudaram ao longo do trabalho.

Ao Professor Doutor Nuno Formigo fico grata por ter aceitado coorientar a minha dissertação, bem como pelo apoio, incentivo e motivação prestados e valiosas sugestões que enriqueceram a mesma.

À Fundação Eugénio de Almeida, Olivais do Sul e Empresa de Desenvolvimento de Infra-estruturas de Alqueva, manifesto meus sinceros agradecimentos pela disponibilização de dados, através do projeto EcoWater, que serviram de base a esta dissertação.

Ao Eng^o Eduardo Vivas agradeço o tempo disponibilizado assim como a paciência incessante no esclarecimento de dúvidas e troca de ideias ao longo da realização desta dissertação.

Aos colegas da FEUP, Eng^a Vanessa, Juliana, Cristina e Eng^o Magalhães e Tiago Ferreira agradeço todo o encorajamento que me deram para finalizar esta dissertação.

Agradeço aos meus pais e avó, em especial à minha mãe, pela paciência, amor, carinho e apoio incondicional que sempre me deram, em todas as áreas da minha vida.

Agradeço também aos escoteiros que me formaram como pessoa e ensinaram princípios fundamentais de vida.

Aos cinco magníficos agradeço pelas muitas aventuras e histórias que vivemos juntos.

À equipa de futsal feminino e seleção de astronomia que proporcionou grandes momentos desportivos, alegrias e convívios.

Ao GAS'África e CREU agradeço o facto de me terem aberto horizontes e fomentado a minha vida espiritual.

Ao Centro de Apoio ao Sem Abrigo por me acolher e permitir dar um pouco mais de mim aos outros.

À Calheiros, à Mafalda e Vera pelo acompanhamento, companheirismo e amizade.

Agradeço a todos os meus amigos que me acompanharam ao longo desta vida académica, pela amizade, apoio e bons momentos vividos. Entre muitos, à Stephanie pela disponibilidade e força, à Kika pelo exemplo de trabalho e dedicação, ao Sérgio pela alegria contagiante e as noites em CC, ao Pedro Óscar pelas palhaçadas e serões divertidos, à Ângela pelas longas conversas de futebol, ao Fábio (maninho) pelos passeios e desabafos, à Joana Silva pela boa disposição e entretenimento, ao Alex pelos jantares e ao Carlos pela amizade e carinho ímpar e pelo facto de estar sempre presente.

Muitos outros ficam por citar, mas trago-os na memória e coração. A estes também um muito obrigado.

Para a minha mãe,

“Somos sempre do tamanho do que vemos e nunca da nossa altura”

Fernando Pessoa

Para o CM,

*“The people who are crazy enough to think they can change the world are the ones
who do”*

Steve Jobs

Para todos os meus amigos,

“Nada é realmente nosso até o partilharmos”

C. S. Lewis

Resumo

A ecoeficiência é um conceito inovador que visa traduzir a relação entre benefício socioeconómico, de determinada atividade ou processo de produção, e impactes ambientais associados. Ligada diretamente ao desenvolvimento sustentável, é um complemento fundamental para a gestão equilibrada dos recursos naturais, na medida em que permite a quantificação, através de indicadores de ecoeficiência, do valor económico e ambiental envolvidos em determinada atividade, permitindo estudar alternativas economicamente mais rentáveis e que reduzam o consumo dos recursos.

A ecoeficiência tem grande aplicabilidade, desde do setor agrícola ao setor industrial. Nesta dissertação foi proposta uma metodologia de avaliação de ecoeficiência da água utilizada para rega agrícola. Através de uma série de passos foi construído um método que permitisse obter um valor de ecoeficiência de utilização da água para rega. A obtenção desse valor de ecoeficiência manifesta-se numa mais-valia para os agricultores, no que toca a tomar decisões e comparar estratégias de produção, uma vez que a melhoria do valor de ecoeficiência, através da introdução de tecnologias, revela um ganho económico e/ou ambiental para os agricultores.

Como forma de avaliar a exequibilidade da metodologia sugerida, foi aplicada a um caso de estudo, ao Perímetro de Rega de Monte, mais especificamente a dois dos seus maiores agricultores, Fundação Eugénio de Almeida (FEA) e Olivais do Sul (ODS). A metodologia passou por avaliar a ecoeficiência da utilização da água das principais culturas do perímetro, o olival e o milho, para um ano de referência. O resultado da aplicação da metodologia foi o valor de ecoeficiência de utilização da água para a cultura de olival e milho da FEA e olival da ODS.

No entanto, como os preços da água vão aumentar, foi simulada a ecoeficiência para os preços mais elevados que os agricultores terão de pagar pela água. Assim, atendendo ao preço mais elevado, no sentido de comparar diferentes estratégias, foi simulada a ecoeficiência para a situação de aplicação de uma tecnologia, a implementação do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo.

Os resultados obtidos foram analisados e concluiu-se, em primeira instância, que a metodologia proposta no trabalho era aplicável, mas que para obter resultados mais precisos deveriam ser considerados mais impactes ambientais. Concluiu-se também que o preço da água não influencia o valor de ecoeficiência e que a nova tecnologia só era uma mais-valia no caso de produção do milho-grão na FEA.

Palavras-chave: ecoeficiência; indicador de ecoeficiência; PRMN; cadeia de valor; valor económico acrescentado; impacto ambiental.

Abstract

Eco-efficiency is an innovative concept aiming to translate the relationship between the economic benefit, of a given activity or production process, and the associated environmental impact. Directly linked to sustainable development, it is a fundamental complement for a balanced management of natural resources, insofar as it allows the quantification, through eco-efficiency indicators, of the economic value, resources and impacts involved in a given activity, enabling the study of economically more profitable alternatives that reduce the consumption of those resources.

Eco-efficiency has a high degree of applicability, from the agricultural sector to the industrial sector. In this thesis work a methodology of evaluating the eco-efficiency of water used for agricultural irrigation is proposed. By a series of steps a method that allows obtaining an eco-efficiency value of the use of irrigation water was developed.

The eco-efficiency is an added value for farmers, in what decision making and comparing production strategies are concerned. The improvement of the eco-efficiency value, through the introduction of technologies, shows an economic and/or environmental gain for farmers.

As a way to evaluate the feasibility of the suggested methodology, it was applied to a case study, to the Perímetro de Rega de Monte Novo (PRMN), specifically to two of its biggest farmers, Fundação Eugénio de Almeida (FEA) and Olivais do Sul (ODS). The methodology evaluated the eco-efficiency of the use of water in the olive grove and corn cultures, for a reference year. The result of the methodology application was the eco-efficiency value for the use of water in the olive grove and corn cultures of FEA and olive grove culture of ODS.

However, since water prices will increase, a simulation of the eco-efficiency for the increased prices that the farmers will have to pay for water was performed. So, given the higher prices, in the way of comparing different strategies, the eco-efficiency was simulated for a situation of technology application, the implementation of the subsurface drip irrigation system.

The obtained results were analyzed and it was concluded, in a first instance, that the proposed methodology was applicable, but that, in order to obtain more accurate results, more environmental impacts should be considered. It was also concluded that the price of water does not influence the value of eco-efficiency and the new technology would be an added-value only in the case of corn production in FEA.

Keywords: eco-efficiency; eco-efficiency indicator; PRMN; value chain; added economic value; environmental impact.

Índice

Agradecimentos.....	I
Resumo	V
Abstract	VII
Índice	IX
Índice de figuras	XI
Índice de tabelas.....	XV
Índice de equações.....	XVII
Lista de abreviaturas.....	XIX
Introdução.....	1
1 -Ecoeficiência	3
1.1 - Ecoeficiência e relações políticas.....	4
1.2 - Indicadores de ecoeficiência	6
2 - Metodologia de avaliação da ecoeficiência.....	9
2.1 - Cadeia de valor	9
2.1.1 - Identificação do indicador de ecoeficiência	12
2.2 - Avaliação da ecoeficiência	12
2.2.1 - Avaliação da componente ambiental.....	13
2.2.2 - Avaliação da componente económica.....	15
2.2.2.1 - Evolução do valor económico acrescentado e dos impactes ao longo da cadeia de valor da água	16
3 - Caraterização geral do perímetro de rega de monte novo	19
3.1 - Enquadramento territorial.....	19
3.1.1 - Sistema Alqueva	20
3.2 - Descrição do sistema de distribuição de água de rega do Perímetro de Monte Novo	23
3.2.1 - Tarifas de água	27
3.3 - Caraterização dos recursos hídricos	29
3.3.1 - Caraterização dos recursos hídricos superficiais	29
3.3.2 - Caraterização dos recursos hídricos subterrâneos	30

3.4 - Caracterização do tipo de solos	33
4 - Características das principais culturas regadas do PRMN	35
4.1 - Olival	35
4.2 - Milho	39
5 - Metodologia de avaliação da ecoeficiência no PRMN	45
5.1 - Caracterização dos agricultores	46
5.1.1 - Fundação Eugénio de Almeida	46
5.1.2 - Olivais do Sul (ODS)	49
5.1.3 - Entidade gestora do sistema de distribuição	50
5.2 - Construção da cadeia de valor	51
5.3 - Avaliação dos potenciais impactes resultantes da cadeia de valor	55
5.4 - Valor económico crescentado	58
5.5 - Situações de simulação	64
6 - Resultados e discussão	67
6.1 - FEA	67
6.1.1 - OFEA1	67
6.1.2 - OFEA2	71
6.1.3 - OFEA3	73
6.1.4 - MG1	75
6.1.5 - MG2	77
6.1.6 - MG3	78
6.1.7 - MS1	80
6.1.8 - MS2	82
6.1.9 - MS3	83
6.2 - ODS	85
6.2.1 - OODS1	85
6.2.2 - OODS2	87
6.2.3 - OODS3	88
7 - Conclusão	91
8 - Referências bibliográficas	93
Anexo I	103

Índice de Figuras

Figura 1 - Cadeia de valor da água (extraída de Ecowater, 2012b).	10
Figura 2 - Esquema representativo dos processos dentro de cada etapa da cadeia de valor (extraído de Ecowater, 2012b).	11
Figura 3 - Cadeia de valor e sua relação com os <i>atores</i> (extraído de Ecowater, 2012b).	12
Figura 4 - Representação das várias etapas do LCA (extraído de Michelson, 2006). .	13
Figura 5 - Representação esquemática dos requisitos de entrada e saída para um determinado processo (extraído de Ecowater, 2012c).	14
Figura 6 - Representação esquemática do MFA aplicada a uma etapa da cadeia de valor da água (extraído de Ecowater, 2012b).	15
Figura 7 - Diagrama x e y representativo da evolução do valor acrescentado e impactes da utilização da água ao longo da cadeia de valor (extraído de Ecowater, 2012b).	17
Figura 8 - Localização territorial do Perímetro de Rega de Monte Novo.	19
Figura 9 - O sistema do alqueva e seus subsistemas: principais albufeiras, canais e condutas do sistema de distribuição primário de rega.	21
Figura 10 - Localização do Perímetro de Rega de Monte Novo no projeto multiusos do Alqueva (EDIA,2011b).	22
Figura 11 - Detalhe do Perímetro de Rega de Monte Novo (ligação loureiro monte-novo, sistema de distribuição secundário, localização dos principais blocos de rega, reservatórios e bocas de rega (adaptado EDIA,2011a).	24
Figura 12 - Distribuição da água a diferentes pressões pelos blocos de rega do perímetro de rega de monte novo (adaptada do Google Earth).	25
Figura 13 - Recursos hídricos superficiais do Perímetro de Rega de Monte Novo: principais ribeiras.	29
Figura 14 - O estado ecológico das massas de água superficiais da bacia do Guadiana em 2009 (adaptado de PGBH, 2011).	30
Figura 15 - Os recursos hídricos subterrâneos sob o Perímetro de Rega de Monte Novo (adaptado de PGBH, 2011).	31

Figura 16 - O estado qualitativo das massas de água subterrâneas da bacia hidrográfica do Guadiana (adaptado de PGBH, 2011).....	32
Figura 17 - Distribuição do tipo de solos em Portugal (adaptado de Brito, 2012).	33
Figura 18 - Localização das herdades da FEA no PRMN (adaptado Google Earth). ..	46
Figura 19 - Localização da herdade da ODS no PRMN (adaptado Google Earth).	49
Figura 10 - Esquema geral representativo da cadeia de valor do Perímetro de Rega de Monte Novo.	52
Figura 22 - Esquema detalhado da cadeia de valor do olival da ODS e do milho e olival FEA.	54
Figura 21 - Esquema complexo representativo da cadeia de valor do Perímetro de Rega de Monte Novo.	54
Figura 23 - Esquema específico da cadeia de valor do olival da ODS e do milho e olival da FEA.....	55
Figura 24 - Evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação OFEA1 (situação de referência).....	70
Figura 25 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação de referência (OFEA1) e da situação para o preço da água em 2017 (OFEA2).....	72
Figura 26 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação para o preço da água em 2017 (OFEA2) e da situação para o preço da água em 2017 com a nova tecnologia (OFEA3).....	74
Figura 27 - Evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação MG1 (situação de referência).....	76
Figura 28 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação de referência (MG1) e da situação para o preço da água em 2017 (MG2).....	78
Figura 29 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação para o preço da água em 2017 (MG2) e da situação para o preço da água em 2017 com a nova tecnologia (MG3).....	80
Figura 30 - Evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação MS1 (situação de referência).	82

Figura 31 - Evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação OODS1 (situação de referência).....	86
Figura 32 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação de referência (OODS1) e da situação para o preço da água em 2017 (OODS2).	88
Figura 33 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação para o preço da água em 2017 (OODS2) e da situação para o preço da água em 2017 com a nova tecnologia (OODS3).	90

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Blocos de rega do Perímetro de Rega de Monte Novo (EDIA, 2011b).	23
Tabela 2 - Preço da água no Perímetro de Rega de Monte Novo (2010-2017).....	28
Tabela 3 - Ocupação cultural do PRMN (extraído EDIA,2012e).....	35
Tabela 4 - Ocupação cultural das herdades da FEA no ano de 2011.	47
Tabela 5 - OFEA1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade Álamo de Cima da FEA para o preço da água em 2011 (situação de referência).	69
Tabela 6 - OFEA2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade Álamo de Cima da FEA para o preço da água em 2017.	71
Tabela 7 - OFEA3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade Álamo de Cima da FEA com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017.	73
Tabela 8 - MG1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho-grão da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2011 (situação de referência).	75
Tabela 9 - MG2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho-grão da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2017.....	77
Tabela 10 - MG3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho-grão da herdade do Freixo da FEA com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017.	79
Tabela 11 - MS1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho silagem da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2011 (situação de referência).	81
Tabela 12 - MS2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho silagem da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2017.....	83
Tabela 13 - MS3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho silagem da herdade do Freixo da FEA com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017.....	84

Tabela 14 - OODS1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade de Azambuja da ODS para o preço da água em 2011 (situação de referência).	85
Tabela 15 - OODS2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade de Azambuja da ODS para o preço da água em 2017.	87
Tabela 16 - OODS3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade da Azambuja com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017....	89

Índice de Equações

Equação 1 - Indicador de ecoeficiência A	6
Equação 2 - Indicador de ecoeficiência B	6
Equação 3 - Indicador de ecoeficiência C	7
Equação 4 - Indicador de ecoeficiência D	7
Equação 5 - Indicador de ecoeficiência E	7
Equação 6 - Valor económico acrescentado total	16
Equação 7 - Dotação de rega	37
Equação 8 - Indicador de ecoeficiência F (selecionado)	56
Equação 9 - Impacte energético correspondente ao nó primário	57
Equação 10 - Impacte energético correspondente ao nó secundário	57
Equação 11 - Impacte energético correspondente ao nó agrícola.....	57
Equação 12 - Valor económico acrescentado correspondente ao nó primário	58
Equação 13 - Valor económico acrescentado detalhado correspondente ao nó primário.....	59
Equação 14 - Receita sistema de distribuição primário	59
Equação 15 - Volume à saída do sistema de distribuição primário	59
Equação 16 - Valor económico acrescentado correspondente ao nó secundário	60
Equação 17 - Receita sistema de distribuição secundário	60
Equação 18 - Volume à saída do sistema de distribuição secundário	61
Equação 19 - Valor económico acrescentado correspondente ao nó agrícola	62
Equação 20 - Receita agrícola	62
Equação 21 - Valor económico acrescentado correspondente ao nó do meio recetor	64

Lista de abreviaturas

- CA - Custos de produção Agrícola.
- CSP - Custos Sistema de distribuição Primário.
- CSS - Custos Sistema de distribuição Secundário.
- CT - Custos de Tratamento da água.
- DQA - Diretiva Quadro da Água.
- E - Energia.
- EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas de Alqueva.
- EDP - Eletricidade de Portugal.
- EE - Estação elevatória.
- EE1 - Estação Elevatória 1.
- EE2 - Estação Elevatória 2.
- EE4 - Estação Elevatória 4.
- EE4.1 - Estação Elevatória 4.1.
- EEp - Estação Elevatória primária.
- EEs - Estação Elevatória secundária.
- ETc - Evapotranspiração Cultural.
- EU - União Europeia.
- FAO - Food and Agriculture Organization.
- FEA - Fundação Eugénio de Almeida.
- LCA - Life Cycle Assessment.
- LCI - Life Cycle Inventory.
- LCIA - Life Cycle Impact Assessment.
- MAIBG - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana.
- MFA - Material Flow Analysis.
- MG1 - Milho-Grão da Fundação Eugénio de Almeida para o preço da água 2011.
- MG2 - Milho-Grão da Fundação Eugénio de Almeida para o preço da água 2017.
- MG3 - Milho-Grão da Fundação Eugénio de Almeida com tecnologia para o preço da água 2017.
- MS1 - Milho Silagem da Fundação Eugénio de Almeida para o preço da água 2011.
- MS2 - Milho Silagem Fundação Eugénio de Almeida para o preço da água 2017.
- MS3 - Milho Silagem da Fundação Eugénio de Almeida com tecnologia para o preço da água 2017.
- OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico.
- ODS - Olivais do Sul.
- OFEA1 - Olival da Fundação Eugénio de Almeida para o preço da água 2011.

OFEA2 - Olival da Fundação Eugénio de Almeida para o preço da água 2017.

OFEA3 - Olival da Fundação Eugénio de Almeida com tecnologia para o preço da água 2017.

OODS1 - Olival da Olivais do Sul para o preço da água 2011.

OODS2 - Olival da Olivais do Sul para o preço da água 2017.

OODS3 - Olival da Olivais do Sul com tecnologia para o preço da água 2017.

Pe - Precipitação Efetiva.

PGBH - Plano Gestão de Bacia Hidrográfica.

PRMN - Perímetro de Rega de Monte Novo.

Q - Volume de água.

R - Dotação de Rega.

R1 - Reservatório 1.

R2 - Reservatório 2.

R3 - Reservatório 3.

R4 - Reservatório 4.

R4.1 - Reservatório 4.1.

RA - Receita de produção Agrícola.

RSP - Receita Sistema de distribuição Primário.

RSS - Receita Sistema de distribuição Secundário.

TVA - Total Valor Acrescentado.

TVP - Total Valor Acrescentado do Produto.

VA - Valor Económico Acrescentado.

VMA - Valor Máximo Admissível.

VMR - Valor Máximo Recomendável.

VSaída SP - Volume à saída do Sistema de distribuição Primário.

VSaídaSS - Volume à saída do Sistema de distribuição Secundário

VSP - Volume à entrada do Sistema de distribuição Primário.

VSS - Volume à entrada do Sistema de distribuição Secundário.

Introdução

A presente dissertação debruça-se sobre o tema ecoeficiência da água tendo sido enquadrada pela investigação desenvolvida pela FEUP no âmbito do projeto europeu EcoWater do 7º programa quadro de investigação e desenvolvimento. Este projeto europeu visa a avaliação da ecoeficiência da água em diferentes setores, tais como agricultura, abastecimento urbano e indústria (têxtil, automóvel, energética e leiteira). Neste sentido, esta tese foi desenvolvida com o propósito de dar os primeiros passos na avaliação da ecoeficiência agrícola em Portugal.

O objetivo principal desta dissertação é fornecer uma metodologia de avaliação de ecoeficiência da água que seja aplicável ao nível agrícola. Deste modo, a metodologia proposta neste trabalho pretende servir de instrumento de auxílio às entidades gestoras de áreas agrícolas, na medida em que fornece uma linha orientadora para avaliação da ecoeficiência e consequentemente poupança de recursos económicos e preservação da Natureza. Esta metodologia passa em linhas gerais pela construção de uma cadeia de valor, pela definição do indicador de ecoeficiência que melhor se enquadra ao contexto agrícola, por métodos de avaliação da componente ambiental e económica desse mesmo indicador.

O objetivo secundário prende-se na aplicação desta metodologia a um caso de estudo concreto, com a finalidade de avaliar a sua ecoeficiência. O caso de estudo escolhido nesta tese incidiu sobre o Perímetro de Rega de Monte Novo (PRMN), mais especificamente sobre dois agricultores, a Fundação Eugénio e Almeida (FEA) e a Olivais do Sul (ODS). O PRMN foi escolhido devido a ser um perímetro de rega relativamente novo, que traduz a mudança das práticas agrícolas em curso na região (abrangida pelo aproveitamento de fins múltiplos do Alqueva), da tradicional agricultura de sequeiro para a de regadio, com a consequência de os agricultores terem de pagar pela utilização da água para rega. A FEA e a ODS, por sua vez, são os maiores produtores das principais culturas produzidas no PRMN, o olival e o milho. A ecoeficiência surge assim como uma mais-valia para reduzir os custos de exploração dos agricultores.

Esta dissertação pode ser dividida em duas partes, a primeira refere-se à proposta metodológica de avaliação da ecoeficiência e a segunda refere-se à aplicação desta mesma metodologia a um caso de estudo (PRMN). Deste modo, no seu conjunto fazem parte desta tese 8 capítulos (dois correspondentes à primeira parte e seis à segunda).

O capítulo 1 faz referência às múltiplas definições de ecoeficiência que surgiram ao longo dos anos, enquadrando, também, politicamente a ecoeficiência para tentar transmitir uma visão mais completa do contexto em que surgiu a ecoeficiência.

O capítulo 2 diz respeito à metodologia de avaliação da ecoeficiência. Este capítulo começa por descrever, em poucos passos, a construção de uma cadeia de valor de uma forma genérica, centrando-se depois no caso específico da cadeia de valor de utilização da água. O capítulo foca-se na identificação de um indicador de ecoeficiência e é sugerida uma metodologia de avaliação dos parâmetros que definem esse indicador de ecoeficiência, nomeadamente da componente económica e ambiental. Deste modo, este capítulo pode ser subdividido em quatro subcapítulos: a cadeia de valor, a avaliação da componente ambiental relativa aos métodos *Life Cycle Assessment* (LCA) e *Material Flow Analysis* (MFA), a avaliação da componente económica relativa ao valor económico acrescentado de utilização da água e a avaliação da ecoeficiência de uma cadeia de valor.

O capítulo 3 marca o início da segunda parte do trabalho. Neste capítulo é enquadrado territorialmente o Perímetro de Rega de Monte Novo e é efetuada uma caracterização geral deste mesmo perímetro, através de uma breve explicação do funcionamento do Alqueva. Neste capítulo são também referidas as tarifas de água em vigor no PRMN e caracterizados os seus recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

O capítulo 4 faz referência às culturas existentes no PRMN, abordando de uma forma extensiva os processos de produção das principais culturas do perímetro, como o olival e o milho.

O capítulo 5, por sua vez, prende-se com a aplicação da metodologia de avaliação da ecoeficiência da água no ciclo de produção do olival e do milho de 2 agricultores do PRMN, a FEA e ODS. O capítulo passa por fazer uma breve caracterização destes agricultores, enquadrando as culturas de olival e milho e construindo a cadeia de valor da água correspondente. São avaliados os impactes dessa cadeia de valor e calculado o valor acrescentado de utilização da água na produção de olival e de milho da FEA e de olival da ODS, de acordo com diferentes situações. As situações apresentadas têm em consideração o aumento do preço da água e a potencial implementação de uma nova tecnologia.

O capítulo 6 apresenta os resultados e discussão dos diversos cenários de ecoeficiência, anteriormente sugeridos.

O capítulo 7 indica as principais conclusões do trabalho realizado e o capítulo 8 corresponde às referências bibliográficas.

1.Ecoeficiência

A ecoeficiência não é um conceito estático, sofre alterações ao longo do tempo, como resultado de mudanças económicas e parâmetros ambientais. Neste sentido, têm sido utilizadas diferentes definições para designar a ecoeficiência.

O primeiro conceito de ecoeficiência surgiu, após a Cimeira das Nações Unidas em 1992, com a publicação do livro “Changing Course” (Schmidheiny, 1992). Este livro procurou desenvolver um conceito que unisse as melhorias ambientais e económicas de um negócio, rumo ao desenvolvimento sustentável, dando assim os primeiros passos no que seria o conceito de ecoeficiência.

Assim, em 1993, após um *workshop* alargado a vários grupos de interesse sobre este mesmo tema, foi acordada uma definição de ecoeficiência: “a ecoeficiência é alcançada mediante a oferta do mercado e serviços a preços competitivos, que, por um lado, satisfaçam as necessidades humanas e contribuam para a qualidade de vida e, por outro, reduzam progressivamente os impactes ecológicos e o uso intensivo de recursos ao longo do ciclo de vida, até atingirem um nível que, pelo menos, respeite a capacidade do planeta terra se regenerar” (WBCSD, 2000).

Já em 1995, a ecoeficiência encontra-se ligada em volta dos chamados “negócios verdes”. Segundo Porter e Van der Linde (1995), os gestores deviam começar a reconhecer as melhorias ambientais como uma oportunidade económica e competitiva em vez de só olharem para estas como um custo acrescentado ou uma ameaça inevitável. Defendem também que para que o progresso ambiental seja possível é necessário que as companhias inovem, com o intuito de aumentarem a produtividade de recursos, tornando-se mais competitivas a nível global. Neste sentido, para se poder evoluir, a visão dos mercados deveria ser reconstruída sob uma lógica económica que ligue o meio ambiente, a produtividade de recursos, a inovação e a competitividade (Ecowater, 2012a)

Em 1998, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) por sua vez definiu ecoeficiência como “a eficiência com que os recursos ecológicos são utilizados para ir de encontro às necessidades humanas”.

No entanto, a ecoeficiência não se resume a estas definições. Consoante o objeto em foco, foram aparecendo inúmeras definições ao longo dos anos. Ligada à igualdade social entre gerações, a ecoeficiência foi definida, em 1999, como um conceito e uma estratégia que permite estabelecer uma ligação entre a utilização de recursos da natureza e atividades económicas, respondendo às necessidades

humanas e permitindo assim um acesso equitativo ao ambiente pelas gerações atuais e futuras (Mol e Gee, 1999).

Associada à melhoria dos sistemas de produção, a ecoeficiência foi descrita no início deste século pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2000) como uma filosofia de gestão que encoraja uma procura de melhorias ambientais que produzam benefícios económicos paralelos. Nesse trabalho são também focadas oportunidades de negócio, permitindo às companhias tornarem-se ambientalmente mais responsáveis e mais rentáveis (dependendo dos cenários). Neste sentido, as oportunidades de negócio referidas incidiam sobre três vertentes de atuação: a reengenharia dos processos, reduzindo a poluição, consumo de recursos e evitando riscos, o re-desenhamo dos produtos, aumentando o seu valor acrescentado e minimizando os custos de produção, a revalorização dos produtos, através de uma utilização mais eficiente de recursos que gera um aumento do lucro (WBCSD, 2000). Deste modo, as companhias começaram a repensar os mercados económicos, no sentido de encontrarem formas inovadoras de irem ao encontro dos clientes e aumentarem a rentabilidade, reduzindo o consumo e emissões.

Muitas empresas já perceberam que a mudança para uma produção mais ecoeficiente irá melhorar o seu desempenho ambiental e reduzir os custos de energia, recursos utilizados e gestão de resíduos. No entanto, apesar de existirem técnicas/tecnologias ambientais potencialmente melhores, ainda há, por vezes, resistência à sua aplicação. Algumas das dificuldades apontadas para a não adesão são: o elevado custo de investimento, dificuldade de recorrer a crédito, a baixa consciencialização por parte dos consumidores e, em alguns casos, aversão à mudança, ao que é novo (CEC, 2004).

Torna-se, então, importante modificar mentalidades, criar formas de incentivo às empresas e apostar em pesquisas que forneçam informação sobre tecnologias alternativas.

1.1 Ecoeficiência e relações políticas

No contexto político, a ecoeficiência surgiu a par com o 5º Programa de ação em matéria de ambiente da UE (1992-2000). Este programa teve como ambição transformar os padrões de crescimento da comunidade europeia, de forma a promover o desenvolvimento sustentável. O programa entrou em vigor em 1993 e definiu a agenda legislativa da UE para a década posterior. O plano foi formulado com base nos conceitos de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade partilhada. Alguns dos objetivos passaram por desenvolver e dar expressão a políticas que visem

o desenvolvimento industrial sustentável (envolvendo a formulação de conceito de ecoeficiência) e a parcerias entre governos e indústria, que estimulem a capacidade de inovação da indústria através de incentivos adequados, tanto do lado da oferta como da procura.

Seguiu-se o 6º Programa de ação em matéria de ambiente da UE (2002-2012), que foca a necessidade de se “fazer mais com menos”, contribuindo para que os recursos renováveis e não renováveis não se esgotem. Neste sentido, a ecoeficiência surge como uma ferramenta prática de sistema de apoio à decisão. Os negócios devem operar de maneira mais ecoeficiente, ou seja, devem produzir os mesmos ou mais produtos, diminuindo o consumo de recursos e quantidade de resíduos produzidos. Assim, o conceito de ecoeficiência foca-se em práticas de utilização de recursos que privilegiem o progresso económico e ambiental, através do uso eficiente dos recursos e diminuição da poluição (ESCAP, 2009). A eficiência de recursos tem como objetivo otimizar os recursos utilizados. Segundo a Direção Europeia do Ambiente, os recursos precisam de ser geridos de uma maneira mais eficiente ao longo do seu ciclo de vida, a partir da extração, passando pelo transporte, transformação, consumo e terminando na eliminação de resíduos. Deste modo, produz-se mais valor, utilizando menos materiais, o que contribui para limitar os riscos de escassez e manter os impactes ambientais dentro de limites naturais (DG Environment, 2011).

O 6º Programa de ação em matéria de ambiente da UE também propõe alcançar a dissociação de dois conceitos, a utilização de recursos naturais e o crescimento económico. Segundo Jiménez-Beltrán (diretor executivo da Agência Europeia do Ambiente), “através do conceito de ecoeficiência é criado um tipo de informação que permite aos governos integrar objetivos ambientais nas políticas económicas, em prol do desenvolvimento sustentável (Dalhousie, 2011)”. Por outras palavras, este autor pretende dissociar o conceito em que o crescimento económico provém exclusivamente do consumo de recursos naturais, pois com o avanço da ciência e das inovações tecnológicas, é possível otimizar os processos produtivos e os produtos, reduzindo o consumo de recursos e contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável.

Cada definição de ecoeficiência envolve questões metodológicas específicas que são formuladas segundo um objetivo prático. A ecoeficiência pode incidir sobre melhorias específicas, com um carácter mais ou menos ambicioso, no que toca a dissociar a atividade económica dos recursos naturais, bem como promover a igualdade social.

1.2 Indicadores de ecoeficiência

A ecoeficiência refere-se de uma forma genérica à relação entre benefício socioeconómico (ou bem-estar) e impactes ambientais de uma mesma atividade, fomentando a melhoria dessa relação. Muitas vezes essa relação é expressa como uma razão entre parâmetros, económicos & parâmetros ambientais, a que se dá o nome de indicadores de ecoeficiência. Estes indicadores são utilizados para traduzirem a ecoeficiência sob a forma de um valor numérico, com o propósito de servirem de instrumento de auxílio no apoio à decisão (facilitando a comparação entre opções e estratégias).

Os indicadores de ecoeficiência variam consoante a definição de ecoeficiência que se está a analisar, ou seja, e em última análise, o indicador de ecoeficiência poderá variar de acordo com o autor que define ecoeficiência. Assim, a título de exemplo, segundo Mol e Gee (1999), o indicador de ecoeficiência é definido pela razão entre o produto interno bruto (PIB) e a quantidade de recursos utilizados (Equação 1), para Muller (2001) o indicador de ecoeficiência refere-se à razão entre desempenho ambiental e desempenho económico (Equação 2) e para Mickwitz et al. (2006) o indicador de ecoeficiência é dado pela razão entre o valor económico acrescentado e os impactes ambientais acrescentados (Equação 3).

Para outros autores, tais como Huppel e Ishikawa (2007), de acordo com a definição de WBCSD (2000), o indicador de ecoeficiência pode ter duas variantes distintas, isto é, (i) ser definido pela razão entre o valor de produção (que reside no produto produzido) e o impacto ambiental (Equação 4) ou (ii) ser definido pela razão entre o impacto ambiental e o valor de produção (Equação 5). Estes dois últimos indicadores são o inverso um do outro, mas ambos representam a ecoeficiência, na medida em que com a Equação 4 se pretende que haja uma criação de valor máximo de produção com um mínimo de impactes, e com a Equação 5 se pretende que hajam melhorias ambientais que se traduzam numa redução dos custos de produção. Deste modo, a diferença entre as Equações 4 e 5 apenas reside no foco de atuação.

$$\text{Indicador de ecoeficiência} = \frac{\text{PIB}}{\text{Recursos utilizados}}$$

(Equação 1)

$$\text{Indicador de ecoeficiência} = \frac{\text{Desempenho ambiental}}{\text{Desempenho económico}}$$

(Equação 2)

$$\text{Indicador de ecoeficiência} = \frac{\text{Valor económico acrescentado}}{\text{Impacte ambiental acrescentado}}$$

(Equação 3)

$$\text{Indicador de ecoeficiência} = \frac{\text{Valor de produção}}{\text{Impacte ambiental}}$$

(Equação 4)

$$\text{Indicador de ecoeficiência} = \frac{\text{Impacte ambiental}}{\text{Valor de produção}}$$

(Equação 5)

2. Metodologia de avaliação da ecoeficiência

O objeto de estudo da ecoeficiência deste trabalho centra-se na água utilizada por determinada cadeia agrícola para elaboração de um produto agrícola final. Neste sentido, é necessário elaborar uma cadeia de valor para conhecer as diferentes etapas que constituem o ciclo de vida da água e perceber quais os processos que a água está sujeita até ser utilizada para rega.

2.1 Cadeia de valor

A cadeia de valor como o próprio nome indica, corresponde a um conjunto de processos que se interligam de forma sequencial, gerando valor acrescentado. A cadeia de valor pode representar-se como um diagrama que define um conjunto de etapas relevantes para a área de atividade a analisar e que têm associado a si um valor. A análise da cadeia de valor é frequentemente utilizada para descrever o desempenho das atividades dentro e em torno de uma organização, região ou perímetro, pois avalia cada atividade em particular e contabiliza os benefícios que daí advém para o produto ou serviço final. Neste sentido, o conhecimento das relações e interações entre processos específicos, aliados à sistematização e organização da informação disponível, torna-se uma vantagem competitiva no mercado de concorrência (Porter, 1985).

Segundo Christopher (1998), a cadeia de valor também pode ser definida “como uma rede de organizações, que possuem diferentes processos que estão interligados, e que se traduzem em atividades que produzem valor, sob a forma de produtos e/ou serviços no consumidor final. Se a cadeia de valor englobar o uso e a eliminação dos produtos (ex: os efluentes ou resíduos gerados pela cadeia), passa a ter o nome de cadeia de valor alargada”. Este é um conceito mais abrangente e que dá particular realce ao ciclo de vida de um produto. A cadeia descrita neste trabalho é uma cadeia de valor alargada (Michaelson *et al*, 2006).

A construção de uma cadeia de valor é um processo moroso, que envolve um conhecimento aprofundado do sistema a analisar e que pode, portanto, tornar-se complexo, devido à propensão para reunir um grande número de informação e ligações. No sentido de simplificar, Porter (2012), identificou um conjunto de princípios orientadores da construção de uma cadeia de valor e que são:

1. Selecionar o foco da cadeia de valor (o objeto que serve de base à cadeia);

2. Identificar as atividades primárias, isto é as que estão diretamente relacionadas com a criação física do produto;
3. Identificar as atividades de apoio/secundárias, isto é as atividades complementares que servem de suporte às atividades primárias;
4. Para cada atividade primária, identificar quais as subatividades que geram valor, de acordo com três categorias:
 - 4.1. Subatividades diretas, isto é as que geram valor por si mesmas;
 - 4.2. Subatividades indiretas, isto é as que permitem o funcionamento das subatividades diretas;
 - 4.3. Subatividades que garantam a qualidade, isto é as que assegurem que as normas correntes são cumpridas nas subatividades diretas e indiretas;
5. Para cada atividade de suporte, identificar as subatividades que geram valor, segundo as categorias indicadas no ponto anterior;
6. Identificar as ligações entre todas as atividades de valor descritas acima;

Para aplicar estes princípios é necessário estabelecer limites físicos à cadeia a tratar. Estes limites são necessários para se ter a perceção de todo o ciclo de vida da água e ter em consideração as alterações que possam ocorrer nas etapas de fornecimento, utilização e devolução da água ao meio recetor. Estes limites também se tornam importantes pois vão restringir os parâmetros económicos e ambientais a serem incluídos na avaliação da ecoeficiência.

Após o estabelecimento destes limites deve-se mapear todas as etapas (atividades primárias) e processos relativos à utilização da água por um determinado sistema agrícola, tais como as etapas de fornecimento de água (extração, armazenamento, distribuição), as etapas de utilização de água para rega e as etapas correspondentes ao tratamento e devolução da água para o meio recetor. Cada uma destas etapas é representada na cadeia de valor por uma forma geométrica (círculo, quadrado) e corresponde aos chamados nós da cadeia (Figura 1). Estes nós representam uma parte vital da cadeia pois contribuem, posteriormente, para o valor económico de utilização de água (abordado no ponto 2.2.2) e é sobre estes que deverá recair o indicador de ecoeficiência (Ecowater, 2012b).



Figura 1 - Cadeia de valor da água (extraída de EcoWater, 2012b).

O objeto do sistema a analisar é a água, que deve estar disponível em quantidade e qualidade para a rega. A água surge como um bem intermediário no processo de produção agrícola, em que o produto final é o resultado da utilização da água e de outros requisitos de produção (*inputs*) tais como energia, fertilizantes, entre outros.

Cada nó do sistema inclui processos distintos (atividades secundárias), com diferentes *inputs* e resíduos, emissões (*outputs*). Os processos mais relevantes podem ser retratados dentro da própria cadeia, ao serem incluídos esquematicamente dentro da representação de cada nó, como esquematizado na Figura 2.

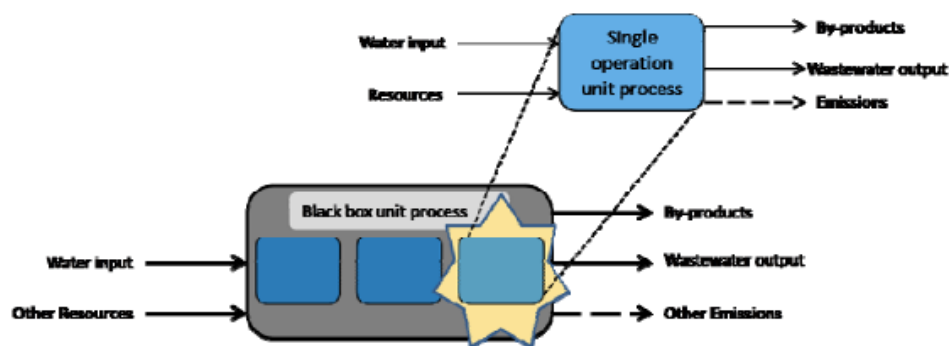


Figura 2 - Esquema representativo dos processos dentro de cada etapa da cadeia de valor (extraído de Ecowater, 2012b).

Estes processos devem ser identificados e caracterizados, com vista a serem avaliadas potenciais melhorias. O nível de detalhe de cada um dos processos (informação económica e ambiental) depende da quantidade de dados disponíveis. Se por ventura estes dados não estiverem disponíveis por processos a etapa é avaliada no seu todo e denominada como “*black box*”. Relativamente aos dados, estes são disponibilizados pelas entidades envolvidas (atores) de uma forma direta ou indireta na cadeia. Deste modo, os atores diretos são aquelas organizações ou indivíduos que gerem as diferentes etapas da cadeia, são responsáveis por tomar decisões e têm numa primeira instância benefícios ou custos económicos referentes aos processos. Os atores indiretos são aquelas instituições, autoridades governamentais, que podem influenciar os custos ou benefícios económicos dos atores diretos, através de instrumentos reguladores (ex: qualidade), instrumentos económicos (ex: subsídios verdes). A Figura 3 representa esquematicamente um exemplo da participação de atores diretos na cadeia de valor da água para rega (Ecowater, 2012b).

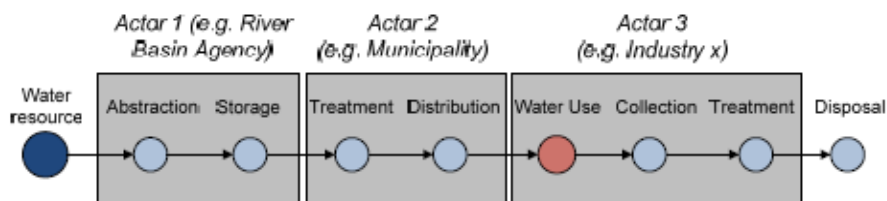


Figura 3 – Cadeia de valor e sua relação com os atores (extraído de Ecowater, 2012b).

Após a construção da cadeia de valor deverá ser identificado o indicador de ecoeficiência que melhor permita determinar a ecoeficiência da utilização da água na produção agrícola.

2.1.1 Identificação do indicador de ecoeficiência

De entre os diversos indicadores citados no ponto 1.3, optou-se por aquele que se julga mais adequado à metodologia adotada neste trabalho, e que será o indicador de ecoeficiência representado pela Equação 3. Esta escolha deve-se ao facto de ser o único indicador que permite avaliar o valor económico e ambiental para cada um dos nós da cadeia, tendo em consideração o valor económico e ambiental dos processos que ocorrem nos nós anteriores. Deste modo, aplicando a Equação 3 ao último nó da cadeia consegue-se obter informação do valor económico acrescentado e impacte ambiental acrescentado de toda a cadeia.

De acordo com a Equação 3, a ecoeficiência é melhorada através da redução dos impactes ambientais enquanto se mantém ou se aumenta o valor acrescentado de um produto, ou de uma outra forma, mantendo-se os mesmos impactes ambientais e aumentando o valor acrescentado de determinado produto. Em relação aos benefícios sociais embora estes não estejam incluídos no indicador, resultam normalmente de consequências indiretas do mesmo.

2.2 - Avaliação da ecoeficiência

Tal como referido em 2.1.1, de acordo com a Equação 3, para definir o indicador de ecoeficiência da água em contexto agrícola é necessário ter conhecimento do valor económico acrescentado de utilização da água para rega, assim como dos impactes ambientais gerados ao longo do seu ciclo de vida. Deste modo, a cadeia de valor torna-se um instrumento valioso na identificação dos

principais processos envolvidos no ciclo de vida da água e serve de base para avaliação dos principais impactes ambientais desse mesmo ciclo. Nesta perspetiva torna-se importante avaliar a componente económica e ambiental para cada nó da cadeia de valor com a finalidade de se obter um valor global de ecoeficiência para o final da cadeia no último nó.

2.2.1 – Avaliação da componente ambiental

A avaliação da componente ambiental pode ser efetuada através de diversas metodologias, tais como a avaliação do ciclo de vida (LCA, Life Cycle Assessment) e a análise de fluxo de materiais (MFA) (Mickwitz, 2006).

O LCA é utilizado para avaliar o impacte ambiental de um produto ou serviço durante o seu ciclo de vida (ISO14040:2006). A metodologia requer uma quantificação de todos os *inputs* e *outputs* através do ciclo de vida de um produto desde a sua extração até à eliminação, ou no caso da água para rega, devolução ao meio recetor (EEA 2012). O LCA permite a avaliação dos encargos globais ambientais, identificando os pontos-chave de melhoria ambiental, através de inovações tecnológica. O LCA compreende 4 fases como demonstra a Figura 4.

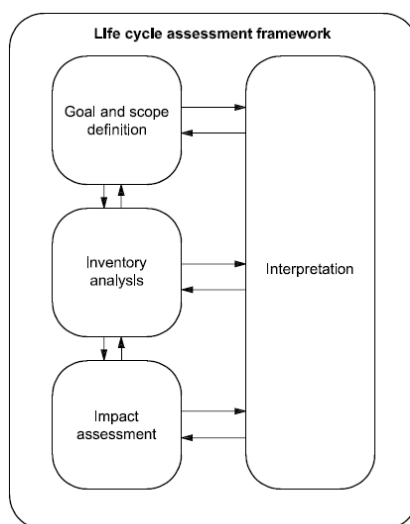


Figura 4 - Representação das várias etapas do LCA (extraído de Michelson, 2006).

A primeira corresponde à definição de âmbito, isto é à definição de limites físicos do sistema a analisar bem como à definição da unidade funcional. No caso de

se já ter realizado a cadeia de valor estes limites e a unidade funcional (volume de água) já estão definidos.

A segunda fase destina-se ao inventário do ciclo de vida (LCI, Life Cycle Inventory), isto é a fazer uma listagem da quantidade de recursos utilizados (ex: água, energia, azoto) e recursos emitidos (ex: efluentes), ou por outras palavras os *inputs* e os *outputs*.

A terceira fase diz respeito à avaliação de impacte de ciclo de vida (LCIA, Life Cycle Impact Assessment), isto é as variações *input/output* são avaliadas ao longo da cadeia e previstos os potenciais impactes ambientais que, por sua vez, são agregados por categorias. Para saber a contribuição de cada impacte dentro de uma mesma categoria é atribuído a cada impacte uma magnitude a que se chama fator de caracterização. Posteriormente, os impactes são normalizados e é-lhes atribuído um determinado peso na cadeia global. Estes dois últimos passos são opcionais.

A quarta fase refere-se à interpretação do ciclo de vida do produto, isto é à avaliação das etapas acima referidas (Michaelson, 2006; Pennington *et al*, 2004).

Outro dos métodos para avaliar a componente ambiental diz respeito à análise de fluxo material (MFA), método que serve muitas vezes de base à fase 2 do LCA. O MFA é uma metodologia de análise que se baseia no cálculo do balanço de massa ao longo de um processo produtivo, incluindo a extração de recursos e correspondentes emissões. O processo de balanço de massa é baseado no conceito físico de conservação da massa, que reflete que a quantidade de massa que entra num processo acaba por dele sair. Segundo o químico Lavoisier “nada se cria, tudo se transforma”, deste modo os *inputs* utilizados nos diferentes processos das etapas (ex: matérias-primas) do ciclo de vida de um produto acabam por ser transformados dentro do próprio processo, resultando em *outputs* (resíduos). A Figura 5 é representativa dos inputs e outputs de um processo.

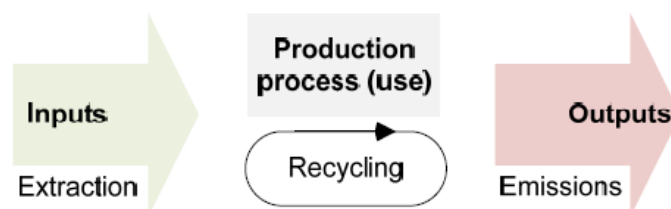


Figura 5 - Representação esquemática dos requisitos de entrada e saída para um determinado processo (extraído de EcoWater, 2012c).

Esta análise de fluxo material pode fornecer informação sobre os recursos utilizados e sua quantidade, podendo posteriormente providenciar uma contabilização económica dos custos e estimar o valor económico do produto que é objeto de análise. De uma maneira geral pode-se dizer que a principal vantagem do MFA é providenciar informação a vários níveis de agregação, o que consequentemente permite o desenvolvimento de metas, intervenções tecnológicas, como forma de potenciação de melhorias económicas e ambientais. O MFA pode ser utilizado para medir o fluxo de materiais numa região económica, num processo produtivo, ou numa indústria. Desta forma, o tipo de dados a pesquisar bem como a escala de tempo específica (ex: anual) dependem do sistema a analisar (EcoWater, 2012c; Hirschnitz-Garbers *et al*, 2012).

No presente trabalho os potenciais impactes ambientais foram aferidos através de uma avaliação de fluxo de materiais muito simples, nomeadamente, a partir de uma breve avaliação do volume de água que entra e sai de cada nó, bem como da energia utilizada para fornecer água à área agrícola. Foram também tomados em consideração os potenciais impactes resultantes da auscultação dos atores, baseados na localização de massas de água subterrâneas e superficiais e nos recursos utilizados pelos agricultores na produção das culturas, tais como fertilizantes, adubos e outros requisitos de produção.

A Figura 6 é exemplificativa de umas das etapas do ciclo de vida da água, a etapa de utilização da água na produção de determinada cultura.

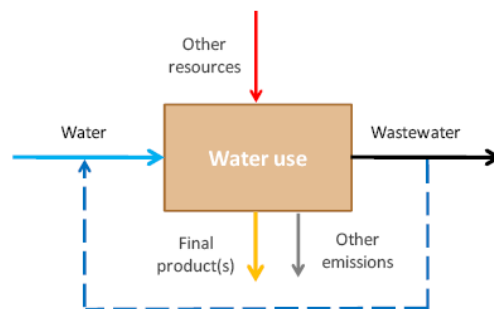


Figura 6 - Representação esquemática do MFA aplicada a uma etapa da cadeia de valor da água (extraído de EcoWater, 2012b).

2.2.2 – Avaliação da componente económica

A componente económica é medida através da avaliação do valor económico acrescentado de utilização da água, na cadeia de valor. O valor económico de utilização da água corresponde ao valor que os utilizadores estariam dispostos a pagar

para a sua utilização (Ward e Michelsen, 2002). No contexto agrícola, o valor económico de utilização da água poderá corresponder à mais-valia obtida da utilização da água na produção de um determinado bem agrícola transacionável. Este valor económico é determinado a partir do valor acrescentado do produto final face ao valor inicial. O valor económico acrescentado da água deve ser calculado para cada uma das etapas da cadeia de valor, tendo em conta as informações disponibilizadas pelos atores, através da seguinte fórmula (Young, 2005):

$$VA = \frac{TVP - Custos}{V}$$

(Equação 6)

Na Equação 6, o *TVP* refere-se ao total do valor gerado pelos produtos (€), ou por outras palavras à receita. No caso de se tratar de uma das etapas de fornecimento de água, as receitas dizem respeito ao valor recebido pelo ator (responsável pelo sistema de distribuição) pela venda de água. Já no caso de se tratar da etapa de utilização da água para produção agrícola (nó agrícola), a receita diz respeito à venda de determinado produto agrícola.

No que toca aos *custos* (€) estes também diferem dependendo do produto em foco. Os custos nas etapas de fornecimento são relativos aos custos inerentes à utilização da água, por norma custos energéticos. No caso de se tratar do nó agrícola os custos referem-se aos custos de produção de determinado produto agrícola, incluindo os custos do consumo de água. É de ressaltar que as áreas agrícolas que possuam sistema de drenagem e tratamentos de águas devem contabilizar os custos referentes a esses mesmos tratamentos.

Por fim, o $V \text{ (m}^3\text{)}$ refere-se à quantidade de água usada no processo de produção, que deverá ter em consideração as perdas de água ao longo da cadeia.

Deste modo, a Equação 6, baseada num simples balanço material permite o cálculo do valor acrescentado da água (€/m³) ao longo do seu ciclo de vida.

2.2.2.1 – Evolução do valor económico acrescentado e dos impactes ao longo da cadeia de valor da água

A evolução do valor económico acrescentado ao longo da cadeia de valor da água e os respetivos impactes associados, podem ser representados graficamente, num diagrama cartesiano, tal como representado na Figura 7.

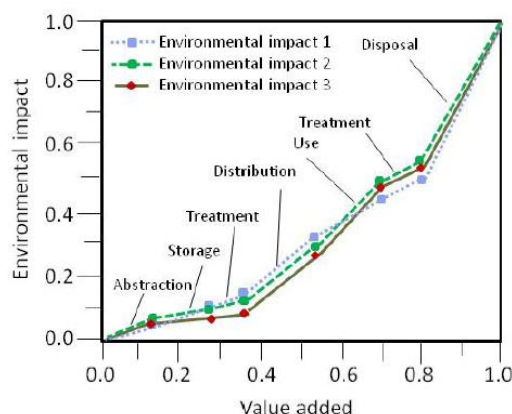


Figura 7 – Diagrama x e y representativo da evolução do valor acrescentado e impactes da utilização da água ao longo da cadeia de valor (extraído de EcoWater, 2012b).

Na Figura 7 são apresentados três gráficos adimensionais relativos a um impacto distinto da cadeia de valor de utilização da água. Os gráficos são construídos com base na cadeia de valor da água. Deste modo, cada ponto corresponde a um nó da cadeia de valor, ou seja, às diferentes etapas da cadeia de valor de utilização da água. Os segmentos que precedem os nós, são relativos às próprias atividades que ocorrem nos nós, e só estão representados no gráfico para facilitar a visualização da cadeia por parte do utilizador. Estes gráficos fornecem informação sobre a importância relativa de cada nó na cadeia de valor, permitindo identificar as etapas da cadeia com valor acrescentado e impactes mais significativos e podendo ser o ponto de partida na identificação de locais para aplicar “tecnologias”. As “tecnologias” são entendidas como um conjunto de medidas a aplicar sobre uma ou mais etapas com a finalidade de tentar aumentar a ecoeficiência da utilização da água. Os gráficos dimensionais são também utilizados para representar a evolução do valor económico acrescentado ao longo da cadeia de valor da água e os respetivos impactes associados, visto que a presença de unidades auxilia a interpretação dos dados de ecoeficiência por parte do utilizador.

Após se terem identificado e quantificado os principais impactes e se ter avaliado o valor acrescentado da água para cada nó da cadeia de valor é possível aplicar a Equação 3 e avaliar a ecoeficiência de utilização da água na rega de determinada cultura agrícola.

3 – Caracterização Geral do Perímetro de Rega de Monte Novo

3.1 -Enquadramento territorial

O Perímetro de Rega de Monte Novo (PRMN) está localizado no sudeste de Portugal, no distrito de Évora, concelho de Évora (Figura 8). O PRMN faz parte do projeto multiusos do Alqueva, que constitui, nesta região, uma fonte importante de água para diversos fins, sendo que o mais importante é a rega, visto tratar-se de uma zona com grande potencial agrícola, mas que por vezes era pouco aproveitado devido à escassez de água (EDIA, 2012a).

Este projeto integra a albufeira de Alqueva, Pedrógão e outras pequenas albufeiras com diversos perímetros de rega associados, capazes de abastecer um total de 110.000 ha de terra fértil (Nuncio e Arranja, 2011).

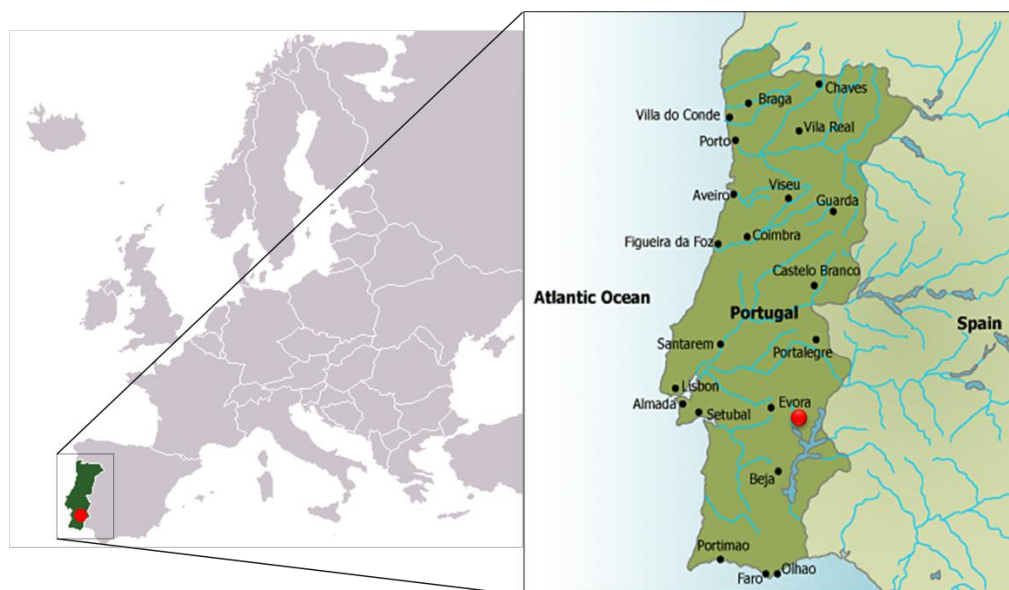


Figura 8 - Localização Territorial do Perímetro de Rega de Monte Novo.

3.1.1 – Sistema Alqueva

O projeto do Alqueva começou em 1957, quando as autoridades portuguesas estabeleceram o “Plano de Rega do Alentejo”. Contudo, somente em 1968 é que foi assegurado através de assinatura na Convenção Portugal e Espanha. Portugal tinha o direito legal de explorar os recursos hídricos associados ao empreendimento do Alqueva. Em 1976 o projeto recomeçou, mas logo tornou a parar passados dois anos. Entre avanços e recuos, apenas em 1998 os trabalhos de construção da barragem realmente começaram (Teodoro *et al.*, 2011).

O sistema iniciou a sua atividade em 2002, após a conclusão da construção da barragem do Alqueva. O sistema do Alqueva foi criado para promover significativamente o desenvolvimento regional do Alentejo, tanto em termos económicos como em termos sociais, nomeadamente, devido à criação de albufeiras estratégicas e das infraestruturas hidráulicas associadas. Assim, os objetivos principais para a gestão do projeto são garantir o volume de água adequado e necessário para o desenvolver das várias atividades, assim como manter a qualidade da água, especialmente para a rega, mas também para a produção hidroelétrica de energia, abastecimento urbano de água, conservação ecológica e uso recreativo (EDIA, 2012b).

Atualmente (2012) existem partes do sistema Alqueva que ainda se encontra em construção.

Tal como referido anteriormente o sistema Alqueva integra a albufeira do Alqueva, Pedrógão e um conjunto de muitas outras albufeiras. A barragem do Alqueva é a principal estrutura hidráulica localizada na bacia do rio Guadiana, de onde resulta o maior lago artificial da Europa (albufeira do Alqueva), com uma superfície inundável de 250 km² e um volume máximo de 4.150hm³. Tais características tornam esta albufeira a fonte de abastecimento do sistema Alqueva. A albufeira do Alqueva por sua vez está diretamente relacionada com a albufeira de Pedrogão, situada a jusante do Guadiana, que permite o bombeamento de água para montante durante os períodos de baixo consumo energético, aumentando a capacidade de produção de energia pelo Alqueva e otimizando os volumes de águas armazenados.

A água é distribuída no sistema Alqueva para três subsistemas: o Ardila, Alqueva e Pedrógão que representam um conjunto de perímetros de rega para os quais a água é fornecida (Figura 9). A água proveniente da albufeira do Alqueva é fornecida a cada um destes subsistemas através de uma rede específica de distribuição de água. Esta rede de distribuição pode ser dividida na rede de

distribuição primária, que garante o abastecimento de água para os diferentes perímetros de rega e na rede de distribuição secundária (a jusante da rede primária), que assegura a distribuição de água dentro dos perímetros de rega (Santos *et al*, 2011).

Dentro de cada um dos sistemas de distribuição, a água pode ser fornecida por gravidade dependendo da localização do perímetro de rega, ou recorrendo ao auxílio das estações elevatórias (EE).

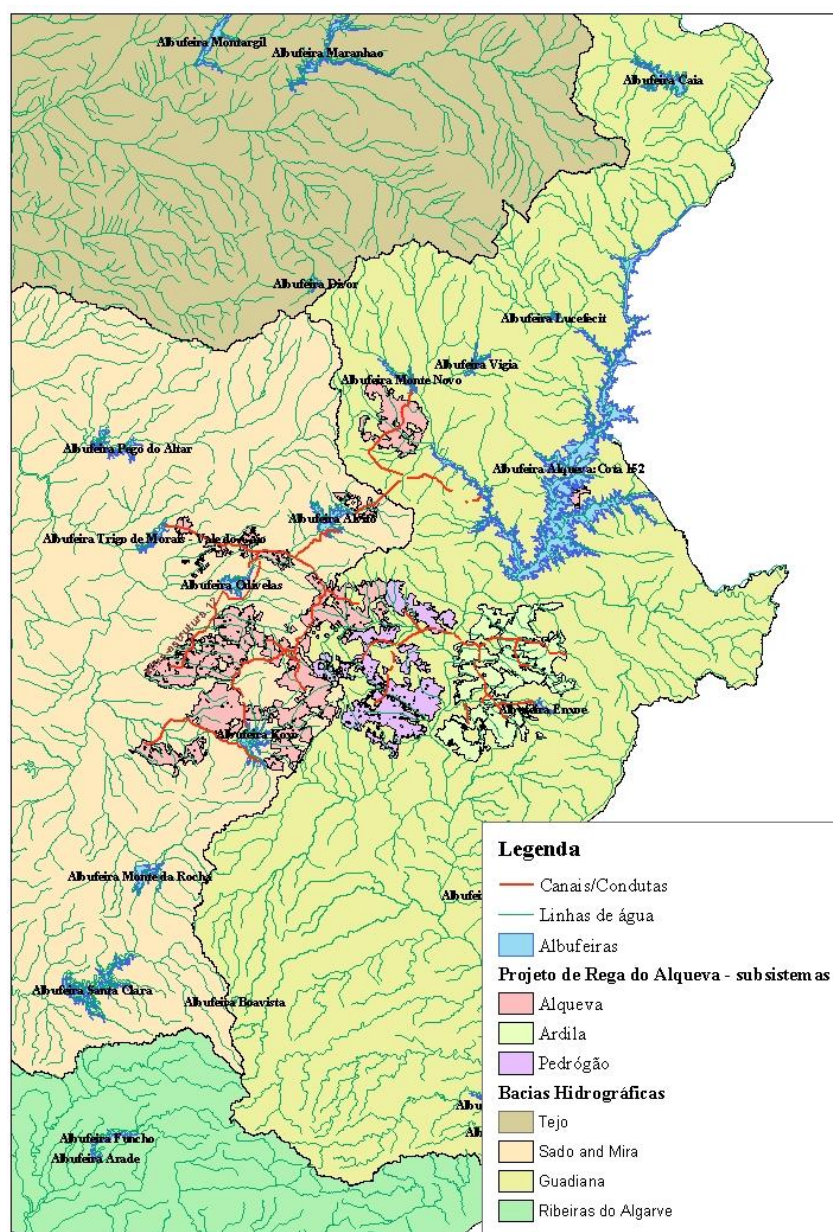


Figura 9 - O sistema do Alqueva e seus subsistemas: principais albufeiras, canais e condutas do sistema de distribuição primário de rega.

No subsistema Alqueva a água é abastecida diretamente na albufeira do Alqueva e percorre uma série de infraestruturas até chegar à albufeira de Monte Novo e albufeira de Alvito (que por sua vez abastece outras pequenas albufeiras e perímetros de rega). A água é captada na albufeira do Alqueva através da EE dos Álamos é elevada para as albufeiras dos Álamos I, II e III, sob pressão é conduzida até à albufeira do Loureiro. Nesta albufeira o sistema de distribuição primário divide-se em dois circuitos e uma parte da água é desviada por gravidade para a albufeira de Monte Novo, através do canal Loureiro-Monte Novo e a restante é conduzida para a albufeira de Alvito, através do túnel Loureiro-Alvito. A albufeira de Alvito encarrega-se de distribuir a água pelos perímetros de rega localizados a leste da bacia do Sado. No percurso do canal Loureiro-Monte Novo é abastecido o Perímetro de Rega de Monte Novo (Carvalho, 2011). As perdas de água por evaporação e fuga associadas ao sistema de distribuição primário para a albufeira de Monte Novo são de 12%. A Figura 10 localiza o PRMN no sistema de Alqueva.

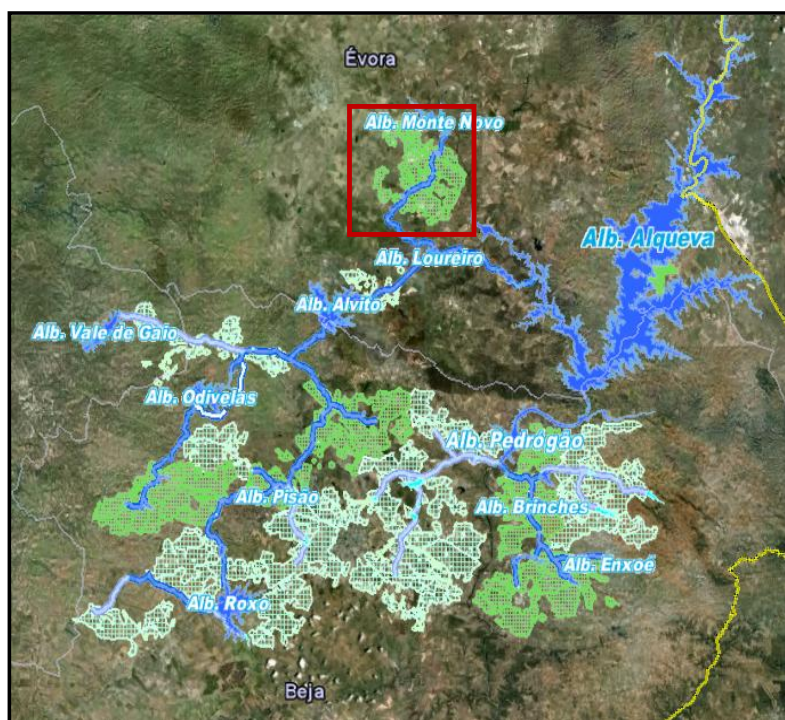


Figura 10 - Localização do Perímetro de Rega de Monte Novo no projeto multiusos do Alqueva (EDIA, 2011b).

3.2 – Descrição do sistema de distribuição de água de rega do Perímetro de Monte Novo

O PRMN foi projetado para beneficiar uma área de rega de 7714 ha, no entanto, atualmente abastece uma área de aproximadamente 7.822 ha. O PRMN é dividido em blocos de rega o mais homogêneos possível. Estes blocos são servidos por pequenos reservatórios de regulação, estações elevatórias e sistemas de distribuição de água, constituídos por condutas.

O PRMN está subdividido em 4 blocos de rega, sendo que os blocos 1 e 4 estão subdivididos em dois e três blocos de rega, respetivamente (Figura 11) (EDIA, 2011a; EDIA, 2004).

Tabela 1 – Blocos de rega do Perímetro de Rega de Monte Novo (EDIA, 2011b).

Blocos de Rega	Área (ha)
Bloco 1.1	2.311
Bloco 1.2	630
Bloco 2	1.020
Bloco 3	1288
Bloco 4.1	517
Bloco 4.2	781
Bloco 4.A	1.275
Total	7.822

O PRMN está incluído no subsistema Alqueva. Assim, a jusante do sistema primário, descrito especificamente no tópico anterior, temos o sistema secundário que se encarrega de distribuir a água por todo o perímetro. Este sistema secundário é constituída por:

- cinco reservatórios de regulação (R1, R2,R3,R4 e R4.1) cada um associado a um ou mais blocos de rega ;
- quatro estações elevatórias (EE1, EE2, EE4 e EE4.1);
- uma rede de condutas de distribuição;
- uma rede de drenagem.

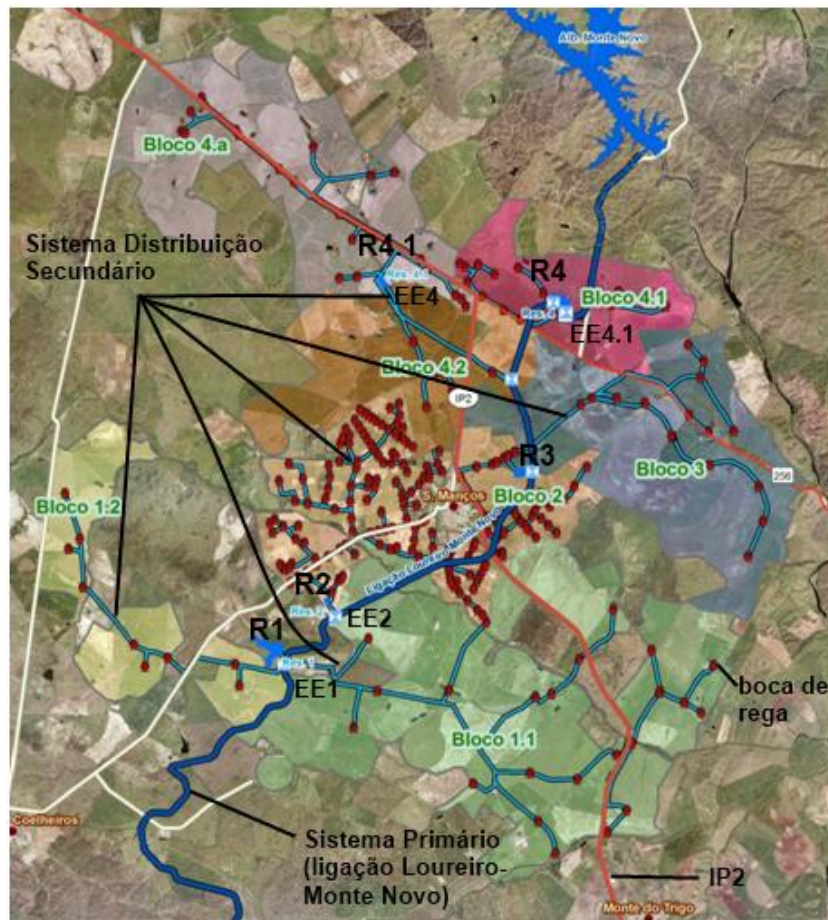


Figura 11 – Detalhe do Perímetro de Rega de Monte Novo (ligação Loureiro Monte-Novo, sistema de distribuição secundário, localização dos principais blocos de rega, reservatórios e bocas de rega (adaptado EDIA, 2011a)).

De acordo com o descrito no ponto anterior e ilustrado na Figura 11, a água entra no PRMN através do canal Loureiro Monte Novo, com destino à albufeira de Monte Novo. Parte da água que entra no perímetro é desviada para o reservatório 1, 2, 3 e 4 onde fica armazenada até os agricultores necessitarem. A restante água continua na conduta primária até à albufeira de Monte Novo.

O reservatório 1 (R1) é o primeiro reservatório e faz parte de um conjunto de 5 reservatórios de regulação que o perímetro possui (R1, R2, R3, R4 e R4.1), projetados para garantir a regularização diária. Estes reservatórios constituem as principais fontes de água dentro do perímetro, uma vez que o sistema de distribuição de água de rega foi concebido para fornecer água apenas sob procura. Desta forma, é possível para os agricultores usar apenas o volume de água que realmente necessitam, sem restrições de horário (EDIA, 2005). A monitorização e o controlo da utilização da água é efetuado por telegestão (gestão por deteção remota), centralizada pela Empresa de Desenvolvimento de Infra-Estruturas de Alqueva (EDIA).

O reservatório 1 (R1) é o primeiro reservatório a receber a água proveniente da albufeira de Loureiro e abastece o bloco 1.1 e 1.2. A água no bloco 1.1 é fornecida aos agricultores a baixa pressão e no bloco 1.2, com o auxílio da estação elevatória é fornecida a alta pressão. Segue-se o reservatório 2 (R2), que abastece o bloco de rega 2 a baixa pressão. Neste bloco a adesão dos agricultores ao sistema de Alqueva é bastante fraca e predominam as culturas de sequeiro (sem necessidade de rega). O reservatório 3 (R3) é o terceiro a receber a água proveniente de Loureiro e abastece, por sua vez o bloco 3 a baixa pressão. O reservatório 4 abastece, com auxílio da estação elevatória 4 (EE4), o bloco 4 a alta pressão. A partir deste reservatório a água é encaminhada por gravidade para um outro reservatório, o reservatório 4.1. Este reservatório é responsável por fornecer a água a baixa pressão para o bloco 4.2, assim como abastecer, com o auxílio da estação elevatória 4.2 (EE 4.2), o bloco 4.A a alta pressão (EDIA 2004; Rita e Capelo, 2005). As perdas de água associadas ao sistema de distribuição secundário são mínimas, aproximadamente 1%. A Figura 12 representa o abastecimento de água dos diversos blocos do PRMN.

É de enfatizar que a água da albufeira de Monte Novo é utilizada apenas para abastecimento urbano e que a água utilizada para rega no PRMN provém somente da Albufeira do Loureiro.

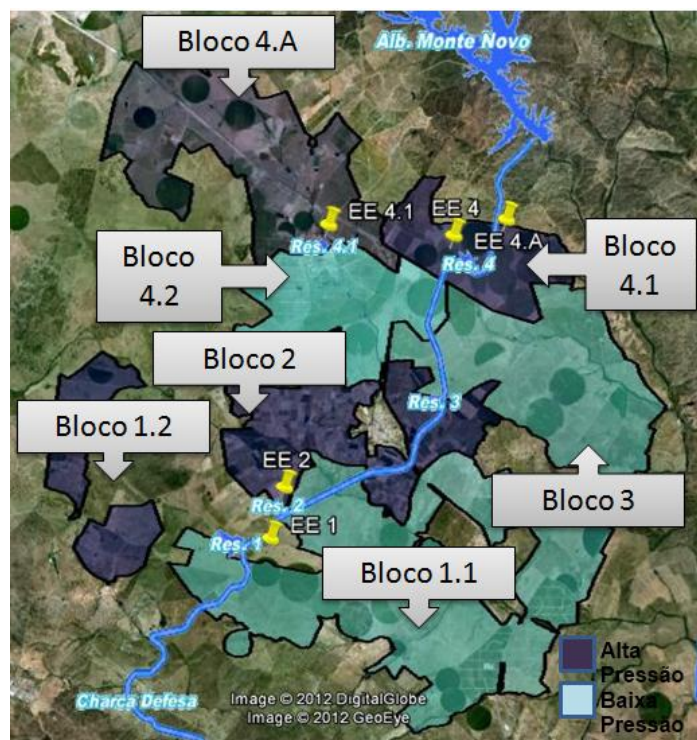


Figura 12 – Distribuição da água a diferentes pressões pelos blocos de rega do Perímetro de Rega de Monte Novo (adaptada do Google Earth).

3.2.1 – Tarifas de água

A tarifa de água cobrada aos agricultores varia consoante a água é fornecida a alta ou baixa pressão. A tarifa de água cobrada em alta pressão é superior à tarifa cobrada em baixa pressão, pois pressupõe-se que os agricultores em baixa pressão que necessitem de aumentar a pressão para suprir as necessidades da sua área agrícola, tenham de instalar bombas próprias para realizar esse aumento.

A tarifa de água à saída do sistema de distribuição primário e secundário, a alta e baixa pressão é regulada pelo Despacho 9000/2000 de 26 de Maio de 2010. De acordo com este despacho, no preço da água cobrada aos agricultores estão refletidas:

- A taxa de recursos hídricos (relacionado com a exploração de um recurso finito);
- A tarifa de água definida pela EDIA (custo da captação e abastecimento de água);

A taxa de conservação (relacionado com o custo de manutenção e gestão do sistema de distribuição de água) não está incluída no preço da água e é contabilizada à parte pela EDIA. Esta taxa, expressa em €/ha, é cobrada anualmente a todos os agricultores do perímetro e atualizada todos os anos.

Independentemente do consumo de água pelos blocos, a EDIA faz variar a sua tarifa consoante a pressão a que eles são abastecidos. Segundo o despacho 9000/2010, a aplicação das taxas foi feita de uma forma gradual, pelo que o preço da água sofre uma redução de 70% no primeiro ano de aplicação das taxas (2010), e essa redução será diminuída em 10% nos anos subsequentes, até ao ano 2017 (onde perfaz os valores totais). Assim, para o ano de 2017 o preço da água à saída da rede primária será de 0.042 €/m³ e à saída da rede secundária será de 0.089 €/m³ para alta pressão e 0.053 €/m³ para baixa pressão (Tabela 2). Porém, estes preços sofrem variações consoante a atualização da taxa de recursos hídricos e em função da variação média anual do índice de preço no consumidor, registado no ano anterior (Nuncio e Arranja, 2011).

Para simplificar, neste estudo, não foram consideradas essas atualizações.

Tabela 2 – Preço da água no Perímetro de Rega de Monte Novo (2010-2017).

Ano	Rede de distribuição	Preço
		(€/m3)
2010	Rede primária	0.0126
	Rede secundária – alta pressão	0.0267
	Rede secundária – baixa pressão	0.0159
2011	Rede primária	0.0168
	Rede secundária – alta pressão	0.0356
	Rede secundária – baixa pressão	0.0212
2012	Rede primária	0.0210
	Rede secundária – alta pressão	0.0445
	Rede secundária – baixa pressão	0.0265
2013	Rede primária	0.0252
	Rede secundária – alta pressão	0.0534
	Rede secundária – baixa pressão	0.0318
2014	Rede primária	0.0294
	Rede secundária – alta pressão	0.0623
	Rede secundária – baixa pressão	0.0371
2015	Rede primária	0.0336
	Rede secundária – alta pressão	0.0712
	Rede secundária – baixa pressão	0.0424
2016	Rede primária	0.0378
	Rede secundária – alta pressão	0.0801
	Rede secundária – baixa pressão	0.0477
2017	Rede primária	0.0420
	Rede secundária – alta pressão	0.0809
	Rede secundária – baixa pressão	0.0530

3.3 – Caracterização dos recursos hídricos

3.3.1 – Caracterização dos recursos hídricos superficiais

O PRMN está localizado na parte portuguesa da bacia do Rio Guadiana, mais especificamente na sub-bacia do Rio Degebe. Na área em estudo, o principal curso de água é a Ribeira da Azambuja, que atravessa o perímetro na direção NW-SE (Figura 13). Os principais tributários desta ribeira são as ribeiras da Pecena, da Peceninha, de S.Manços e de Quartos. Na zona norte deste perímetro encontra-se também uma ribeira importante, a ribeira de Albardão, que é um afluente direto do Rio Degebe (EDIA, 2005).

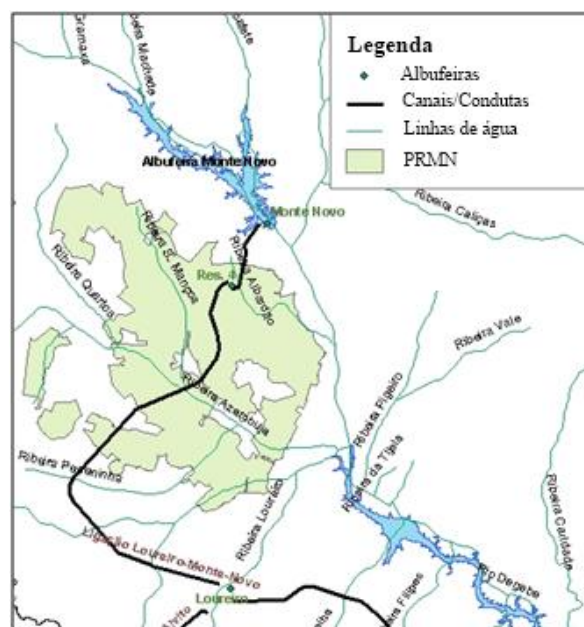


Figura 13 – Recursos hídricos superficiais do Perímetro de Rega de Monte Novo: principais ribeiras.

Segundo os parâmetros da Diretiva Quadro da Água (DQA), estas ribeiras são categorizadas no estado ecológico de razoável devido a terem grandes quantidades de sólidos suspensos totais (Figura 14).

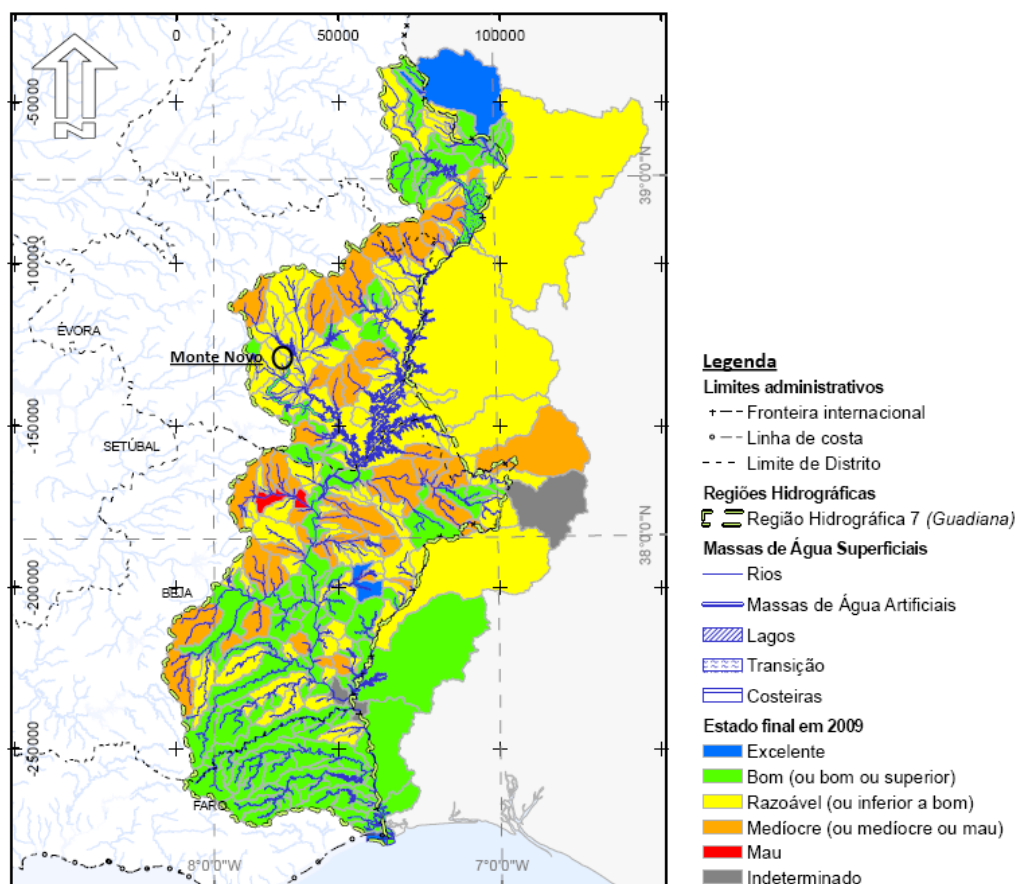


Figura 14 – O estado ecológico das massas de água superficiais da bacia do Guadiana em 2009 (adaptado de ARHALentejo, 2011).

3.3.2 – Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos

Da bacia portuguesa do Guadiana fazem parte diversas massas de água subterrâneas, tais como Évora - Campo Maior, Elvas – Vila Boim, Gabros de Beja, Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana, Monte Gordo, Moura – Ficalho, Orla Meridional Indiferenciado da Bacia do Guadiana, Zona Sul Portuguesa – Transição Atlântico e Serra, Zona Sul Portuguesa da Bacia do Guadiana.

O PRMN encontra-se situado sob o aquífero de Évora e, de acordo com o Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica (PGBH), pertence à massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Guadiana (MAIBG) (Figura 15).

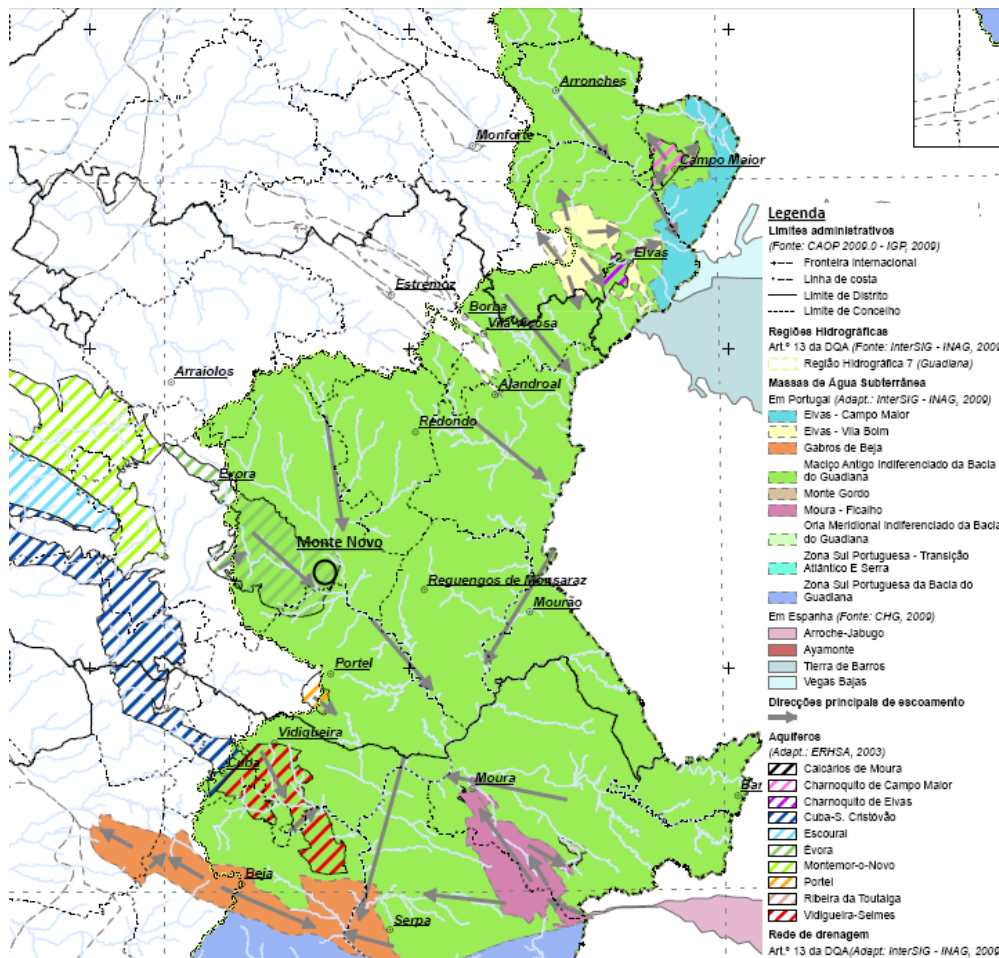


Figura 15 – Os recursos hídricos subterrâneos sob o Perímetro de Rega de Monte Novo (adaptado de ARH Alentejo, 2011).

O MAIBG apresenta águas subterrâneas essencialmente bicarbonatadas mistas e por vezes cloretadas, com tendência para a estratificação química. Os principais focos de poluição desta massa de água estão relacionados com a agricultura, descargas urbanas, as suiniculturas e as adegas, traduzindo-se numa carga de poluentes elevada no que toca ao azoto e fósforo total (fontes difusas). Situações pontuais de crómio e chumbo, também contribuem para a degradação da qualidade da água. Assim sendo, a qualidade da água para a utilização agrícola demonstra zonas com um risco de salinização baixo a muito alto e um risco de alcalinização baixo a médio. No entanto, de um modo geral, como se pode ver na Figura 16, o MAIBG segundo os parâmetros da DQA, em 2009 apresenta um bom estado qualitativo (ARH Alentejo, 2011).

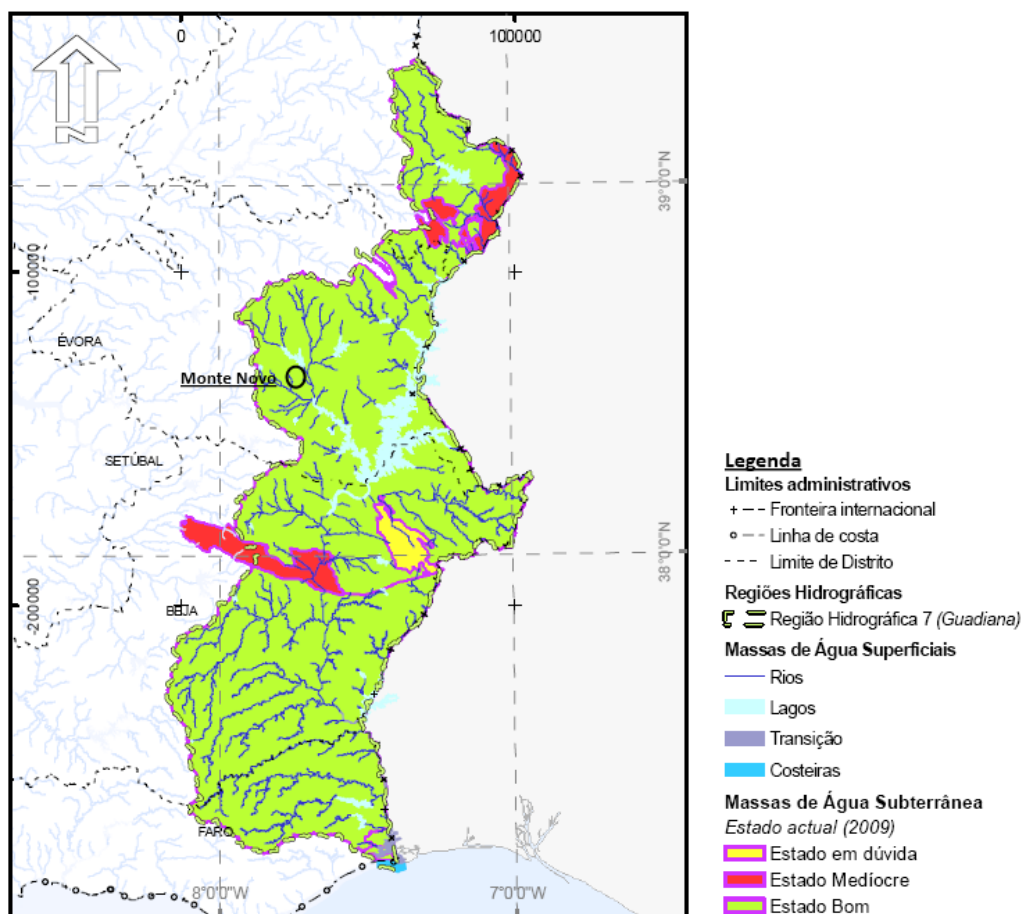


Figura 16 – O estado qualitativo das massas de água subterrâneas da bacia hidrográfica do Guadiana (adaptado de ARHAlentejo, 2011).

3.4 – Caracterização do tipo de solos

No que diz respeito ao tipo de solos, os solos alentejanos possuem características diversificadas ao nível do tipo de rochas, relevo, clima e práticas agrícolas que resultam numa heterogeneidade na capacidade produtiva.

O PRMN de acordo com o que se verifica na Figura 17, fica situado numa zona de Luvisolos. Estes solos têm uma fertilidade e capacidade de retenção da água razoável e permeabilidade, por norma, baixa. Numa análise mais detalhada pode dizer-se que este perímetro para além dos Luvisolos possui, Solos Mediterrâneos Pardos, Vermelhos, Amarelos, Solos Barro Preto, Castanho-Avermelhado e Solos Litólicos não Húmicos (Brito, 2012; EDIA, 2005; Santana *et al.*, 2003).

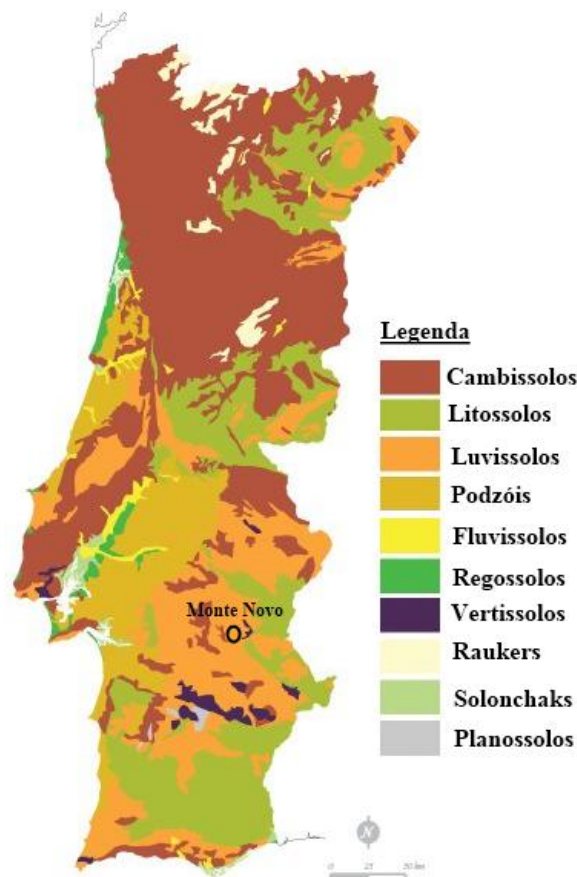


Figura 17 – Distribuição do tipo de solos em Portugal (adaptado de Brito, 2012).

4 – Características das principais culturas regadas do PRMN

O PRMN possui diversas culturas tais como culturas arvenses, hortícolas, milho, olival, vinha, entre outras. De acordo com a Tabela 3, tem-se registado um aumento progressivo destas culturas regadas ao longo dos últimos 5 anos (2007-2011). Em 2007 as culturas arvenses eram predominantes, seguindo-se a cultura de olival e milho. No entanto nos anos seguintes a tendência inverteu-se e a cultura de olival passou a ter maior destaque. Em 2011 as culturas que possuem maior expressividade são o olival e o milho e é sobre estas que vai recair este estudo.

Tabela 3 – Ocupação cultural do PRMN (extraído EDIA, 2012d).

Ocupação Cultural (ha)	2007	2008	2009	2010	2011
Arvenses	73	182	506	545	617
Hortícolas	4	24	178	200	368
Milho	44	206	643	507	877
Olival	71	564	1125	1680	1681
Vinha	55	116	117	148	259
Outras	0	0	18	7	6.5
Total	247	1290	2587	3087	3808.5

4.1 – Olival

O olival tem grande expressividade na região do Alentejo e é um dos principais movimentadores económicos do Perímetro de Rega de Monte Novo. Conforme a distribuição espacial das árvores (compasso) o olival pode ser de três regimes distintos, tradicional, intensivo e superintensivo.

No regime tradicional as oliveiras têm grandes espaços entre si (ex: compassos 10x10, 12x12), sobrevivem na maioria das vezes apenas com a água de chuva (sequeiro), podendo ter a rega como complemento (regadio) e podem ou não ser submetidas a tratamento químico (Jorge, 2006). A densidade atinge um máximo de 150 árvores por hectare. No regime intensivo as oliveiras têm um compasso mais reduzido sendo que o espaçamento depende diretamente do estado de fertilidade do solo e da disponibilidade de água. Os compassos convencionalmente adotados neste tipo de

regime são o 7x7, 7x6, 8x5, 7x5 e 6x5 (DGADR, 2010; Pastor *et al.*, 2007) e a densidade por hectare varia entre 200 a 300 árvores conforme o compasso escolhido (Ferreira, 2010). O sistema de rega, frequentemente, utilizado neste regime é o gota-a-gota e os fertilizantes, geralmente, são aplicados diretamente na água de rega, fertirrega. No regime superintensivo também se utiliza a fertirrega mas os compassos ainda são menores do que no intensivo, 4x1.35, 4x2 são alguns dos exemplos (Maia *et al.*, 2007). Neste caso, a densidade é bem maior variando entre 1000 a 2000 árvores por hectare (Almeida, 2009; Sovena, 2012).

Para cada um destes regimes a produção pode, ou não, ser biológica. A produção biológica tem como principais características a adoção de produtos de origem natural (adubos, substâncias com efeito herbicida), ao invés da utilização de produtos químicos, assim como à adoção de boas práticas de gestão e exploração agrícola que fomentem a biodiversidade e atividade biológica do solo (Rodrigues e Correia, 2009).

O ciclo de vida do olival pode ser dividido em dois períodos, formação e maturação. O primeiro, é um período improdutivo e corresponde aos primeiros anos de vida da árvore após a plantação, mas varia consoante o regime utilizado. Se for num regime tradicional corresponde por norma aos quatro primeiros anos, já no superintensivo esse tempo é encurtado e poderá corresponder apenas aos dois primeiros anos. O segundo período, relativo aos anos seguintes (≥ 5 anos), é o período de maturação e corresponde à fase de desenvolvimento do olival. O olival tem um crescimento vegetativo ao longo de todo o ano e as principais fases até à produção da azeitona são: o desenvolvimento de gomos florais (fevereiro-abril), a fase de floração (maio), a formação de frutos (maio-junho), o crescimento inicial do fruto (junho-julho), o crescimento posterior do fruto (agosto-setembro) e acumulação de gordura (novembro-dezembro) (Maia, 2007).

O olival pode ter várias qualidades dependendo se a azeitona é vendida para a produção de azeite ou como azeitona de mesa. Das diversas variedades que existem as que predominam na região são as seguintes: azeiteira, carrasquenha, cordovil de Elvas, conserva de Elvas, redondil, verdeal de Serpa, galega grada de Serpa e cordovil de Serpa (DGADR, 2010). O preço que se vende a azeitona é bastante volátil e varia consoante a região, fim a que se destina e variedade de azeitona. Para a região do Alentejo, o preço médio de azeitona de mesa varia, essencialmente, entre 0.40-0.70 €/kg e de azeitona para azeite entre 0.20-0.50 €/kg (GPP, 2012a).

Os métodos frequentemente envolvidos na produção da cultura de olival são a plantação, poda, fertilização, rega, tratamento fitossanitário e a colheita. No período de

formação é realizada a plantação do olival (final de inverno/início da primavera) após preparação prévia do terreno. Neste período dá-se forma à árvore, moldando-a conforme as necessidades do agricultor. A fertilização é efetuada de forma a permitir um crescimento vigoroso da planta. A partir do primeiro ano e até à entrada em produção, aplicam-se doses moderadas e progressivas de azoto sob a forma de fertirrega (fertilizantes aplicados através do sistema de rega) ou adubos foliares. Neste período, a aplicação de outro tipo de nutrientes essenciais como o magnésio, fósforo, potássio só ocorrerá no caso de não ter sido efetuada uma adequada fertilização durante a plantação. É também no período de formação que a árvore consome menos água, cerca de 10 a 15 litros semanais (em regadio) e onde a rega é efetuada entre finais do inverno e o outono. Contudo, a periodicidade de rega e as dotações (consumo de água por hectare) a aplicar podem variar de acordo com as características do solo, árvores, precipitação, temperatura, bem como da disponibilidade de água (DGADR, 2010).

No período de maturação a poda deve ser efetuada no inverno, num intervalo máximo de três anos, para cortar os ramos secos, debilitados ou mal inseridos, de forma a proporcionar à copa uma boa iluminação e arejamento. O material resultante da poda se estiver em boas condições sanitárias pode ser fracionado, triturado e colocado no solo para prevenir a erosão e servir de adubo natural (Maia, 2007; Rodrigues e Correia, 2009; DGADR, 2010). Os fertilizantes utilizados neste período são apenas aplicados com intuito de restituir ao olival os nutrientes que este vai perdendo (através das colheitas), garantindo assim um bom estado nutricional da árvore. A quantidade e tipo de fertilizante a aplicar vai depender da fertilidade do solo e do estado nutritivo do olival, deste modo, privilegia-se que sejam efetuadas análises físico-químicas ao solo e às folhas das oliveiras, antes de se efetuar o emprego de qualquer fertilizante. No que toca à rega, as dotações devem ser quantificadas a partir das necessidades hídricas do olival de cada região, de acordo, com o procedimento definido por Oliveira e Maia (2003). A expressão que traduz a estimativa dessas necessidades é a seguinte:

$$R = ETc - Pe$$

(Equação 7)

Em que R corresponde à água fornecida sob a forma de rega (dotação de rega) em mm ou l/m². O ETc refere-se à evapotranspiração cultural (neste caso do olival), e o Pe à precipitação efetiva, cujo procedimento de cálculo é igualmente descrito em Oliveira e Maia (2003). A dotação de rega é dada pela diferença entre a

evapotranspiração cultural e a precipitação efetiva. Nos meses em que a precipitação excede a evapotranspiração, a água fica acumulada no solo como reserva. Nos meses em que se verifica o inverso, existe um défice de água no solo, que é preciso repor através das reservas de água do solo ou através da aplicação de uma maior quantidade de água de rega (Maia, 2007).

A análise dos dados do COTR, de dotação de rega do olival, relativos a Évora aos anos 2010 e 2011, demonstrou, que o olival em regime superintensivo necessitava em média de uma rega de 1300-1700 m³/ha (por ano) para suprir as carências em água, não satisfeitas pela precipitação. Ao passo que o cultivo tradicional e intensivo, não necessitava de água de rega para suprir as necessidades do olival, visto serem anos bastante chuvosos. Contudo, os valores calculados não tiveram em consideração a água disponível no solo (COTR, 2011;COTR, 2012).

Em relação à proteção fitossanitária, existem algumas pragas que provocam perda económica do olival. As principais são as espécies *Prays oleae* e *Bactrocera oleae*, mais conhecidas por traça da oliveira e mosca da oliveira, respetivamente. Estas espécies podem causar graves prejuízos económicos, através da diminuição da produção e qualidade da azeitona. No entanto, muitas outras espécies podem danificar os olivais, provocando prejuízos menores. Para combate-las são adotadas dois tipos de medidas: as diretas, que passam pela eliminação ou redução das espécies invasoras (através de químicos, organismos biológico, meios biotécnicos) e; as indiretas, que se baseiam na prevenção, evitando o aparecimento (fomentar a população de artrópodes, praticar rega adequada, utilizar plantas e porta-enxertos sãos). As medidas privilegiadas são as indiretas, mas no caso de não serem suficientes devem ser adotadas as medidas diretas. No sentido de aplicação destas medidas, as culturas de olival estão sujeitas a um acompanhamento por parte dos agricultores, que determinam a necessidade de intervenção (DGADR, 2010).

No que diz respeito à colheita, a apanha da azeitona pode ser feita de modo manual ou mecânico, dependendo do fim a que se destina. No caso de ser para azeitona de mesa, o método de colheita mais utilizado é o manual, através de ripagem ou varejamento das árvores. A ripagem consiste em percorrer os ramos da oliveira de mão fechada, empregando uma pressão descendente quando em contacto com as azeitonas, de modo a provocar a queda deste fruto (Ripagem, 2012). É um método lento, que envolve grande mão-de-obra, o que o torna bastante dispendioso e portanto é pouco utilizado. O varejamento, por sua vez, é um método que se baseia em provocar a agitação da oliveira, através de movimentos violentos com varas, proporcionando a queda das azeitonas. É um método especialmente agressivo que

provoca a queda e destruição de muitos ramos e danifica as azeitonas. Em ambos os métodos acima referidos, estendem-se longos panos no chão junto à base das árvores para recolher as azeitonas que, posteriormente, são armazenadas em caixas perfuradas e encaminhadas para a laboração (tratamento da azeitona).

No caso de utilização de azeitona para produção de azeite, o método de colheita mais frequente, é o mecânico. Este método consiste em utilizar vibradores de tronco ou pernada, que provoquem (por propagação) a vibração de toda a árvore e consequente queda das azeitonas. A eficácia do derrube depende das características do vibrador (ex: potência), assim como estrutura da árvore, variedade e estado de maturação da azeitona. Por vezes, quando as condições para a colheita não estão todas reunidas, surge a necessidade de complementar a vibração com varejamento. O método mecânico, por vezes, provoca a queda de algumas folhas e ramos (quantidade muito inferior ao varejamento), no entanto, tem como principal vantagem a rapidez do processo. É um método bastante associado ao regime superintensivo (Rodrigues e Correia, 2009).

4.2 – Milho

O milho faz parte das culturas de cereais mais produzidas na região do Alentejo e é a segunda cultura mais expressiva do PRMN a seguir ao olival. O aparecimento do Alqueva e consequente abundante disponibilidade de água, proporciona ao milho condições ótimas de desenvolvimento e um aumento de produtividade.

O milho é uma cultura anual com um ciclo de vida sazonal (cerca de 120-130 dias), que pode ser dividido em três fases. A primeira relativa à germinação, corresponde ao desenvolvimento radicular (aproximadamente 15 dias após sementeira - junho) e aparecimento das primeiras folhas. A segunda refere-se ao período de crescimento, período este em que as folhas e o caule ficam completamente desenvolvidos (grande procura de nutrientes) e aparecem as inflorescências (65 dias após a germinação) que aguardam a fase seguinte, a maturação. A maturação inicia-se com o derramamento de pólen, seguindo-se a fecundação e desenvolvimento do embrião, que resulta no aparecimento de grãos. Os grãos desenvolvem-se até atingirem a maturação fisiológica (máxima acumulação de biomassa nas sementes), altura em que são ceifados e colocados a secar (Pléssis, 2003; Ritchie *et al*, 2003).

O milho cultivado na região do Alentejo pode ser de duas variedades consoante o fim a que se destina, milho-grão ou milho para forragens. O milho para

forragens é muitas vezes denominado como milho de silagem, devido a sofrer o processo de ensilagem (processo de cortar e armazenar o milho em silos, meio anaeróbio onde ocorre a fermentação) (Agrocere, 2012). O preço a que se vende o milho tem sido um tema bastante controverso pois tem sido registadas grandes oscilações de preço. No ano de 2011 a região de Évora registou flutuações médias de 0.15 – 0.25 €/kg e 0.030-0.20€/kg para o milho-grão e milho forrageiro, respetivamente (GPP, 2012b).

A densidade de milho por hectare (n° de plantas p/ unidade de área) oscila consoante a variedade escolhida, o regime de cultivo (espaçamento entre linhas), a disponibilidade hídrica e de nutrientes. A densidade está também relacionada com a produtividade. A produtividade tende a aumentar com o aumento da densidade, até se atingir um número ideal de plantas por área (densidade ideal). Após esse ponto a produtividade diminui (Amaral Filho et al, 2005). Assim sendo, a produtividade torna-se um fator preponderante na escolha da densidade do milho. A título de exemplo, segundo Emygdio e Teixeira (2008), para a variedade de milho grão BRS 1015 e para um espaçamento entre linhas de 40 cm, a densidade ideal varia entre 60.000 a 70.000 plantas por hectare. Enquanto para as diversas variedades de milho forrageiro, de acordo com Cavaco e Calouro (2006), a densidade varia entre 80.000 a 90.000 plantas por hectare.

Os principais métodos envolvidos na produção de milho são a mobilização do solo, sementeira, fertilização, rega, proteção fitossanitária, ceifa e secagem (seguida da debulha no caso do milho-grão). A mobilização do solo consiste num conjunto de práticas de revolvimento do solo, que tem por objetivo melhorar a estrutura do solo, bem como reduzir a compactação provocada pelo tráfego de máquinas. A mobilização do solo é também uma operação que potencia a infiltração da água no solo, contribui para o controle de ervas daninhas e para um bom arejamento do solo. Esta operação pode ser realizada a diversas profundidades, de modo mecânico ou manual (com o auxílio de animais), mas hoje em dia, o mais frequente é que seja elaborada de modo mecânico através de arados e discos de diferentes tamanhos e pesos (Pléssis, 2003). Contudo, a mobilização profunda é desaconselhada em regiões quentes e secas, pois expõe as camadas profundas ao ar e às altas temperaturas, acelerando a mineralização da matéria orgânica e provocando instabilidade na estrutura do solo (Quaranta, 2012). Neste sentido, a mobilização do solo, quando, praticada na região do Alentejo, é essencialmente superficial.

No que se refere à sementeira, esta pode ser de diversos tipos consoante o local e equipamento disponível e ocorre principalmente entre final de inverno e início

da primavera. As técnicas mais convencionais são a sementeira a lanço e a sementeira em linhas e ambas implicam uma mobilização prévia. A técnica de sementeira direta é também utilizada e dirigida para os casos em que não há mobilização do solo, ou melhor a mobilização é muito reduzida. Nesta última técnica apenas uma pequena parte do solo é mobilizado de modo a criar condições que permitam enterrar a semente e a sua posterior germinação (ex: milho – 10 cm profundidade). A sementeira e a mobilização são técnicas que funcionam a par uma da outra (Cunha *et al*, 2005).

Relativamente aos fertilizantes, a época e forma (líquida, sólida, gasosa) de aplicação dos mesmos, bem como a quantidade a aplicar, são condicionados pelas características do solo, características do próprio fertilizante e estado de desenvolvimento da planta. Durante a mobilização do solo aplicam-se os chamados adubos de fundo, que podem ser sólidos, granulados ou em pó. Os adubos são distribuídos pela superfície do solo ainda nua, podendo ser utilizadas doses reforçadas nas zonas em que se prevê que as raízes se desenrolem. Estes adubos devem ser ricos em azoto pois a planta do milho tem grande capacidade de assimilação deste nutriente, fomentando assim o crescimento da planta. Na sementeira deve ser colocada uma solução fosfórica junto das sementes para potenciar o seu crescimento vigoroso. Após a sementeira, não há mobilização do solo, pelo que os adubos utilizados (sólidos ou líquidos) permanecem apenas à superfície do solo. Neste caso, é necessário ter em atenção a quantidade de adubos colocada na terra, assim como a sua localização, para não provocar queimaduras na planta ou acumulação de adubos entre as folhas. Uma das formas de evitar essas queimaduras é colocar o adubo entre linhas de plantas, evitando assim o contacto direto com a planta. Os adubos utilizados pós sementeira podem ser aplicados com a água de rega, esta é uma técnica que permite poupar nos custos de distribuição assim como ajustar os nutrientes às necessidades da planta (Cavaco e Calouro, 2006).

No que concerne à rega, a técnica frequentemente utilizada no Alentejo para regadio de milho, é a aspersão através de *pivots*. As necessidades de rega do milho são calculadas através da Equação 7, referida no ponto 4.1. As dotações a aplicar alteram consoante a variedade de milho, dispositivo de rega, características do solo, precipitação, temperatura, bem como da disponibilidade de água. A título de exemplo, para o ano 2011, em Évora, o milho-grão teve uma necessidade média de rega de 5288 m³/ha. Já para o mesmo período do ano anterior (2010), a necessidade de rega foi bastante superior 6326 m³/ha (COTR, 2011; COTR, 2012).

No que diz respeito à proteção fitossanitária, existem diversas espécies de insetos (ex: *Sesamia nonagrioides* - broca, *Ostrinia nubilalis* - piral do milho) e parasitas (ex: *Tetranychus cinnabarinus* - ácaros, *Ditylenchus Dipsaci* – nemátodes dos caules, *Limaco gris* – lesma cinzenta) que danificam as culturas de milho, provocando perda económica do mesmo (Funk's, 1995). Embora haja inúmeras espécies inimigas do milho, por norma, cada espécie tem um local particular de atuação (raiz, caule, folhas, espiga, grão), o que favorece o seu combate. Existe um conjunto específico de medidas de controlo direto a tomar, que dependem das características da espécie a combater, grau de proliferação da praga, a idade da planta e a zona do milho afetada. Estas medidas passam pela aplicação de químicos que provoquem a morte da espécie inimiga, pelo controle biológico através da introdução de uma espécie predadora, assim como noutras situações, pelo corte parcial ou total (em casos mais extremos) da planta do milho. Contudo, a base de um cultivo saudável, está na prevenção. Deste modo, recomenda-se um tratamento (com inseticidas) prévio das sementes a utilizar (Funk's, 1995; Silva, *et al*, 2012; Venâncio e Costa, 2012). No que toca à principal espécie de insetos a que o milho está sujeito, esta é o *Sitophilus zeamais*, vulgarmente conhecido como “gorgulho-do-milho”. O gorgulho do milho ataca os grãos de milho, tanto no campo como nos armazéns. Todavia, este inseto é típico dos produtos armazenados, onde utiliza os grãos de milho como alimento, destruindo-os. Neste sentido recomenda-se como medida para controlar o gorgulho, a aplicação de pó de xisto sobre os grãos (Paixão *et al*, 2009).

No que diz respeito ao período de ceifa do milho-grão (colheita), há divergência entre autores. Enquanto as unidades recetoras dos produtos agrícolas defendem que o milho deve ficar no campo a secar, pois alegam que se o milho for colhido com alto teor de humidade (superior a 22%) demora muito tempo a secar, provocando uma diminuição da renumeração do produtor. Outros autores, tais como Filho (2005) defendem que a ceifa deve ocorrer logo após os grãos de milho atingirem a maturidade fisiológica. O milho com alto teor de humidade é colhido e colocado a secar em paióis abertos, ou silos de secagem (grandes câmaras de armazenamento com sistema de secagem), evitando assim a exposição a condições climáticas adversas e a pragas. Defende também que a prática de secar o milho no campo conduz a uma perda significativa de biomassa seca dos grãos por respiração, o que leva a uma desvalorização do produto. No entanto, é de ter em consideração que o milho com alto teor de humidade é incompatível com a debulha (separar os grãos da espiga) mecanizada, devido à grande quantidade de partes verdes e húmidas, que podem causar o amassamento do grão (Marques, 2010).

A colheita do milho para confeção de silagem (produto forrageiro resultante da fermentação em meio anaeróbio), deve ocorrer quando a planta tem um conteúdo de matéria seca que varia entre 30-35% e o grão de milho uma consistência entre o pastoso e farináceo duro. Teores mais baixos que 30% estão relacionados com baixa qualidade de silagem, perdas de matéria seca por lixiviação e redução no consumo animal (Deminicis *et al*, 2009).

5 – Metodologia de avaliação da ecoeficiência da água no PRMN

Como focado anteriormente no capítulo 1, a ecoeficiência reporta a produzir um igual ou maior valor económico acrescentado, com menores impactes ambientais. Deste modo, as atividades económicas devem ser avaliadas para que se possam conhecer os efeitos ambientais correspondentes e saber em que medida se conseguem reduzir.

A principal atividade económica do PRMN é a agricultura, sendo as principais culturas o milho e o olival. No sentido de analisar a ecoeficiência da água no PRMN, a estratégia de atuação deste estudo passou pela avaliação da ecoeficiência da água na produção de milho e olival de dois dos maiores agricultores da região de Monte Novo, a Fundação Eugénio de Almeida e a Olivais do Sul. Para o efeito, recorreram-se a diferentes fases para se desenvolver este trabalho.

A primeira fase passou pela caracterização dos atores referidos em 2.1. Os atores definidos neste trabalho são, em primeira instância, os agricultores e as entidades gestoras do sistema de distribuição de água. No que toca aos agricultores, foram escolhidos dois e realizada uma caracterização ao nível de localização geográfica, tipo de culturas, dimensões de ocupação cultural, tecnologias de produção e técnicas de rega. No que toca às entidades gestoras do sistema foram identificadas as suas principais responsabilidades na operação do sistema. Seguiu-se a fase de identificação e construção de uma cadeia de valor que evidenciasse o ciclo de utilização de água para rega, das culturas de olival e milho. Depois desenvolveu-se a fase de avaliação da componente ambiental da utilização de água para rega de milho e olival, através da avaliação dos potenciais impactes ambientais da cadeia de valor. Desta avaliação destacou-se um impacto, o consumo de energia, que viria a ser alvo de quantificação posterior. Depois da avaliação da componente ambiental da utilização de água para rega foi necessário avaliar a componente económica, através da determinação do valor económico acrescentado de utilização da água na cadeia de valor.

Como resultado da avaliação da componente ambiental e económica, calculou-se a ecoeficiência do olival e milho da FEA e olival da ODS. Nesta fase foram modelados diversos cenários de ecoeficiência.

Será de acrescentar que neste estudo se considerou o ano de 2011 como o ano de referência (ano 0) pois, apesar do início de funcionamento do PRMN ter ocorrido em 2009, só em maio de 2010 é que foram uniformizadas as tarifas de água,

através da publicação em Diário da República e efetivamente só no ano de 2011 é que os agricultores começaram a pagar essas mesmas tarifas. Optou-se também pelo ano de 2011, pois foi o 1º ano em que o PRMN atingiu uma área agrícola de rega de 50%.

5.1 – Caracterização dos agricultores

Como anteriormente referido, a Fundação Eugénio de Almeida (FEA) e a empresa Olivais do Sul (ODS) no que toca à produção agrícola são dos maiores produtores do PRMN. A Fundação Eugénio de Almeida (FEA) possui uma ocupação cultural (regada) bastante diversificada de 900 ha e a Olivais do Sul (ODS) possui uma ocupação cultural exclusiva de olival de 260 ha. O conjunto destas duas empresas perfaz uma ocupação cultural de 1160 ha, pelo que atendendo a que o PRMN é constituído por uma área de rega efetiva de cerca de 4408 ha (Rosado, 2012), a FEA e ODS representam cerca de 26.3 % da área total regável do perímetro.

5.1.1 – Fundação Eugénio de Almeida

A Fundação Eugénio de Almeida é uma instituição que tem como principais atividades, a produção agrícola e pecuária. Para além da atividade agrícola que desenvolve, a fundação tem a responsabilidade estatutária de auxiliar a região de Évora no domínio cultural, educacional e espiritual (FEA, 2012).

A FEA é o produtor agrícola mais importante do PRMN. Esta instituição detém quase 20 % do PRMN (cerca de 1560 ha), mas a área utilizada para rega corresponde apenas a 60% da sua área total (Rosado, 2012). A FEA possui quatro herdades no PRMN, designadas Álamo de Cima, Álamo da Horta, Freixo e Cabida, Cabaços e Courelas e localizadas no bloco 4.A, bloco 3, bloco 1.1, bloco 4.A, respetivamente (Figura 18).

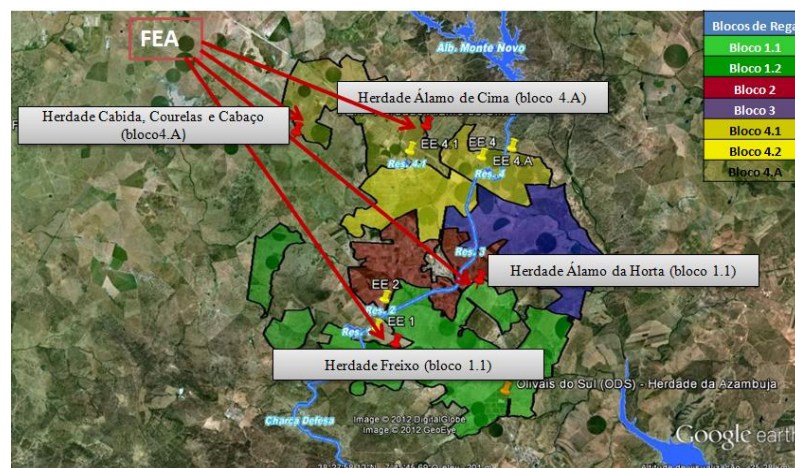


Figura 18 – Localização das herdades da FEA no PRMN (adaptado Google Earth).

As principais culturas produzidas são o milho e o olival, a que será dada especial atenção no estudo, mas também são cultivados tomate (para indústria de produção), aveia, vinha, triticale, papoila, pastagens, como descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Ocupação cultural das herdades da FEA no ano de 2011.

Área das Culturas (ha)	Herdade Álamo da Horta	Herdade Álamo de Cima	Herdade do Freixo	Herdade Cabida, Cabaços e Courelas	Total
Olival	56,10	226	-	-	282,1
Vinha	35,89	78,46	-	-	114,35
Tomate	-	-	126,99	-	126,99
Milho	-	-	213	-	213
Papoila	-	-	-	14	14
Triticale	-	-	47,52	-	47,52
Aveia	-	-	-	81,24	81,24
Pastagem Natural	-	-	67,67	339,6	407,27
Eucalipto	-	208,07	-	-	208,07
Total	91,99	512,53	521,51	434,84	1560,87

Segundo se pode verificar na tabela 4, de acordo com a ocupação cultural em 2011, as herdades que possuem olivais são a herdade de Álamo de Cima e Álamo da Horta. Ambas as herdades produzem azeitona com destino à produção de azeite em lagar próprio. O lagar absorve a produção total de azeitona.

A herdade de Álamo de Cima possui um olival jovem com cerca de 141 ha e com um intervalo de idade entre os 7 e os 10 anos. A diferença de idades deve-se ao facto de a instalação do olival ter ocorrido em 4 fases: a primeira em 2001 (41 ha) e as restantes em 2002 (40 ha), 2003 (36 ha) e 2005 (24 ha) (FEA, 2005). Para além desse olival, a herdade possui ainda um olival em formação (variedade Arbequina e Picual), plantado em 2009, com cerca de 85 ha (FEA, 2009). O regime de cultura predominante, nesta herdade, é o intensivo (8 x 4 m), sendo as principais variedades de azeitonas produzidas a Galega, Cobrançosa, Cordovil e Verdeal (FEA, 2005) e o sistema de rega utilizado é o de gota-a-gota. O olival da herdade Álamo da Horta apresenta uma área de aproximadamente 56 ha mas ainda está em formação, pois surgiu de uma replantação em 2010 (FEA, 2010).

No trabalho em questão apenas se considerou a produção da herdade de Álamo de Cima para avaliar a ecoeficiência, visto que é o único olival que se encontra em produção em 2011.

No que toca às tecnologias utilizadas no cultivo dos olivais da FEA, estes foram cultivados utilizando o método de enrelvamento entrelinha. Este método como o próprio nome indica consiste na plantação de relva, ou outras espécies da família *Graminea*, entre as linhas de olival, fornecendo assim uma cobertura vegetal ao solo, protegendo-o contra a erosão e contra a compactação resultante da transitabilidade de máquinas. Contudo, para a relva não se desenvolver em demasia, esta é controlada através de corte (nas entrelinhas), realizado cerca de três vezes no ano. O controlo de espécies de plantas invasoras (ex: erva daninha, ervilhaca) junto do olival e dos sistemas de rega é efetuado através de monda química, aplicada três vezes por ano. Em relação à proteção das árvores contra parasitas, o tratamento fitossanitário é realizado 5 vezes no ano. A adubação, por sua vez, é realizada anualmente de uma forma contínua entre Maio e Setembro, sob a forma de adubo líquido. A poda é efetuada de dois em dois anos e os resíduos gerados são utilizados como adubos no solo. A colheita da azeitona é realizada de forma mecânica através de mão-de-obra e máquinas próprias e subcontratação de serviços. Como o olival é uma cultura permanente, que envolve grandes despesas a FEA tem um seguro das suas colheitas.

Relativamente às técnicas de rega, os olivais destas herdades utilizam o sistema de rega gota-a-gota superficial.

No que toca ao milho a herdade do Freixo é a única herdade de FEA que se dedica à sua produção. A herdade do Freixo possuía em 2011 uma área de 521.51 ha, dos quais 213 ha estavam equipados com 6 *pivots*, e se destinavam ao cultivo de milho-grão e de silagem. O milho-grão possuía uma área de 94,4 ha equipada com 3 *pivots* enquanto para o milho para silagem possuía uma área 118.6 ha equipada também com 3 *pivots*. No entanto, a área anual correspondente a cada tipo de milho depende da flutuação dos preços do ano em vigor. Uma vez que os custos de produção de produção do milho-grão são bem superiores aos de silagem é necessário que haja uma boa gestão do tipo de milho a semear. A título de exemplo, em 2008 o milho-grão teve uma grande queda no preço, portanto no ano seguinte a FEA investiu exclusivamente no milho de silagem. Contudo, no ano subsequente como o preço do milho voltou a subir já tornou a ser encarada a produção de milho-grão.

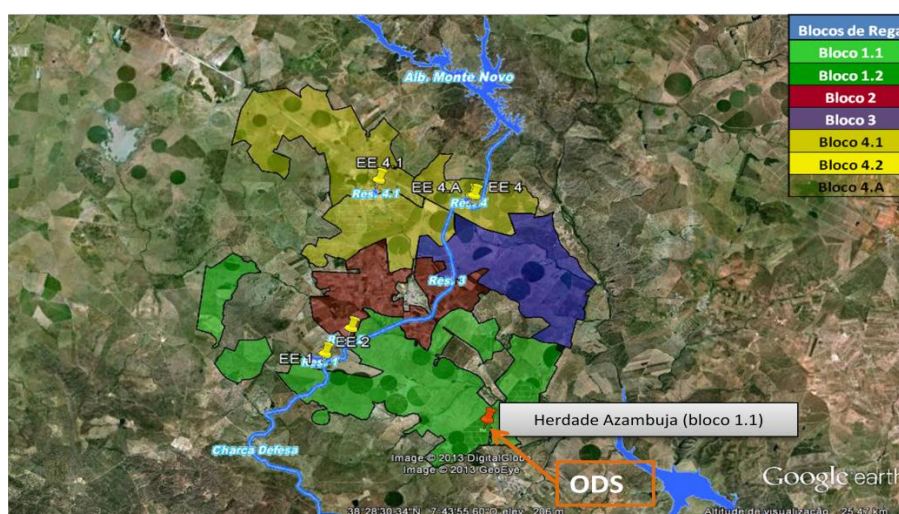
Relativamente, às tecnologias envolvidas no cultivo de milho, a FEA utiliza como processo de mobilização de terreno e sementeira, a sementeira direta, cuja mobilização é mínima. Em termos de adubação, são utilizados adubos de fundo durante o processo de sementeira direta contendo azoto, fósforo e potássio (5% N, 10% K, 10% P) e após este processo são utilizados adubos de cobertura ricos em azoto (32%N). Qualquer um dos adubos é colocado no solo numa só aplicação. No

que diz respeito ao tratamento fitossanitário, este ocorre uma vez por ano (como medida de prevenção). A ceifa e ensilagem é efetuada de forma mecânica recorrendo-se a subcontratação de serviços exteriores. Já a debulha é efetuada por mão-de-obra própria. A técnica de rega utilizada no milho é por *pivots*.

Em termos de pecuária a FEA possui um tipo específico de gado bovino, com o nome de raça Alentejana, com um efetivo de aproximadamente 677 cabeças de gado equivalentes.

5.1.2 – Olivais do Sul (ODS)

A Olivais do Sul é uma empresa comercial especializada em olivicultura e produção de azeite em lagar próprio. Esta empresa, com cerca de 6 anos, explora atualmente 600 ha de olival de regadio na região do Alentejo. No PRMN, a ODS conta com uma expressividade de 260 ha de olival de regadio, o que lhe confere o estatuto de um dos maiores produtores de olival do perímetro. A ODS possui uma herdade no perímetro, chamada herdade da Azambuja, que se localiza no bloco 1.1. (Figura 19).



Na herdade da Azambuja são utilizados dois regimes de cultivo, intensivo e superintensivo, com compassos 7.5x5 e 3.75x1.35, respetivamente. Em ambos os casos o espaçamento das oliveiras foi definido atendendo aos aspetos operacionais, ou seja, otimização da colheita mecânica e redução de custos. Os olivais cultivados foram plantados em 2006, sendo que o olival de regime superintensivo começou a

produzir ao fim do terceiro ano, enquanto o olival intensivo só produziu ao fim de 5 anos. As azeitonas produzidas destinam-se à produção de azeite e azeitona de mesa. Relativamente aos tipos de azeitonas produzidas, estes diferem de acordo com o regime de cultivo. Deste modo, a ODS no regime intensivo produz azeitonas da variedade Cobrançosa e Picual e no regime superintensivo produz, essencialmente, a variedade Arbequina.

Em relação à tecnologia utilizada, esta herdade também cultiva olival por método de enrelvamento entrelinha. Os herbicidas são utilizados na linha do olival e nas entrelinhas a manutenção é efetuada com recurso ao corte. A poda é realizada de dois em dois anos, com o auxílio de motosserras e os resíduos, tal como acontecia na FEA, são triturados e deixados no solo aumentando o seu conteúdo em matéria orgânica. A aplicação de fertilizantes é efetuada por fertirrega e as dosagens a aplicar variam consoante os resultados das amostragens bianuais efetuadas ao solo, assim como as amostragens anuais realizadas às folhas.

Os produtos fitossanitários são aplicados segundo dosagens mínimas de tratamento. A colheita no olival superintensivo é realizada de forma mecânica e no intensivo de forma manual, com recurso a vibradores manuais.

No que toca às técnicas de rega, é utilizado o sistema de rega gota-a-gota automatizado com GPS e programado para rega noturna, diminuindo a evaporação e o consumo energético.

5.1.3 – Entidade gestora do sistema de distribuição

No caso do PRMN, a entidade gestora do sistema de distribuição primário é a Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva (EDIA) e a entidade gestora do sistema de distribuição secundário, é a Associação de Beneficiários de Monte Novo. Contudo, transitoriamente e em acordo com a Associação de Beneficiários de Monte Novo é ainda a EDIA que está a gerir o sistema de distribuição secundário.

A EDIA é a companhia responsável (por concessão) pela gestão e desenvolvimento do projeto de fins múltiplos do Alqueva e infraestruturas associadas. As principais responsabilidades desta entidade, associadas ao projeto do Alqueva, são a gestão das infraestruturas hidráulicas e outros bens de domínio público da água, bem como a gestão e regulamentação da utilização primária e secundária dos cursos de águas. As licenças para utilização de água são também supervisionadas pela EDIA. A EDIA utiliza a água para rega e produção de energia (através de centrais

hidroelétricas e mini centrais hídricas espalhadas pelo sistema de distribuição de água primário) (EDIA, 2012c).

A Associação de Beneficiários de Monte Novo foi criada em 2009, de acordo com a Portaria nº676/2009, e representa o conjunto de todos os agricultores do PRMN ligados ao sistema de distribuição de água de Alqueva a partir da EDIA. A principal função desta associação é promover a administração de grandes obras hidroagrícolas, tais como: (i) assegurar o funcionamento e manutenção do sistema de distribuição secundário, (ii) definir planos de rega, (iii) assegurar o pagamento de taxas de exploração e manutenção e gerir as receitas (Decreto Regulamentar nº84/82).

Atualmente, como acima referido, a EDIA é a empresa responsável, por um período de transição, por estas responsabilidades atribuídas à Associação de Beneficiários do PRMN.

5.2 – Construção da cadeia de valor

De acordo com a metodologia de construção de cadeia valor anteriormente referida no capítulo 2, as características dos parceiros agrícolas em estudo, bem como as características do próprio PRMN, foi elaborada uma cadeia de valor cujo objeto fundamental se centra na utilização da água para rega. Neste sentido, esta cadeia de valor foi criada para permitir a concetualização dos processos inerentes à utilização de água de rega de uma forma esquemática e simples, proporcionando uma leitura direta de todas as fases referentes à disponibilização e utilização de água pelos agricultores

Com base na definição descrita por Christopher (1998), as atividades primárias identificadas na construção da cadeia foram:

- a) O sistema de distribuição primário, que transporta a água desde a albufeira do Alqueva até ao PRMN;
- b) O sistema de distribuição de água secundário, que se encarrega de distribuir a água pelos diferentes agricultores existentes no perímetro;
- c) Os agricultores que possuem os blocos de cultura;
- d) Os aquíferos, as ribeiras e o solo pois são, em ultima instância, o meio recetor da água.

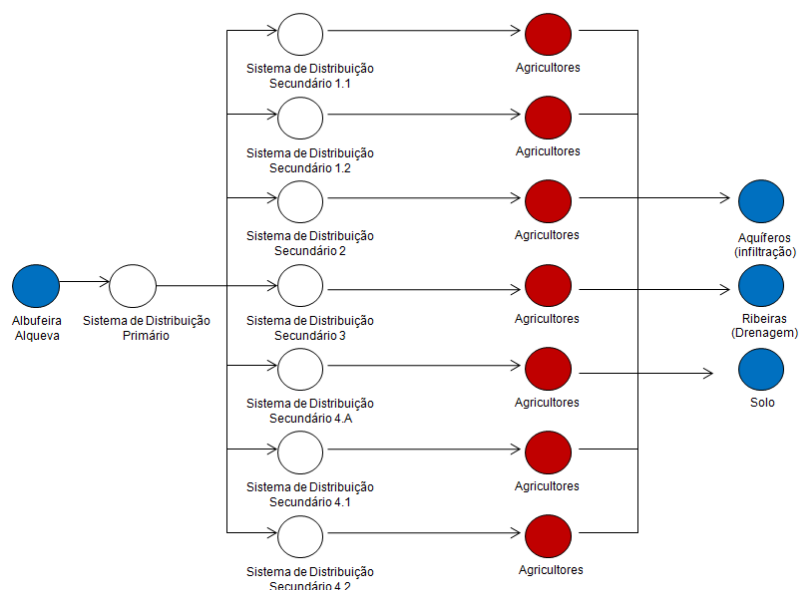


Figura 20 - Esquema geral representativo da cadeia de valor do Perímetro de Rega de Monte Novo.

Desta forma, as atividades primárias foram organizadas sequencialmente com o objetivo de proporcionar uma visão clara e contínua de todo o processo (Figura 20). Para tal, foi construído um diagrama, recorrendo-se a circunferências e setas para ilustrar as atividades primárias e suas ligações, respetivamente.

Este diagrama apresenta diferentes cores de acordo com as diferentes atividades em estudo da cadeia de valor. O azul refere-se à fonte de matéria-prima ou meio recetor, isto é, ao local de captação inicial da água e, posteriormente, à sua devolução ao meio recetor; o vermelho está ligado às atividades do foro agrícola; o branco representa o sistema de distribuição de água primário e secundário.

Para que as atividades primárias apresentadas na Figura 20 se desenvolvam existe um conjunto de outras atividades que lhes servem de apoio, as chamadas atividades complementares. No caso do sistema de distribuição primário de água de rega (cor branca) as atividades complementares consideradas são aquelas que permitem que a água da albufeira do Alqueva chegue até ao PRMN, tais como: a bombagem efetuada pela estação elevatória (EE) dos Álamos, que eleva a água proveniente do Alqueva para a albufeira do Loureiro, a partir de qual é disponibilizada a água que alimenta a restante rede de distribuição primária (canais e condutas), que transportam a água para os reservatórios do PRMN. A água armazenada nestes reservatórios abastecerá (através da rede de distribuição secundária) os blocos de rega.

No caso do sistema de distribuição secundário as atividades complementares consideradas são aquelas que permitem que a água seja distribuída dos reservatórios 1, 2, 3, 4 e 4.1 (ver ponto 3.2) para os diferentes agricultores. Assim as atividades complementares consideradas para o sistema de distribuição secundário são: a bombagem efetuada pelas estações elevatórias que asseguram a distribuição de água para os blocos a alta pressão (com exceção da EE4.1 que fornece em alta pressão o bloco 4.A e em baixa pressão o bloco 4.2) assim como o transporte de água para os agricultores (bocas de rega) efetuado através das condutas (rede de distribuição secundária).

No que toca aos agricultores (vermelho) as atividades complementares consideradas são aquelas que contribuem para a produção dos diferentes produtos agrícola de cada bloco de cultura, tais como fertilização de cada cultura.

Em relação ao nó de origem (azul), não serão associadas atividades complementares à albufeira do Alqueva uma vez que corresponde à fonte de matéria-prima utilizada na cadeia. Para o final da cadeia (azul) são consideradas as atividades complementares, tais como a análise da qualidade da água superficial e subterrânea e análise do solo.

A Figura 21 representa de uma forma mais detalhada (incluindo as atividades complementares) a cadeia de valor representada na Figura 20.

Ainda segundo a metodologia de construção de cadeia de valor descrita no capítulo 2, deveriam ser definidas as subatividades da cadeia de valor. Neste trabalho, face ao objetivo de avaliação da ecoeficiência de utilização da água para produção agrícola considerou-se apenas a existência de subatividades diretas.

Neste sentido, para o sistema de distribuição de água primário, a subatividade direta considerada é a venda de água do sistema primário para o secundário. No que diz respeito, às atividades complementares inerentes ao sistema de distribuição de água secundário, a subatividade direta é a venda de água do sistema secundário para os agricultores. Em relação aos agricultores, a subatividade direta corresponde à venda dos produtos agrícolas. No que toca aos aquíferos, ribeiras e solos e às suas análises físico-químicas, a subatividade direta considerada é o processo de comparação da quantidade de compostos químicos presentes nas análises com os valores máximos admissíveis e recomendáveis (VMA e VMR).

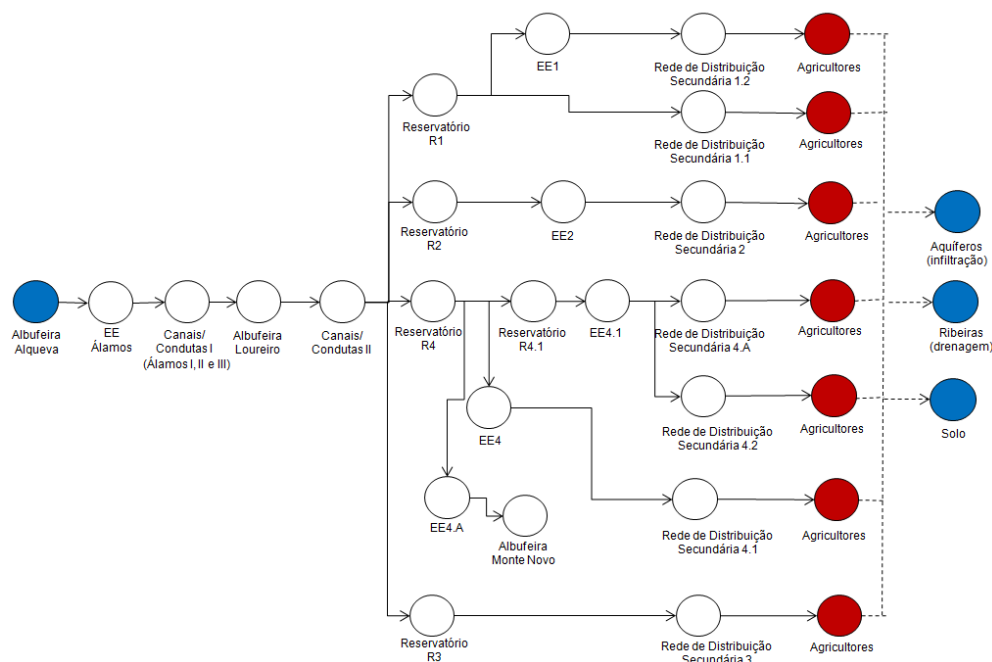


Figura 21 - Esquema complexo representativo da cadeia de valor do Perímetro de Rega de Monte Novo.

Atenta à localização das herdades Álamo de Cima (bloco 4.A) e Freixo (bloco 1.1) da Fundação Eugénio de Almeida e da herdade de Azambuja da Olivais Do Sul (bloco 1.1), e tendo como referência a Figura 21, a cadeia de valor específica a considerar (neste caso para o milho e olival) para a produção agrícola associada a estes agricultores é a representada na Figura 22.

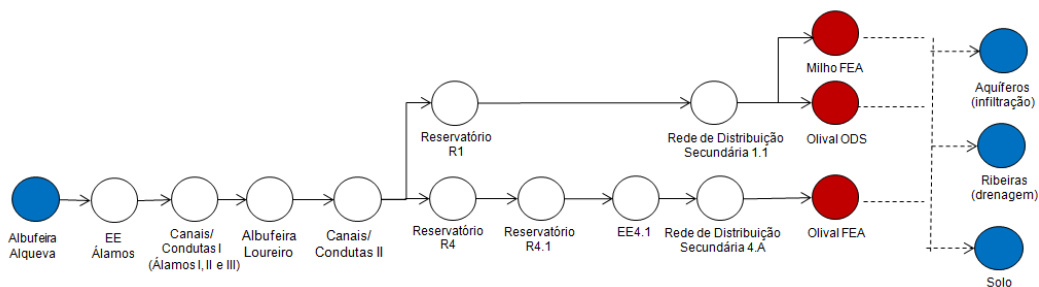


Figura 22 - Esquema detalhado da cadeia de valor do olival da ODS e do milho e olival FEA.

No entanto, tendo em vista a aplicação do indicador de ecoeficiência, definido no ponto 1.2, através da Equação 3 (razão valor acrescentado sobre impacte ambiental), e posteriormente representar graficamente a evolução do valor acrescentado face ao acumulado de impacte ambientais (tal como apresentado na Figura 7) da cadeia de valor do milho e olival da FEA e ODS, reduziu-se a cadeia a cinco nós, tal como ilustra a Figura 23.

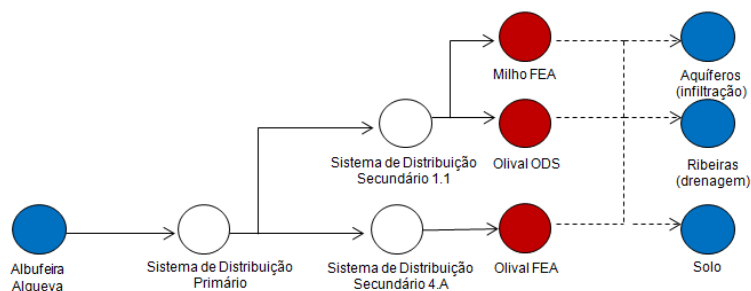


Figura 23 - Esquema específico da cadeia de valor do olival da ODS e do milho e olival da FEA.

5.3 – Avaliação dos potenciais impactes resultantes da cadeia de valor

Após a elaboração da cadeia de valor associada ao milho e ao olival da FEA e ao olival da ODS (Figura 23) foi necessário prever os principais impactes ambientais associados a esta mesma cadeia. Ao contrário da metodologia descrita no capítulo 1, não foi utilizada a LCA para prever os impactes do ciclo de vida da água, devido à escassez de dados disponíveis. Através de uma revisão bibliográfica, e em conjunto com os agricultores, aferiram-se os potenciais impactes ambientais (fase de exploração) resultantes das atividades associadas à cadeia de valor.

Para o sistema de distribuição de água primário e secundário, foram identificados como potenciais impactes diretos, o consumo energético das bombas existentes nas estações elevatórias e, como impactes indiretos, a alteração do teor de água na atmosfera (evaporação) e no solo (infiltração). No que diz respeito à atividade agrícola, os potenciais impactes diretos (negativos) foram: a contaminação do solo por excesso de fertilizantes e pesticidas, a contaminação do aquífero e ribeiras (lixiviados), a alteração físico-química dos solos (alcalinidade, salinidade, ph, compactação, erosão), o carbono libertado pelas culturas de olival e milho e pelo consumo de combustíveis fósseis (aumento da pegada de carbono), a dispersão de agentes transmissores de doenças através do sistema de rega e o consumo excessivo de água e energia gerado pela desadequação do sistema de rega à cultura a regar (Zalidis et al., 2002; Tilman et al., 2002). Contudo, apesar de todos os impactes referidos, os agricultores do PRMN defendem que o uso de regadio vai assegurando a produção em anos de escassez.

No que concerne à metodologia de confirmação de ocorrência destes potenciais impactes, é apresentado de uma forma breve, e em linhas gerais, o procedimento a aplicar para aferir se os impactes associados à cadeia de valor são passíveis de ocorrência.

Relativamente à contaminação dos solos no perímetro, é necessário fazer análises para confirmar se existe ou não contaminação. A sugestão é que sejam feitas análises de solo periódicas (ex: trimestralmente? semestralmente?) dos compostos de azoto, fósforo, cloro, sódio, cálcio e magnésio (base da composição química dos fertilizantes e pesticidas) para as diferentes culturas e comparadas com análises efetuadas às mesmas culturas (para o mesmo tipo de solo/com característica físicas semelhantes) em condições em que não sejam utilizados fertilizantes (ou, se utilizados, que sejam biológicos), nem pesticidas.

No que toca a avaliar a qualidade de água subterrânea e perceber de que forma as práticas agrícolas e de regadio podem interferir na migração de poluentes para zonas mais profundas, sugere-se que sejam efetuadas análises ao aquífero (aquífero de Évora) para determinar a razão de adsorção do sódio, a condutividade elétrica, os nitratos, os cloretos e o azoto amoniacal. Estas análises devem ser efetuadas em diferentes pontos do perímetro de rega, tendo em conta a distribuição das culturas nas propriedades; no entanto, se tais testes não forem possível devido à ausência de piezómetros, devem ser abertos poços a pequenas profundidades junto à rede de drenagem (se existente) com a finalidade de analisar as águas subterrâneas (COTR, 2008).

No que diz respeito à quantidade de carbono emitida deve ser calculada a pegada de carbono do perímetro e, no caso de ser demasiado elevada, serem adotadas medidas compensadoras de sequestro de carbono (FAO, 2001).

Dos diversos impactes acima referidos, neste trabalho, optou-se por abordar um em particular, aquele que, em conjunto com a auscultação dos atores, se julga mais relevante, o consumo de energia. Deste modo, o indicador de ecoeficiência utilizado neste trabalho, apenas diz respeito ao valor económico acrescentado da utilização da água na rega de determinada cultura em função da energia consumida por m³ de água utilizado na rega, tal como referido na Equação 8.

$$\text{Indicador ecoeficiência} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) = \frac{\text{Valor económico acrescentado} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Impacte energia acrescentado} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \right)}$$

(Equação 8)

Para se poder aplicar o indicador de ecoeficiência referido na Equação 8 à cadeia de valor representada na Figura 23, é necessário analisar, previamente, o consumo energético de cada um dos nós da cadeia de valor de utilização de água para rega.

Assim, para o primeiro nó, como corresponde à fonte da matéria-prima do sistema, não há impacte energético associado. Para os nós dos sistemas de distribuição primário, secundário e agricultores as Equações 9, 10 e 11 são respetivamente, indicativas da quantificação do impacte energético.

$$\text{Impacte energético (kWh/m}^3\text{)} = \frac{E \text{ consumida } EE_p \text{ (kWh)}}{\text{Volume de água à entrada sistema primário (m}^3\text{)}} \quad (\text{Equação 9})$$

$$\text{Impacte energético (kWh/m}^3\text{)} = \frac{E \text{ consumida } EE_p + E \text{ consumida } EE_s \text{ (kWh)}}{\text{Volume de água à entrada sistema secundário (m}^3\text{)}} \quad (\text{Equação 10})$$

$$\begin{aligned} \text{Impacte energético (kWh/m}^3\text{)} \\ = \frac{E \text{ consumida } EE_p + E \text{ consumida } EE_s + E \text{ consumida cultura (kWh)}}{\text{Volume de água que chega ao agricultor (m}^3\text{)}} \end{aligned} \quad (\text{Equação 11})$$

Nestas Equações (9, 10 e 11), o E refere-se à energia, o EE_p refere-se à estação elevatória primária (Álamos) e o EE_s refere-se à estação elevatória secundária (no caso de existir).

Para o último nó, como corresponde à devolução natural da água para o meio recetor, não há um impacte energético acrescentado face ao nó anterior, pelo que os impactes energéticos são os mesmos do nó do agricultor.

Na sequência do referido acima, salienta-se que numa análise mais completa, deveria ainda ser considerada a avaliação de outros indicadores de ecoeficiência, com base noutros impactes, como por exemplo: emissão de CO_2 , consumo de azoto, fósforo, etc. Deste modo a Equação 8 manteria o mesmo valor acrescentado (numerador), mas no que toca ao impacte (denominador) este seria alterado em função das emissões a que se referia, exemplo: tonelada de CO_2 consumido por m^3 de água utilizado.

Naturalmente, estes referidos indicadores de ecoeficiência deveriam, posteriormente, ser agregados num único indicador global por ponderação do mesmo, tal como propõe o projeto EcoWater.

5.4– Valor económico acrescentado

De acordo com a metodologia descrita no capítulo 2, após serem identificados os impactes ambientais (neste caso, energia) é necessário calcular o valor económico acrescentado da utilização de água para se poder aplicar o indicador de ecoeficiência, referido na Equação 8, no ponto 5.3, e avaliar a ecoeficiência. A metodologia que se segue serve para avaliar o valor acrescentado de utilização da água e pode ser aplicada, de uma forma genérica a qualquer cultura existente no perímetro de rega; contudo, no caso em estudo foi apenas aplicada ao milho e olival. O valor económico da utilização da água deverá, assim, ser calculado para cada um dos nós da cadeia de valor da água, no caso corrente correspondentes às culturas de olival e milho de cada uma das herdades. Deste modo, para avaliar a componente económica da utilização da água no olival e milho da FEA e olival da ODS é necessário desmembrar a cadeia de valores representada na Figura 23 em quatro cadeias de valor, uma referente ao olival da herdade Álamo de Cima (FEA), outra referente ao olival da herdade da Azambuja (ODS) e outras duas relativas ao milho-grão e milho-silagem da herdade do Freixo (FEA).

Relativamente ao primeiro nó, correspondente à albufeira do Alqueva, como é a fonte de sistema, considera-se os impactes ambientais e o valor económico da utilização da água nulo.

Para o segundo nó, relativo ao sistema de distribuição primário, o valor acrescentado de utilização da água é determinado através, da diferença entre a receita gerada devido ao fornecimento de água efetuado pelo sistema de distribuição primário (R_{SP}), e os custos correspondentes a esse sistema de distribuição (C_{SP}). O valor resultante é dividido pela quantidade de água que é extraída da albufeira de Alqueva e entra no sistema de distribuição primário (volume de água à entrada do sistema primário - V_{SP}). Esses valores são calculados numa base anual. Esta relação é representada na Equação 12 e resulta de uma adaptação da Equação 6 definida no ponto 2.2.2.

$$VA(€/m^3) = \frac{R_{SP} - C_{SP} (€)}{V_{SP}(m^3)}$$

(Equação 12)

Aprofundando esta Equação 12, pode dizer-se que o valor acrescentado de utilização da água no sistema de distribuição primário é calculado através da diferença

gerada entre a venda da água (EDIA) aos agricultores e os custos energéticos correspondentes à bombagem desse volume de água pela estação elevatória dos Álamos, para abastecimento do PRMN. O valor resultante é dividido pelo volume de água que entra no sistema de distribuição primário (V_{SP}). A Equação 13 é demonstrativa desta expressão.

$$VA(€/m^3) = \frac{\text{Receita da venda da água}(€) - \text{Custos energético EE Álamos}(€)}{\text{Volume de água à entrada sistema primário}(m^3)}$$

(Equação 13)

O preço de venda da água pelo sistema de distribuição primário é definido de acordo com o despacho 9000/2010 para o ano em consideração, mas sem atender às atualizações já referidas no capítulo 3.2.1. A receita é, desta forma, obtida através da multiplicação do preço da água para um ano pré-estabelecido pelo volume de água à saída do sistema primário ($V_{saídaSP}$). A Equação 14 é ilustrativa do cálculo da receita.

$$R_{SP}(€) = \text{preço da água} \left(\frac{€}{m^3} \right) \times \text{Volume à saída sistema primário} (m^3)$$

(Equação 14)

Será de salientar que o volume de água à saída do sistema de distribuição primário é inferior ao volume de água à entrada desse mesmo sistema. Tal, deve-se ao facto de ocorrerem perdas de água ao longo do sistema de distribuição. Posto isto, atendendo que as perdas ao longo do sistema de distribuição primário são de 12%, conforme indicado em 3.1.1, o volume de água registado à saída do sistema de distribuição primário é calculado segundo a Equação 15.

$$\text{Volume à saída do sistema primário } (V_{saída SP})(m^3) = \frac{V_{SP}}{(1 + 0.12)}$$

(Equação 15)

Em termos de cálculo de receita de água do sistema de distribuição primário, na Equação 14, é utilizado ao invés do volume à entrada do sistema distribuição primário, o volume à saída do sistema distribuição primário, devido ao facto de o utilizador de água não pagar as perdas de água entre sistemas de distribuição.

No que toca aos custos, os custos considerados neste nó apenas dizem respeito aos custos energéticos. Os custos relativos à construção e manutenção das infraestruturas (sistema primário) pela EDIA, não são considerados neste trabalho, devido a não ter sido possível a sua obtenção em tempo útil. Assim sendo, os custos energéticos relativos à bombagem da água da estação elevatória (EE) dos Álamos para o PRMN, são calculados com base na multiplicação da energia que é consumida (kwh) pela EE dos Álamos por uma tarifa unitária de preço (€/kWh).

Relativamente ao volume de água que entra no sistema de distribuição primário indicado no denominador da Equação 13, este é indicado pela EDIA.

No entanto, salienta-se também, que independentemente do volume de água extraído na albufeira do Alqueva, o valor acrescentado calculado para o nó primário, através da Equação 12, é sempre o mesmo, uma vez que as receitas e custos resultantes deste nó primário, dependerem apenas do volume de água.

Para o terceiro nó, relativo ao sistema de distribuição secundário, o valor acrescentado de utilização da água é determinado através do somatório: (i) da diferença gerada entre a receita do sistema de distribuição primário (R_{SP}) e os custos associados a esse sistema de distribuição (C_{SS}), e (ii) da diferença gerada entre a receita do sistema de distribuição secundário (R_{SS}) e os custos do sistema de distribuição secundário (C_{SP}). O valor resultante é dividido pela quantidade de água resultante do sistema de distribuição primário e que entra no sistema de distribuição secundário (volume de água sistema secundário - V_{SS}). Esta relação é representada na Equação 16.

$$VA(€/m^3) = \frac{R_{SP} - C_{SP} + R_{SS} - C_{SS} (€)}{V_{SS}(m^3)}$$

(Equação 16)

O preço de venda da água fornecida pelo sistema de distribuição secundário, à semelhança do que acontece no sistema de distribuição primário, é também definido de acordo com o despacho 9000/2010. O cálculo da receita é efetuado da mesma forma que o indicado na Equação 14, mas adaptando os valores ao sistema de distribuição secundário. Assim, a Equação 17 reflete essa expressão.

$$R_{SS}(€) = \text{preço da água} \left(\frac{€}{m^3} \right) \times \text{Volume de água à saída do sistema secundário} (m^3)$$

(Equação 17)

Atendendo que as perdas de água relativas ao sistema de distribuição secundário são de 1 %, conforme indicado em 3.2, pelo que o volume de água à saída do sistema de distribuição secundário é calculado pela Equação 18.

$$\text{Volume à saída do sistema secundário } (V_{saídaSS})(m^3) = \frac{V_{SS}}{(1 + 0.01)} \quad (\text{Equação 18})$$

Em termos de cálculo de receita de água do sistema de distribuição secundário, na Equação 17, é utilizado o volume à saída do sistema distribuição secundário ao invés do volume à entrada do sistema distribuição secundário, devido ao facto de o utilizador de água não pagar as perdas de água entre sistemas de distribuição.

Em relação aos custos do sistema secundário (C_{SS}), também neste nó, à semelhança do que se verifica no nó primário, os custos relativos à construção e manutenção das infraestruturas (sistema secundário) pela EDIA, não são considerados neste trabalho. Os custos do sistema secundário (C_{SS}) referem-se ao pagamento de água ao sistema de distribuição primário e aos custos energéticos decorrentes da necessidade de se ter de elevar a água para alguns blocos de rega do PRMN. Assim a avaliação destes custos varia consoante o bloco seja provido, ou não, de EE para o abastecimento de água.

Os custos energéticos são calculados com base na multiplicação da energia que é consumida (kWh) pela EE do sistema secundário por uma tarifa unitária de preço (€/kWh). A tarifa unitária do sistema de distribuição primário e secundário é a mesma. No caso em estudo, o milho da FEA e olival da ODS tem estes custos energéticos nulos, pois se localizam na herdade do Freixo e Azambuja, que se encontram num bloco de baixa pressão. Ao passo que o olival da FEA tem o custo associado à EE 4.1., pois a herdade Álamo de Cima, localiza-se no bloco 4.A, que se encontra num bloco de alta pressão (EE4.1).

No que diz respeito ao volume de água que entra no sistema de distribuição secundário, indicado no denominador da Equação 16, este corresponde ao volume de água à saída do sistema de distribuição primário, calculado na Equação 15.

Todavia, tal como acontece no nó primário, salienta-se que, independentemente do volume de água extraído na albufeira do Alqueva, o valor acrescentado calculado para o nó secundário, através da Equação 16, é sempre o mesmo. Isto deve-se ao facto do numerador e denominador, da Equação 16, serem igualmente afetados, em função do volume de água utilizado.

Para o quarto nó, relativo às culturas (olival e milho), o valor acrescentado de utilização da água é calculado através do somatório: (i) da diferença gerada entre a receita do sistema de distribuição primário (R_{SP}) e os custos associados a esse sistema de distribuição (C_{SP}), (ii) da diferença gerada entre a receita do sistema de distribuição secundário (R_{SS}) e os custos do sistema de distribuição secundário e (iii) da diferença entre as receitas da venda do produto agrícola (R_A) (azeitona ou milho) e os seus respetivos custos de produção agrícola (C_A). O valor resultante é dividido pela quantidade de água que é utilizada pelos agricultores na rega de determinada cultura e que corresponde ao volume de água à saída do sistema de distribuição secundário, calculado na Equação 18. A Equação 19 é expressiva destes cálculos e representa o valor económico acrescentado de utilização da água para os agricultores.

$$VA(€/m^3) = \frac{R_{SP} - C_{SP} + R_{SS} - C_{SS} + R_A - C_A(€)}{\text{Volume de água agricultor}(m^3)} \quad (\text{Equação 19})$$

A receita agrícola (R_A) resulta da multiplicação do preço médio que os agricultores vendem o seu produto agrícola pelo valor de produção desse mesmo produto. A Equação 20 define este cálculo.

$$R_A(€) = \text{preço médio de venda da cultura} \left(\frac{€}{ton} \right) \times \text{valor de produção}(ton) \quad (\text{Equação 20})$$

De acordo com a Equação 20, para o caso de estudo, a receita agrícola resulta da multiplicação do preço médio que FEA e a ODS venderiam a azeitona para azeite, caso não fosse produzida em lagar próprio, pelo valor de produção dessas mesmas culturas. Na FEA o valor foi obtido através de auscultação do próprio agricultor, na ODS como tal não foi possível, o valor considerado foi o valor de preço médio de azeitona para azeite na região de Évora, indicado pelo GPP (2012). No caso do milho, a receita agrícola resulta da multiplicação do preço médio a que a FEA vende o milho milho-grão e de silagem, pelo valor de produção dessas mesmas culturas.

Em relação aos custos agrícolas (C_A) estes referem-se aos custos envolvidos nos processos de produção de determinada cultura. Estes custos variam conforme a cultura em análise. Deste modo, atendendo aos processos de produção agrícola referidos em 4.1 e 4.2, para o olival do caso de estudo, foram considerados os seguintes processos: apanha da azeitona, corte da relva, monda, tratamento

fitossanitário, poda, seguro das colheitas, assistência técnica, adubação e fertirrega. Para o milho os processos de produção considerados foram: a colheita (corte e silagem), secagem e transporte do milho, sementeira, tratamento fitossanitário, compra de sementes, adubação, mobilização do solo (máquinas e equipamentos próprios) e mão-de obra.

Os custos relativos ao consumo de energia e água em qualquer uma das culturas estão também incluídos nos custos agrícolas (C_A). Relativamente a estes últimos e à fertirrega (no caso do olival), estes variam consoante a variação do consumo de água anual. Desta forma dependendo da eficiência do sistema de rega utilizado (Leão e Morais, 2008), as perdas de água podem ser mais ou menos reduzidas, aumentando ou diminuindo o valor de água consumido pelo agricultor, assim como os valores do consumo energético e fertirrega, na mesma proporção. Em relação aos custos de água, cada herdade tem de pagar a água proveniente do sistema secundário, que corresponde à receita desse mesmo sistema secundário, calculado através da Equação 17.

Para além dos custos já mencionados, a amortização do sistema de rega também faz parte dos custos agrícolas (C_A). A amortização é calculada para 15 anos a uma taxa de juro de 3% ao ano.

Detalhando a informação relevante para responder a este custo para cada um dos pazeiros agrícolas, os olivais da FEA e ODS possuem sistemas de rega localizada por gota-a-gota superficial com uma eficiência média de 90%, ao contrário milho da FEA que possui um sistema de rega por aspersão através de *pivot*, com uma eficiência média de 85%.

No que toca ao denominador da Equação 19, o volume de água do agricultor, refere-se ao valor de água utilizado pelos agricultores no cultivo de determinada cultura (olival e milho) e que, tal como referido anteriormente, corresponde ao volume de água à saída do sistema de distribuição secundário, calculado na Equação 18.

Em relação ao quinto nó, relativo à água que se infiltra no solo e à água que por escoamento superficial é encaminhada para as principais linhas de água (ribeiras), o valor acrescentado de utilização da água é calculado através do somatório: (i) da diferença gerada entre a receita do sistema de distribuição primário (R_{SP}) e os custos associados a esse sistema de distribuição (C_{SP}), (ii) da diferença gerada entre a receita do sistema de distribuição secundário (R_{SS}) e os custos do sistema de distribuição secundário, (iii) da diferença entre as receitas da venda do produto agrícola (R_A) (azeitona ou milho) e os seus respetivos custos de produção agrícola (C_A) e (iv) dos custos de tratamento da água (C_t). O valor resultante é dividido pela

quantidade de água que foi utilizada pelos agricultores na rega de determinada cultura. Esta relação é representada na Equação 21.

$$VA(€/m^3) = \frac{R_{SP} - C_{SP} + R_{SS} - C_{SS} + R_A - C_A - C_T \text{ (€)}}{\text{Volume de água agricultor}(m^3)}$$

(Equação 21)

No caso da FEA e ODS a água não sofre qualquer tipo de tratamento, pelo que o valor económico acrescentado é o mesmo do nó anterior.

5.5 – Situações de simulação

A partir dos cálculos de valor acrescentado e impacte ambiental, aplicando a Equação 14, em função do impacte energia, pode ser calculada a ecoeficiência da cadeia de valor de utilização da água para rega de olival e milho. Neste estudo, foi calculada a ecoeficiência para a situação de referência (ano 0), que corresponde a avaliar a situação inicial de ecoeficiência da água no olival, milho-grão e milho silagem da FEA e olival da ODS, para os preços de 2011.

Entretanto, no sentido de avaliar a influência do aumento do preço da água na ecoeficiência, foi calculada a ecoeficiência para o preço da água em 2017. O preço em 2017, previsto pelo despacho 9000/2010 tal como indicado em 3.2.1, corresponde ao preço, sem atenuações, que os agricultores do PRMN vão ter de pagar para utilizar a água para rega. Para facilitar a avaliação desta situação, admitiu-se que os agricultores em 2017 teriam a mesma produção de 2011, assim como o preço dos processos de produção seriam os mesmos.

Tomando como base os preços da água em 2017 (situação anterior), no sentido de pesquisar a potencial melhoria da ecoeficiência, foi admitida a aplicação de uma nova tecnologia ao nível da exploração agrícola. A tecnologia proposta corresponde à utilização de um sistema rega mais eficiente, tal como o sistema de rega gota-a-gota subterrâneo, com uma eficiência de 96%, ao invés dos 85% para os *pivots* e dos 90% para o gota-a-gota superficial (NRCS, 2012).

Deste modo, em termos de nomenclatura, as três situações de ecoeficiência acima referidas são denominadas como situação de referência, situação de aumento do preço da água e situação de utilização de uma nova tecnologia face ao aumento do preço e designadas de acordo com a numeração de 1 a 3. A esta numeração é também associada a 1ª letra indicativa da cultura em estudo, assim a título de exemplo

quando a situação se refere ao olival da situação de referência (2011), é designada pelas letras O1. Contudo, torna-se importante distinguir, para o olival, o agricultor a que se refere, sendo como tal atribuída para além da letra correspondente à cultura em análise (ex, O, de olival) a sigla do agricultor correspondente. Desta forma, se o exemplo anterior se referisse à FEA, o olival seria designado por OFEA1.

É de referir que todos os valores apresentados neste trabalho correspondem a valores anuais e foram obtidos pela autora no âmbito da sua colaboração no projeto EcoWater.

6– Resultados e Discussão

A partir da metodologia abordada no capítulo anterior, obtiveram-se os resultados de ecoeficiência de utilização da água nas culturas de olival e de milho da FEA e na cultura de olival da ODS, para as diferentes situações referidas no ponto 5.5 (OFEA1, OFEA2, OFEA3, MG1, MG2, MG3, MS1, MS2, MS3, ODS1, ODS2, ODS3). Os principais resultados relativos a cada uma dessas situações são apresentados de uma forma sintetizada nas Tabelas 5 a 16. Estas tabelas contêm informação da receita e custos acumulados correspondentes a cada nó da cadeia de valor, à exceção dos nós correspondente à Albufeira do Alqueva (primeiro nó) e meio recetor (último nó), pelas razões apresentadas em 5.3 e 5.4.

Uma vez que nas Tabelas 5 a 16 a informação é relativa à receita e os custos acumulados, para o nó primário, a receita e custos considerados são apenas relativos ao sistema de distribuição primário, no nó secundário, a receita e custos considerados dizem respeito à receita e custos dos sistemas de distribuição primário e secundário; e no nó agrícola a receita e custos considerados referem-se à receita e custos do sistema de distribuição primário, do sistema de distribuição secundário e da produção agrícola em análise. Para além da receita e custos, as Tabelas 5 a 16 também possuem informação do volume de água à entrada de cada nó, bem como dos resultados do valor acrescentado, do impacte energético acrescentado e, por fim, ecoeficiência de cada nó da cadeia de valor. Cada uma das Tabelas 5 a 16 é acompanhada por uma representação gráfica (Figuras 24 a 33) da evolução de valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado, ao longo da cadeia de valor, que é utilizada como complemento na avaliação da ecoeficiência.

Os dados detalhados que permitiram a construção das Tabelas 5 a 16 encontram-se apresentados no anexo I.

6.1 – FEA

6.1.1 – OFEA1

De acordo com a nomenclatura definida no ponto 5.5, a situação OFEA1, refere-se à avaliação da ecoeficiência da água utilizada no olival da FEA para o ano 2011 (situação de referência) e atendendo que se utiliza o sistema de rega gota-a-gota superficial. Neste sentido, para avaliar a ecoeficiência na situação OFEA1, utilizou-se

a metodologia de avaliação da componente económica e ambiental, definida nos pontos 5.3 e 5.4., e aplicou-se o indicador de ecoeficiência indicado na Equação 8.

Para avaliar a componente económica calculou-se o valor acrescentado de utilização da água para cada um dos nós da cadeia de valor, de acordo com as Equações 13, 16 e 19. Deste modo, tendo em conta a área de olival em produção (indicada no ponto 5.1.1), a receita foi calculada (i) com base na Equação 14, 17 e 20, de acordo com o preço da água para 2011 à saída do sistema primário e secundário, indicado na tabela 2 (ponto 3.2.1), e nos respetivos volumes, assim como (ii) com base no preço médio de venda da azeitona para azeite da FEA e respetiva produção. Desta forma: o preço da água à saída do sistema primário é de 0.0168 €/m³ e o volume é de 284820 m³; o preço da água à saída do sistema secundário é de 0.0356 €/m³ para alta pressão (que é o caso do olival da FEA) e o volume é de 282000 m³; e, o preço médio de venda de azeitona é de 0.22 €/m³ para uma produção de 1198.124 toneladas (ton). Os valores de receita acumulada para cada um dos nós são apresentados na Tabela 5.

Os dados relativos ao volume de água de cada um dos nós considerados para a situação OFEA1 e para as restantes situações encontram-se na Tabela A1 do anexo I e os dados de produção e preço de venda das culturas de milho e olival encontram-se na Tabela B desse mesmo anexo. Neste estudo a área das culturas de milho e olival, em produção, de cada agricultor estão indicadas na Tabela C do anexo I.

Relativamente aos custos energéticos associados ao nó do sistema de distribuição primário, nó do sistema de distribuição secundário e nó do olival, estes são calculados multiplicando a tarifa energética unitária definida pela EDP, pelo consumo energético de cada um destes nós. Desta forma, atendendo: que a tarifa energética é de 0.0371 €/kWh e o consumo energético (EE Álamos) de 90148.95 kWh para o sistema primário; a tarifa energética é de 0.0371 €/kWh e o consumo energético (EE 4.1) de 51694.83 kWh para o sistema secundário; a tarifa energética é de 0,12 €/kWh e o consumo energético (produção de olival) de 55000kWh para o olival da FEA, obtêm-se os custos energéticos para cada um dos nós. Será de salientar que o plano energético adotado pela FEA e pela ODS é o mesmo, pelo que os valores adotados nas tarifas energéticas das restantes situações serão os mesmos da OFEA1. Já o consumo energético de cada um dos nós, nas restantes situações, é representado na Tabela D do anexo I.

No “nó olival” é necessário considerar para além dos custos energéticos, os custos de produção de olival associados ao cultivo do mesmo. Em relação aos custos de produção de olival da FEA, detalhados em pormenor na Tabela E do anexo I, estes

são de 254556.11€. Para os restantes cenários os custos de produção são encontrados nas Tabelas F, G, J, K, L, O P Q, T, U e V do anexo I. Os custos acumulados para cada um dos nós da cadeia de valor, da situação OFEA1, são apresentados na Tabela 5.

Após se ter calculado a receita e custos acumulados para cada um dos nós da cadeia de valor e atendendo a que o volume de água utilizado no sistema primário (extraído da albufeira do Alqueva) é de 318998.40 m³, o volume do sistema secundário correspondente é de 284820 m³ e o volume de água utilizado no olival é de 282000 m³ (Tabela A1, anexo I), calculou-se, através das Equações 14, 17 e 20 o valor acrescentado de utilização da água na cadeia de valor. Esse valor encontra-se representado na Tabela 5.

No que toca a avaliar a componente ambiental, calculou-se o impacto energético acrescentado de utilização da água para cada um dos nós. Para o efeito, utilizaram-se as Equações 9, 10 e 11 de acordo com o consumo energético (EE Álamos) de 90148.95 kWh para adução do volume de 318998.40 m³ para o sistema primário, com o consumo energético (EE 4.1) de 51694.83 kWh para um volume de adução 284820 m³ para o sistema secundário, com o consumo energético (produção de olival) de 55000kWh e um volume de adução 282000 m³ para o olival da FEA. O impacto energético resultante está representado na Tabela 5.

No que diz respeito à ecoeficiência da cadeia, esta é calculada através da aplicação da Equação 8, dividindo o valor económico acrescentado da utilização da água em cada um dos nós pelo impacto ambiental acrescentado associado, anteriormente calculados. Os resultados são também apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - OFEA1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade Álamo de Cima da FEA para o preço da água em 2011 (situação de referência).

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Olival
Receita (€)	4784.98	14824.18	295185.2
Custos (€)	3344.53	10047.39	264603.5
Volume (m3)	318998.40	284820	282000
Valor Acrescentado (€/m3)	0.004515	0.01677	0.1084
Impacte Ambiental (kwh/m3)	0.2826	0.4980	0.6980
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.0160	0.0337	0.1554

Através do valor do indicador de ecoeficiência para o nó olival apresentado na análise da Tabela 5, verifica-se que a ecoeficiência da utilização da água para rega do

olival da FEA, tendo em conta o impacto energia, é de 0.1554 (€/KWh), ou seja, por cada kWh que é consumido há um ganho de 0.1554 €.

Desta mesma tabela constata-se também que o valor económico acrescentado da utilização da água correspondente aos sistemas de distribuição primário e secundário é bastante inferior ao valor económico acrescentado da utilização da água pelo agricultor. Tal justifica-se pelo facto de na produção de olival a margem líquida (diferença entre receita e despesa) ser bastante superior à do sistema de distribuição primário e secundário.

Em relação ao impacto ambiental (energético) verifica-se que este se encontra distribuído de uma forma mais ou menos proporcional ao longo da cadeia de valor, uma vez que o diferencial de impacto energético entre nós da cadeia é bastante semelhante.

A evolução do valor acrescentado da utilização da água e impacto energético associado ao longo da cadeia de valor do olival da FEA para o preço da água de 2011, é traduzida graficamente na Figura 24.

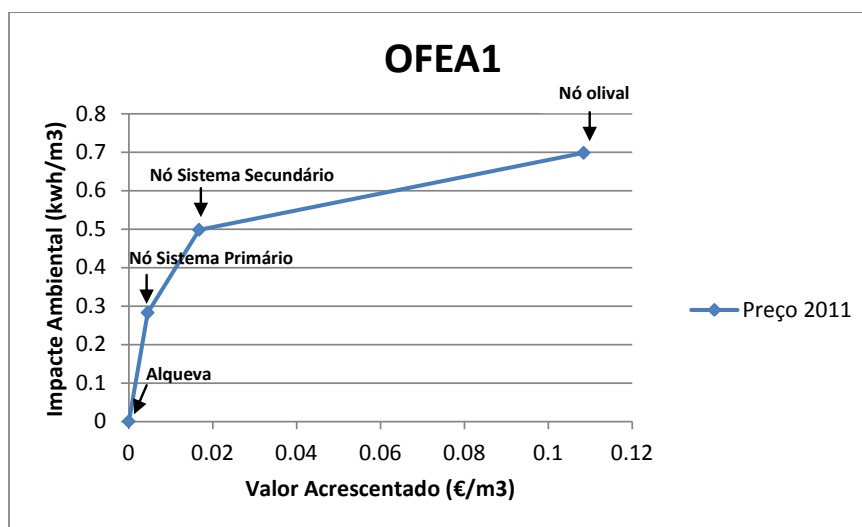


Figura 24 - Evolução do valor acrescentado e impacto energético da cadeia de valor da situação OFEA1 (situação de referência).

Na Figura 24 o eixo dos xx corresponde ao valor acrescentado e o eixo dos yy ao impacto ambiental. Os pontos notáveis do gráfico da Figura 24 representam os nós da cadeia de valor de utilização da água na rega. Assim sendo o primeiro nó, a origem do referencial, corresponde à origem da água (albufeira do Alqueva), o segundo e terceiro nó correspondem ao sistema de distribuição primário e secundário, respetivamente, o quarto nó refere-se à cultura do agricultor, que neste cenário é o olival da FEA e o quinto nó correspondente à devolução para o meio recetor

(aquíferos, ribeiras e solos) coincide com o quarto nó pois como avaliado no ponto 5.3 e 5.4, não há um aumento do valor acrescentado nem um acréscimo de impacte ambiental, relativamente ao nó anterior.

Da análise do gráfico apresentado na Figura 24, torna-se perceptível, que uma grande parte do valor acrescentado da cadeia se centra no agricultor, uma vez que, em relação às abcissas, o diferencial entre nó olival e nó secundário é bastante elevado. Assim como se torna perceptível que o impacte energético do sistema primário, secundário e do agricultor são semelhantes, dado que, em relação às ordenadas, o diferencial entre nós é bastante similar.

6.1.2 - OFEA2

Tal como indicado anteriormente no ponto 5.5, no sentido de avaliar a influência do aumento do preço da água na ecoeficiência (Tabela 2 do ponto 3.2.1)., foi calculada a ecoeficiência para o preço da água em 2017, mantendo a utilização do sistema de rega gota-a-gota superficial. A Tabela 6 apresenta os resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência (referido na Equação 8) relativo à produção do olival da herdade de Álamo de Cima da FEA, considerando o preço a que estará a água em 2017.

Tabela 6 – OFEA2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade Álamo de Cima da FEA para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Olival
Receita (€)	11962.44	37060.44	317421
Custos (€)	3344.53	17224.85	286839.76
Volume (m3)	318998.40	284820	282000
Valor Acrescentado (€/m3)	0.02702	0.06964	0.1084
Impacte Ambiental (kwh/m3)	0.2826	0.4980	0.6980
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.0956	0.1398	0.1554

Através da análise da Tabela 6 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no olival de FEA) se mantém constante com um aumento do preço da água. Contudo, comparativamente com a situação de referência (OFEA1), o valor acrescentado correspondente aos nós primários e secundários aumenta e o do agricultor diminui, devido ao aumento do

preço de venda da água. Tal deve-se ao facto de o agricultor passar a ter de pagar mais pela água para rega, sendo que o aumento de custos para o agricultor corresponde exatamente ao aumento de receitas provenientes dos nós primário e secundário (EDIA). Este aumento é mais acentuado no nó secundário, pois o preço a água da água à saída do sistema secundário num sistema a alta pressão é mais do dobro do preço da água à saída do sistema primário, como é indicado na Tabela 2 (ponto 3.2.1).

Relativamente ao correspondente impacte ambiental (energético) considerado, como só se alterou o preço do fornecimento de água, o impacte mantém-se o mesmo da situação anterior (OFEA1).

A comparação da evolução do valor acrescentado da utilização da água e do impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do olival da FEA para o preço da água de 2011 e para o preço da água em 2017, é traduzida graficamente na Figura 25.

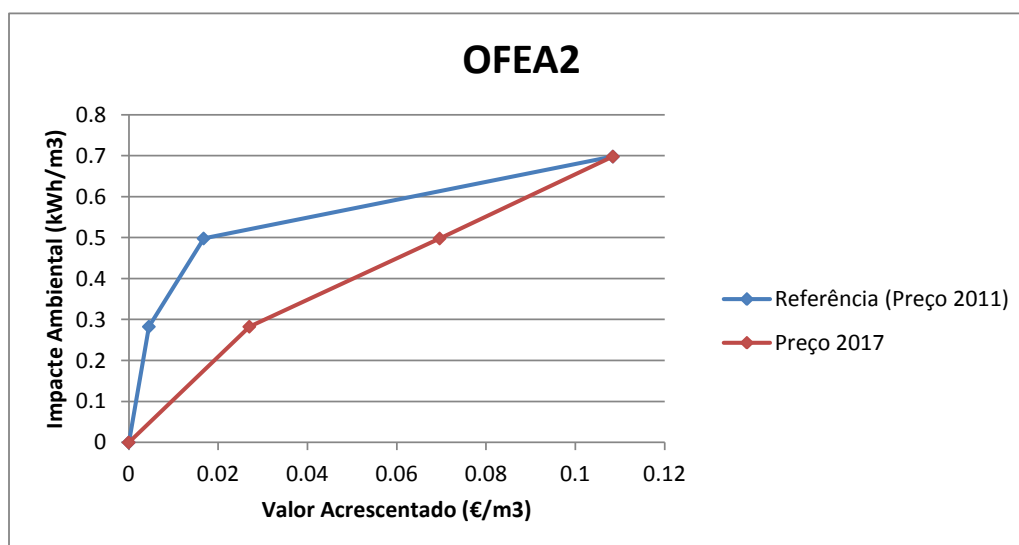


Figura 25 – Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação de referência (OFEA1) e da situação para o preço da água em 2017 (OFEA2).

Da análise da Figura 25 verifica-se que no gráfico correspondente ao preço da água em 2017, há um evidente deslocamento dos nós de distribuição primário e secundário para a direita dos valores de referência (preço da água em 2011), confirmando assim o aumento do valor acrescentado relativo aos nós primário e secundário, referido na análise da Tabela 6.

Uma vez que o impacte ambiental (energético) se mantém igual ao da situação OFEA1 e o valor acrescentado total da cadeia também, a ecoeficiência traduzida pelo

correspondente indicador mantém-se, ou seja, o aumento do preço da água apenas influenciou o valor acrescentado correspondente a cada nó isolado e não o valor acrescentado total da cadeia.

6.1.3 - OFEA3

No sentido de pesquisar a potencial melhoria da ecoeficiência da utilização da água para rega do olival da FEA, tal como referido no ponto 5.5, foi admitida a aplicação de uma nova tecnologia ao nível da exploração agrícola de olival. Tomando como base os preços da água em 2017, considerou-se a utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo, ao invés do sistema de rega gota-a-gota superficial utilizado na situação de referência e preço da água 2017 (OFEA1 e OFEA2). A Tabela 7 apresenta os resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência (referido na Equação 8) relativo à produção de olival da herdade de Álamo de Cima da FEA, utilizando a nova tecnologia (rega gota-a-gota subterrâneo) e considerando o preço a que a água estará em 2017.

Tabela 7 – OFEA3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade Álamo de Cima da FEA com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Olival
Receita (€)	1214.79	34744.17	315105.19
Custos (€)	3135.49	16148.29	294744.21
Volume (m³)	299061	267019	264375
Valor Acrescentado (€/m³)	0.02702	0.06961	0.07702
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.4980	0.6980
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.0956	0.1398	0.1103

Através da análise da Tabela 7 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no olival de FEA) diminui, face ao valor acrescentado total do cenário OFEA2, com a utilização da nova tecnologia. De facto, com a implementação da nova tecnologia existe uma redução das perdas de água em aproximadamente 6% no nó agrícola (devido à eficiência dos sistema de rega indicada em 5.4), logo há uma redução do volume de água utilizado pelo agricultor para regar a planta em 6% e consequentemente uma redução do consumo energético e de fertirrega na mesma proporção (Tabela I, anexo I). No entanto, apesar destas reduções ocorre uma diminuição do valor acrescentado total da

cadeia. Essa diminuição ocorre devido ao facto dos custos de investimento do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo serem bastante superiores aos do sistema de rega gota-a-gota superficial (Tabela H1, H2, anexo I). Assim, a redução do consumo de água associada à utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo não é suficiente para compensar os custos de amortização do sistema.

Em relação ao impacte ambiental, como o volume de água utilizado na cadeia diminui em aproximadamente 6% e o consumo energético é reduzido na mesma proporção, o impacte mantém-se o mesmo.

A evolução comparativa do valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do olival da FEA, considerando o preço da água em 2017, com e sem a utilização da nova tecnologia, é traduzida graficamente na Figura 26.

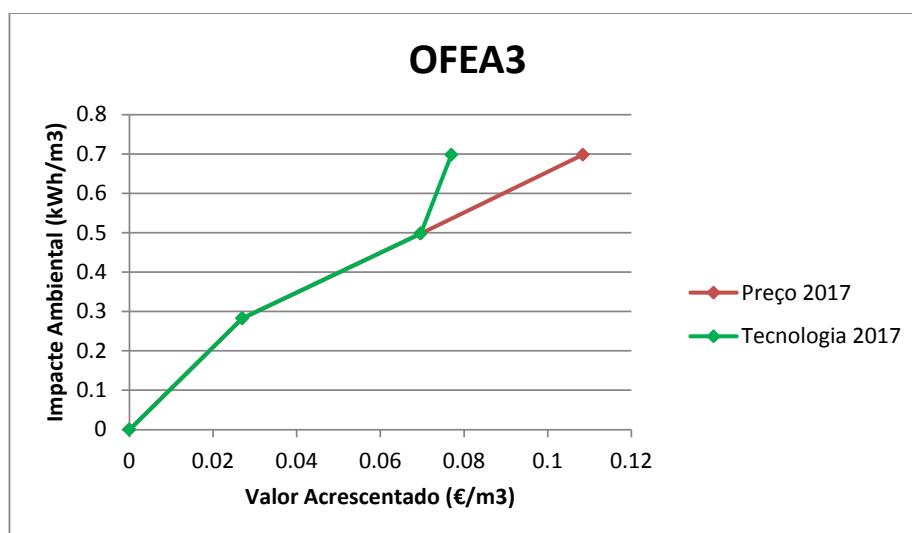


Figura 26 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação para o preço da água em 2017 (OFEA2) e da situação para o preço da água em 2017 com a nova tecnologia (OFEA3).

Da análise da Figura 26 torna-se evidente que o valor acrescentado correspondente aos nós primário e secundário não se altera com a utilização da nova tecnologia. Por outro lado o valor acrescentado total da cadeia diminui, pelo que se conclui que o valor acrescentado relativo ao agricultor diminui.

Uma vez que o impacte ambiental (energético) se mantém igual ao do cenário OFEA2 e o valor acrescentado total da cadeia diminui, de acordo com o indicador de ecoeficiência representado na Equação 8, a ecoeficiência diminui. Segundo os resultados da Tabela 7, a ecoeficiência da utilização da água para rega do olival da

FEA com a nova tecnologia, é de 0.1103 (€/KWh), enquanto na situação OFEA2 era de 0.1554 (€/KWh).

6.1.4 - MG1

À semelhança da avaliação de ecoeficiência que se fez para o olival, foi avaliada a ecoeficiência correspondente ao milho-grão (MG) e ao milho silagem (MS) da FEA, para diferentes situações, que serão seguidamente avaliadas.

Relativamente à situação MG1, designada como situação de referência, corresponde à avaliação de ecoeficiência da utilização da água para rega de milho-grão da FEA, para o preço da água em 2011, atendendo à utilização do sistema de rega por *pivots*. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – MG1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho-grão da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2011 (situação de referência).

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Milho-Grão
Receita (€)	10411.56	23419.88	329404.68
Custos (€)	7277.31	17688.87	202822.61
Volume (m³)	694104.3	619736	613600
Valor Acrescentado (€/m³)	0.004516	0.009248	0.2063
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.5120
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.01598	0.02992	0.4029

De acordo com o valor do indicador de ecoeficiência para o nó do milho-grão, apresentado na Tabela 8, verifica-se que a ecoeficiência da utilização da água para rega do milho-grão da FEA, tendo em conta o impacte energia, é de 0.4029 (€/KWh), ou seja, por cada kWh que é consumido há um ganho de 0.4029 €.

Desta mesma tabela constata-se também que o valor económico acrescentado da utilização da água correspondente aos sistemas de distribuição primário e secundário é extremamente inferior ao valor económico acrescentado do agricultor. Este facto é justificado por na produção de milho-grão a margem líquida (diferença entre receita e despesa) ser muitíssimo superior à do sistema de distribuição primário e secundário. Esta margem líquida também é bem maior que a margem líquida obtida no olival para situação idêntica (OFEA1), uma vez que o preço de venda do milho é bastante superior ao da azeitona (Tabela B, anexo I).

Em relação ao impacto ambiental (energético) verifica-se que este se encontra centrado sobretudo no nó primário e no nó relativo ao milho-grão. O impacto energético associado ao sistema secundário é muito baixo, devido ao facto da herdade do Freixo se localizar num bloco abastecido a baixa pressão, ou seja, em que não é necessário o recurso a estações elevatórias para abastecer a correspondente herdade, pelo que o consumo energético no sistema de distribuição secundário corresponde apenas ao consumo energético do sistema de distribuição primário.

A evolução do valor acrescentado da utilização da água e impacto energético associado ao longo da cadeia de valor do milho-grão produzido pela FEA, considerando o preço da água em 2011, é traduzida graficamente na Figura 27.

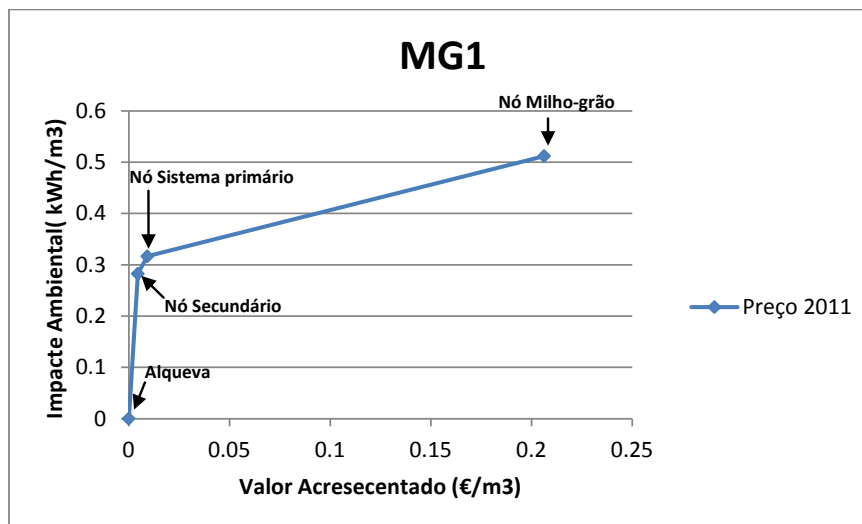


Figura 27 - Evolução do valor acrescentado e impacto energético da cadeia de valor da situação MG1 (situação de referência).

Da análise do gráfico apresentado na Figura 27, torna-se totalmente perceptível que a maior parte do valor acrescentado da cadeia de valor se centra no agricultor, uma vez que, relativamente às abcissas, o diferencial entre nó milho-grão e nó secundário é deveras elevado. Também se torna perceptível que, relativamente às ordenadas, o impacto energético correspondente ao nó do sistema secundário, em comparação com os outros nós, é praticamente residual, e só não é mesmo nulo devido às perdas de água que ocorrem no sistema primário (perdas de 12%, como referido em 3.1.1).

6.1.5 - MG2

Tal como indicado anteriormente no ponto 5.5, no sentido de avaliar a influência do aumento do preço da água na ecoeficiência (Tabela 2 do ponto 3.2.1), foi calculada a ecoeficiência considerando a evolução temporal prevista para o preço da água, mantendo a utilização do sistema de rega por *pivots*. A Tabela 9 apresenta os resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência (referido na Equação 8) relativo à produção de milho-grão da herdade do Freixo da FEA, considerando o preço a que estará a água em 2017.

Tabela 9 – MG2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho-grão da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Milho-Grão
Receita (€)	26028.92	58549.72	364534.52
Custos (€)	7277.31	33306.22	237952.44
Volume (m³)	694104.3	619736	613600
Valor Acrescentado (€/m³)	0.02702	0.04073	0.2063
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.5120
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.09561	0.1287	0.4029

Através da análise da Tabela 9 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no milho-grão de FEA) se mantém constante com um aumento do preço da água. No entanto, comparativamente com a situação de referência (MG1), o valor acrescentado correspondentes aos nós primários e secundários aumenta e o do agricultor diminui devido ao aumento do preço de venda da água. Este aumento está relacionado com o agricultor passar a ter de pagar mais pela água para rega, sendo que este aumento de custos para o agricultor representa exatamente o aumento de receitas provenientes do nó primário e secundário (EDIA).

Relativamente ao impacte ambiental (energético) como só se alterou o preço, o impacte mantém-se idêntico ao da situação anterior (MG1).

A evolução comparativa do valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do milho-grão da FEA, para o preço da água de 2011 e para o preço da água em 2017, é traduzida graficamente na Figura 28.

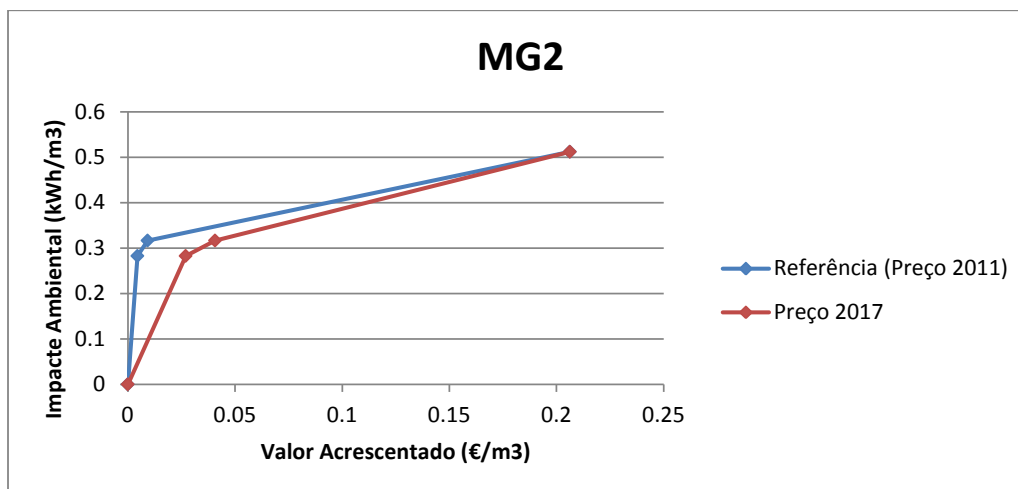


Figura 28 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação de referência (MG1) e da situação para o preço da água em 2017 (MG2).

Da análise da Figura 28 verifica-se que no gráfico correspondente ao preço da água em 2017, há um evidente (ainda que menos notório do que para a correspondente situação com o olival, Figura 25) deslocamento dos nós de distribuição primário e secundário para a direita, confirmando assim o aumento do valor acrescentado correspondentes aos nós primário e secundário, referido na análise da Tabela 9.

À semelhança do que ocorre na situação OFEA2, verifica-se que para o milho-grão o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no milho-grão da FEA) e os impactes se mantêm constante com um aumento do preço da água, pelo que a ecoeficiência se mantém constante e portanto o correspondente indicador possui os mesmos valores de MG1. Deste modo, conclui-se que o aumento do preço da água apenas influencia o valor acrescentado de cada nó isolado e não o valor acrescentado total da cadeia de valor.

6.1.6 - MG3

No sentido de tentar pesquisar a potencial melhoria da ecoeficiência da utilização da água para rega do milho-grão da FEA, tal como referido no ponto 5.5, foi considerada a aplicação de uma nova tecnologia ao nível da exploração agrícola do milho-grão. Desta forma, com base nos preços da água em 2017, considerou-se a utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo, ao invés do sistema de rega por *pivots* utilizado na situação de referência e preço da água 2017 (MG1 e MG2). A Tabela 10 apresenta a aplicação do indicador de ecoeficiência (referido na Equação 8)

relativo à produção de milho-grão da herdade do Freixo da FEA, utilizando a nova tecnologia (rega gota-a-gota subterrâneo) e considerando o preço a que a água estará em 2017.

Tabela 10 – MG3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho-grão da herdade do Freixo da FEA com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Milho-Grão
Receita (€)	23046.00	51839.92	357824.72
Custos (€)	6443.33	29489.33	240208.33
Volume (m³)	614560	548714	543281
Valor Acrescentado (€/m³)	0.02702	0.04073	0.2165
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.5120
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.09561	0.1287	0.4229

Através da análise da Tabela 10 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no milho-grão de FEA) aumenta ligeiramente, face ao valor acrescentado total do cenário MG2, com a utilização da nova tecnologia. De facto, com a implementação da nova tecnologia existe uma redução das perdas de água em aproximadamente 11% no nó agrícola (devido à eficiência dos sistema de rega referida no ponto 5.4), pelo que há uma redução do volume de água utilizado pelo agricultor para regar a planta em 11% e consequentemente uma redução do consumo energético e de fertirrega na mesma proporção. Sendo o milho uma cultura que consome muita água (Tabela A2, anexo I), e a redução do consumo de água, associada à utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo, ser de aproximadamente 11%, a utilização desta nova tecnologia traduz-se numa redução considerável do volume de água utilizado pelo agricultor. Deste modo, neste caso, apesar dos elevados custos de investimento do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo (Tabela M1 e M2, anexo I), como a redução do volume de água é significativa, o valor acrescentado relativo do milho-grão desta situação é ligeiramente superior ao da situação MG2.

Em relação ao impacte ambiental (energético) como o volume de água utilizado na cadeia diminui em aproximadamente 11% e o consumo energético é reduzido na mesma proporção (Tabela N, anexo I), o impacte mantém-se o mesmo.

A evolução comparativa do valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do milho-grão da FEA, considerando

o preço da água em 2017, com e sem a utilização da nova tecnologia, é traduzida graficamente na Figura 29.

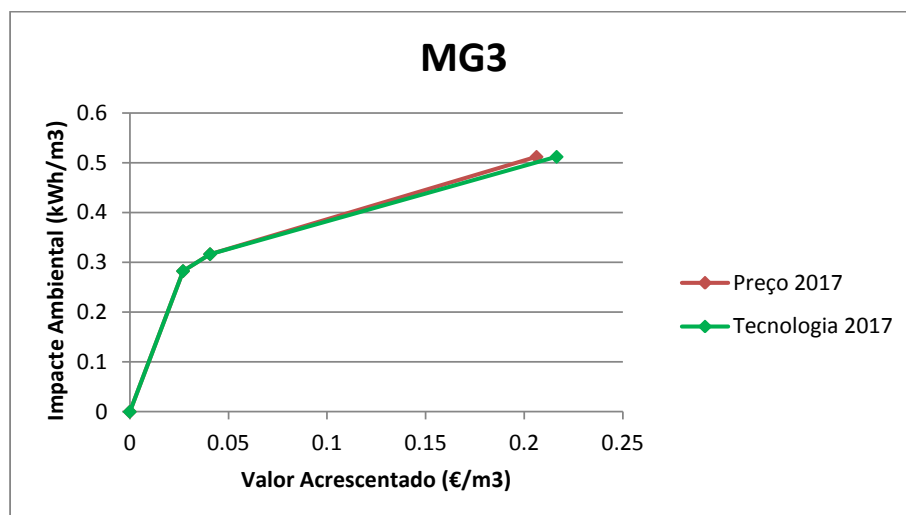


Figura 29 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação para o preço da água em 2017 (MG2) e da situação para o preço da água em 2017 com a nova tecnologia (MG3).

Da análise da Figura 29 é visível que o valor acrescentado correspondente aos nós primário e secundário não se altera com a utilização da nova tecnologia, à semelhança do que ocorre na situação idêntica para o olival (OFEA3). Por outro lado o valor acrescentado total da cadeia aumenta, pelo que se conclui que o valor acrescentado relativo ao agricultor aumenta.

Dado que o impacte ambiental (energético) se mantém igual ao do cenário MG2 e o valor acrescentado total da cadeia aumenta, de acordo com o indicador de ecoeficiência representado na Equação 8, a ecoeficiência aumenta. Assim, segundo os resultados da Tabela 10, a ecoeficiência da utilização da água para rega do milho-grão da FEA com a nova tecnologia, é de 0.4229 (€/KWh), enquanto na situação MG2 era de 0.4029 (€/KWh).

6.1.7 – MS1

Relativamente à situação MS1, denominada como situação de referência, corresponde à avaliação de ecoeficiência da utilização da água para rega de milho silagem da FEA, para o preço da água em 2011, considerado a utilização do sistema de rega por *pivots*. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – MS1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho silagem da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2011 (situação de referência).

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Milho-Silagem
Receita (€)	11068.23	24896.99	221202.94
Custos (€)	7736.29	18804.52	207974.01
Volume (m³)	737881.8	658823	652300
Valor Acrescentado (€/m³)	0.004516	0.009248	0.02028
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.5469
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.01598	0.02922	0.03708

Através do valor do indicador de ecoeficiência para o nó milho silagem, apresentado na Tabela 11, verifica-se que a ecoeficiência da utilização da água para rega do milho silagem da FEA, tendo em conta o impacte energia, é de 0.03708 (€/KWh), ou seja, por cada kWh que é consumido há um ganho de 0.03708 €.

Da análise da Tabela 11 observa-se também que o valor económico acrescentado da utilização da água no sistema de distribuição primário e secundário é ligeiramente inferior ao valor económico acrescentado do agricultor. Tal se justifica por na produção de milho silagem a margem líquida (diferença entre receita e despesa) ser, ligeiramente, superior à do sistema de distribuição primário e secundário. Esta margem líquida é bastante inferior à margem líquida obtida no milho-grão em situação idêntica (MG1), uma vez que o preço de venda do milho silagem é bastante inferior ao do milho-grão (Tabela A2, anexo I).

Relativamente ao impacte ambiental (energético) verifica-se que este se encontra centrado sobretudo no nó primário e no nó de milho silagem. O impacte energético associado ao sistema secundário é muito baixo devido ao milho silagem, tal como o milho-grão, ser produzido numa herdade que se localizar num bloco abastecido a baixa pressão, ou seja, não é necessário recorrer-se a estações elevatórias para abastecer a herdade do Freixo, pelo que o consumo energético no sistema de distribuição secundário corresponde apenas ao consumo energético do sistema de distribuição primário.

A evolução do valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do milho silagem da FEA para o preço da água de 2011, é traduzida graficamente na Figura 30.

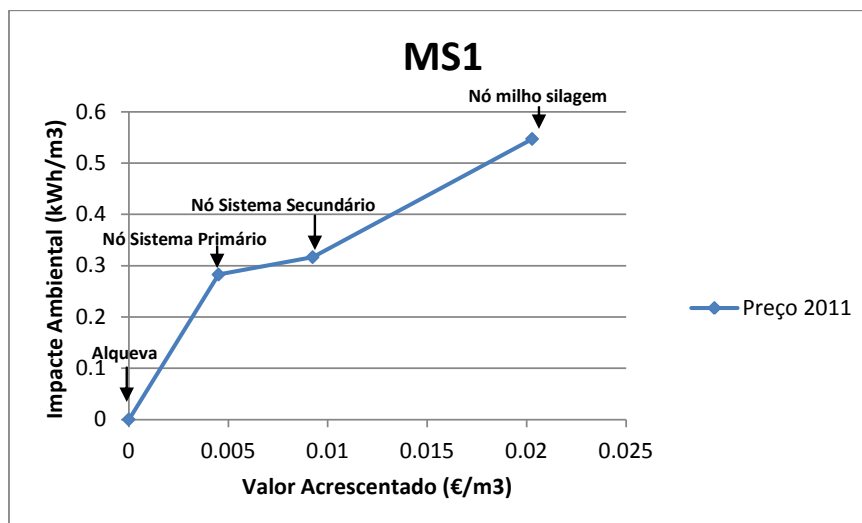


Figura 30 - Evolução do valor acrescentado e impacto energético da cadeia de valor da situação MS1 (situação de referência).

Analisando o gráfico apresentado na Figura 30, relativamente às abcissas, constata-se que o valor acrescentado se encontra distribuído de uma forma bastante uniforme (mais uniforme do que em OFEA1 e MG1), isto porque o diferencial entre nós da cadeia de valor apresenta valores bastante similares. Da observação da Figura 30 também se torna perceptível que, relativamente às ordenadas, que o impacto energético correspondente ao nó do sistema secundário, em comparação com os outros nós, é praticamente residual, e só não é mesmo nulo devido às perdas de água que ocorrem no sistema primário (perdas de 12%, como referido em 3.1.1).

6.1.8 - MS2

Tal como concluído na situação MG2 o aumento do preço da água não faz variar a ecoeficiência da cadeia, apenas faz variar o valor acrescentado de cada um dos nós da cadeia isolados. Deste modo, apesar de se ter aplicado o indicador de ecoeficiência, indicado na Equação 8 no ponto 5.3, para o preço de água em 2017 e os resultados serem apresentados na Tabela 12, apenas foi analisada a evolução do valor acrescentado ao longo da cadeia.

Tabela 12 – MS2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho silagem da herdade do Freixo da FEA para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Milho-Silagem
Receita (€)	27670.57	62242.47	258548.42
Custos (€)	7736.29	35406.86	245319.48
Volume (m³)	737881.8	658823	652300
Valor Acrescentado (€/m³)	0.02702	0.04073	0.02028
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.5469
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.09560	0.1287	0.03708

Através da análise da Tabela 12 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no milho silagem de FEA) se mantém constante com um aumento do preço da água. No entanto, comparativamente com a situação de referência (MS1), o valor acrescentado dos nós primários e secundários aumenta drasticamente. Este aumento deve-se ao facto do agricultor passar a ter de pagar mais pela água para rega, este aumento de custos para o agricultor representa exatamente o aumento de receitas provenientes do nó primário e secundário (EDIA). Neste caso como a margem líquida do agricultor era demasiado pequena, o aumento do preço da água faz com que o agricultor tenha défice, ou seja que não tenha valor económico acrescentado do milho de silagem e por isso não compense a sua produção. Deste modo, não é possível representar graficamente a evolução do valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do milho silagem da FEA para esta situação (MS2).

6.1.9 - MS3

A situação denominada MS3, corresponde à avaliação de ecoeficiência da utilização da água para rega de milho silagem da FEA, atendendo ao preço da água em 2017 e considerando que foi aplicada uma nova tecnologia no nível da exploração agrícola do milho silagem. Deste modo, considerou-se a utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo, ao invés do sistema de rega por *pivots* utilizado na situação de referência e preço da água 2017 (MS1 e MS2).

Visto que na situação anterior (MS2) o agricultor tem défice ao produzir milho para silagem para o preço da água em 2017, a situação MS3 servirá para avaliar se com a utilização da nova tecnologia o défice diminui, assim como para pesquisar se

ocorre uma potencial melhoria de ecoeficiência decorrente da utilização desta nova tecnologia. A Tabela 13 apresenta a aplicação do indicador de ecoeficiência (referido na Equação 8) ao milho silagem da herdade do Freixo da FEA, utilizando a nova tecnologia (rega gota-a-gota subterrâneo) e considerando o preço a que a água estará em 2017.

Tabela 13 – MS3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao milho silagem da herdade do Freixo da FEA com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Milho-Silagem
Receita (€)	24499.52	55109.48	251415.43
Custos (€)	6849.71	31349.23	249611.78
Volume (m³)	653320.5	583322	577546
Valor Acrescentado (€/m³)	0.02702	0.04073	0.003123
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.5469
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.09560	0.1287	0.005710

Da análise da Tabela 13 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no milho silagem da FEA) diminui, face ao valor acrescentado total do cenário MS2, com a utilização da nova tecnologia. Tal como referido em MS1, de facto, com a implementação da nova tecnologia existe uma redução das perdas de água em aproximadamente 11% no nó agrícola pelo que há uma redução do volume de água utilizado pelo agricultor para regar a planta em 11% e consequentemente uma redução do consumo energético e de fertirrega na mesma proporção. Assim, a utilização desta nova tecnologia manifesta-se numa redução considerável do volume de água utilizado pelo agricultor. No entanto, apesar destas reduções o valor acrescentado total da cadeia diminui. Esta diminuição ocorre devido ao facto dos custos de investimento do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo serem bastante superiores aos do sistema de rega gota-a-gota por *pivots* (tabela R1 e R2, anexo I). A redução do consumo de água associada à utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo não é suficiente para compensar os custos de amortização do sistema. Assim, o défice do agricultor foi agravado com a implementação desta nova tecnologia.

Relativamente ao impacte ambiental (energético) como o volume de água utilizado na cadeia diminui em aproximadamente 11% e o consumo energético é reduzido na mesma proporção (tabela S, anexo I), o impacte mantém-se o mesmo.

Uma vez que o impacte se mantém igual ao do cenário MS2 e MS1 e o valor acrescentado total da cadeia diminui, de acordo com o indicador de ecoeficiência representado na Equação 8, a ecoeficiência diminui. Segundo os resultados da Tabela 13, a ecoeficiência da utilização da água para rega do olival da FEA com a nova tecnologia, é de 0.005710 (€/KWh), enquanto na situação MS2 era de 0.03708 (€/KWh).

6.2 – ODS

6.2.1 – OODS1

Tal como a avaliação de ecoeficiência que se fez para o olival, milho-grão e milho silagem da FEA, foi avaliada a ecoeficiência correspondente ao olival da ODS, para diferentes situações, que serão seguidamente avaliadas.

No que toca à situação OODS1, denominada como situação de referência, corresponde à avaliação da ecoeficiência da utilização da água para rega de olival da ODS, para o preço da água em 2011, considerando a utilização do sistema de rega gota-a-gota superficial. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – OODS1: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade de Azambuja da ODS para o preço da água em 2011 (situação de referência).

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Olival
Receita (€)	11029.20	24809.20	566449.20
Despesa (€)	7709.01	18738.21	474051.21
Volume (m³)	735280	656500	650000
Valor Acrescentado (€/m³)	0.004516	0.009248	0.1422
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.7299
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.01598	0.02922	0.1947

De acordo com o valor do indicador de ecoeficiência para o nó olival, apresentado na Tabela 14, verifica-se que a ecoeficiência da utilização da água para rega do olival da ODS, tendo em conta o impacte energia, é de 0.1947 (€/KWh), ou seja, por cada kWh que é consumido há um ganho de 0.1947 €. Este valor é superior ao valor de ecoeficiência do olival da FEA em situação idêntica (OFEA1), uma vez que na OODS1 o valor de ecoeficiência é de 0.1947 (€/KWh) e em OFEA1 o valor é de 0.1554 (€/KWh).

Da análise da Tabela 14 também se constata, que o valor económico acrescentado da utilização da água correspondente ao sistema de distribuição primário e secundário é extremamente inferior ao valor económico acrescentado do agricultor. Tal justifica-se pelo facto de na produção de olival pela ODS a margem líquida (diferença entre receita e despesa) ser extremamente superior à do sistema de distribuição primário e secundário.

No que se refere ao impacto ambiental (energético), verifica-se que este se encontra centrado principalmente no nó primário e no nó olival. O impacto energético associado ao sistema secundário é muito baixo, devido ao facto da herdade da Azambuja, à semelhança da herdade do Freixo, se localizar num bloco abastecido a baixa pressão, ou seja, não é necessário recorrer-se a estações elevatórias para abastecer a herdade de Azambuja, logo o consumo energético no sistema de distribuição secundário corresponde apenas ao consumo energético do sistema de distribuição primário.

A evolução do valor acrescentado da utilização da água e impacto energético associado ao longo da cadeia de valor do olival produzido pela ODS, tendo em conta o preço da água em 2011, é traduzida graficamente na Figura 31.

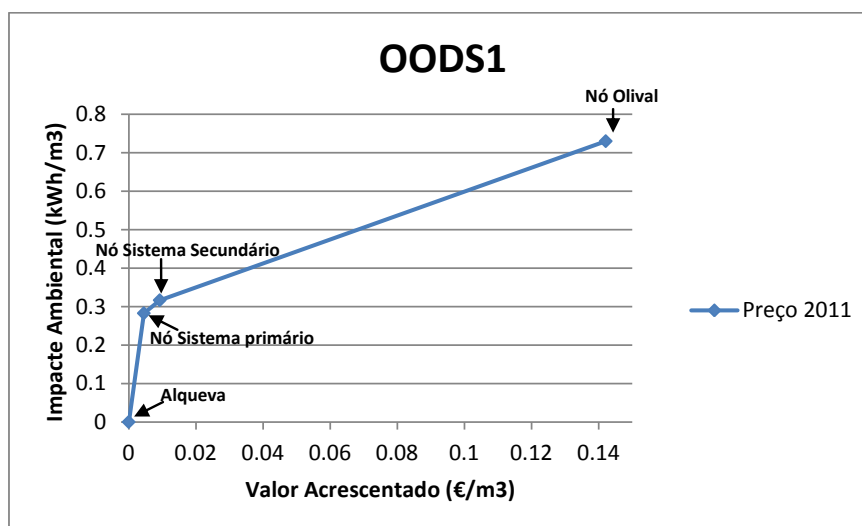


Figura 31 - Evolução do valor acrescentado e impacto energético da cadeia de valor da situação OODS1 (situação de referência).

Analisando o gráfico apresentado na Figura 31, torna-se perceptível, que a maior parte do valor acrescentado da cadeia se centra no agricultor, uma vez que, relativamente às abcissas, o diferencial do nó olival está bastante afastado do nó secundário. Assim como torna perceptível, relativamente às ordenadas, o impacto

energético correspondente ao nó do sistema secundário, em comparação com os outros nós, é praticamente residual, e só não é mesmo nulo devido às perdas de água que ocorrem no sistema primário (perdas de 12%, como referido em 3.1.1).

6.2.2 - OODS2

Tal como concluído nas situações OFEA2, MG2 e MS2 o aumento do preço da água não faz variar a ecoeficiência da cadeia, apenas faz variar o valor acrescentado de cada um dos nós da cadeia isolados. Desta forma, apesar de se ter aplicado o indicador de ecoeficiência, indicado na Equação 8 no ponto 5.3, para o preço de água em 2017 e os resultados serem apresentados na Tabela 15, apenas foi analisada a evolução do valor acrescentado ao longo da cadeia.

Tabela 15 – OODS2: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade de Azambuja da ODS para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Olival
Receita (€)	27573	62023	603663
Despesa (€)	7709.01	35282.01	511265.20
Volume (m³)	735280	656500	650000
Valor Acrescentado (€/m³)	0.02702	0.04073	0.1422
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.7299
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.09560	0.1287	0.1947

Da análise da Tabela 15 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no olival da ODS) se mantém constante com um aumento do preço da água. Contudo, comparativamente com a situação de referência (OODS1), o valor acrescentado correspondentes aos nós primários e secundários aumenta e o do agricultor diminui devido ao aumento do preço de venda da água. Este aumento prende-se com facto de o agricultor passar a ter de pagar mais pela água para rega, este aumento de custos para o agricultor representa exatamente o aumento de receitas provenientes do nó primário e secundário (EDIA). Em relação ao impacte ambiental (energético) como só se alterou o preço, o impacte mantém-se o mesmo da situação anterior (OODS1).

A evolução comparativa do valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do olival da ODS, para o preço da água de 2011 e preço da água em 2017, é traduzida graficamente na Figura 32.

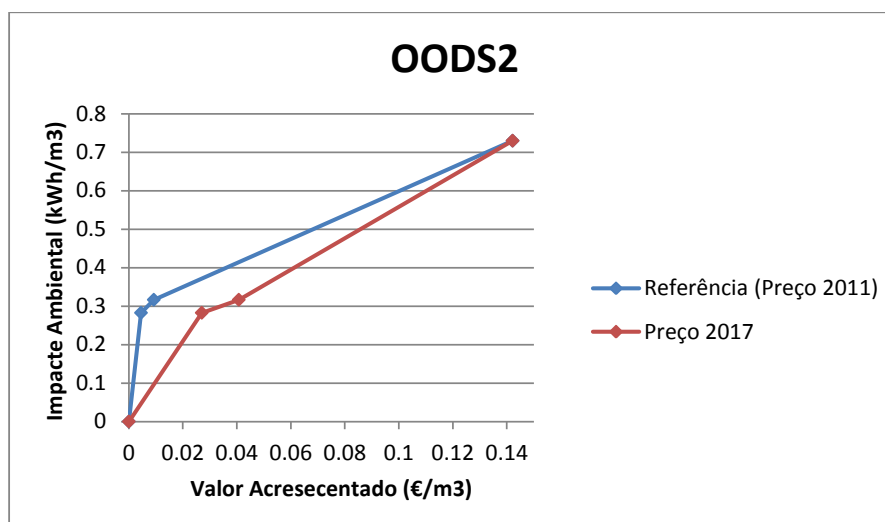


Figura 32 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação de referência (OODS1) e da situação para o preço da água em 2017 (OODS2).

Da análise da Figura 32 constata-se que no gráfico correspondente ao preço da água em 2017, há um evidente deslocamento dos nós de distribuição primário e secundário para a direita, confirmando assim o aumento do valor acrescentado dos nós primário e secundário, referido na análise da Tabela 9. Também se verifica da análise da Figura 32 que, relativamente às abcissas há um aumento do diferencial entre o nó primário e secundário. Este facto é justificado pelo preço de venda da água à saída do sistema de distribuição primário ser inferior ao preço de venda da água à saída do sistema de distribuição secundário, de acordo com a Tabela 2 do ponto 3.2.1. Esta diferença de preços traduz-se num aumento de receita do nó secundário, que é evidenciada pelo aumento do preço da água.

À semelhança do que ocorre na situação OFEA2, MG2 e MS2 verifica-se que para o olival da ODS o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no olival da ODS) e os impactes se mantêm constante com um aumento do preço da água, pelo que a ecoeficiência se mantém constante e portanto o correspondente indicador possui os mesmos valores de OODS1.

6.2.3 - OODS3

No sentido de tentar pesquisar a potencial melhoria da ecoeficiência da utilização da água para rega do olival da ODS, tal como referido no ponto 5.5, foi considerada a aplicação de uma nova tecnologia ao nível da exploração agrícola do olival. Deste modo, tomando como base os preços da água em 2017, considerou-se a

utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo, ao invés do sistema de rega gota-a-gota superficial utilizado na situação de referência. A Tabela 16 apresenta a aplicação do indicador de ecoeficiência (referido na Equação 8) ao olival da herdade de Azambuja da ODS, utilizando a nova tecnologia (rega gota-a-gota subterrâneo) e considerando o preço a que a água estará em 2017.

Tabela 16 – OODS3: Resultados da aplicação do indicador de ecoeficiência ao olival da herdade da Azambuja com a nova tecnologia e para o preço da água em 2017.

	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Olival
Receita (€)	25849.69	58146.57	599786.57
Despesa (€)	7227.20	33076.89	523442.79
Volume (m³)	689325.0	615469	609375
Valor Acrescentado (€/m³)	0.02702	0.04073	0.1253
Impacte Ambiental (kwh/m³)	0.2826	0.3165	0.7299
Indicador Ecoeficiência (€/kwh)	0.09560	0.1287	0.1716

Através da análise da Tabela 16 verifica-se que o valor acrescentado total da cadeia de valor (valor acrescentado de utilização da água no olival da ODS) diminui, face ao valor acrescentado total do cenário OODS2, com a utilização da nova tecnologia. De facto, à semelhança do que ocorria em situação idêntica na FEA (OFEA3), com a implementação da nova tecnologia, existe uma redução das perdas de água em aproximadamente 6% no nó agrícola (devido à eficiência dos sistema de rega referida no ponto 5.4), pelo que há uma redução do volume de água utilizado pelo agricultor para regar a planta em 6% e consequentemente uma redução do consumo energético e de fertirrega na mesma proporção. Todavia, apesar destas reduções ocorre uma diminuição do valor acrescentado total da cadeia. Essa diminuição ocorre devido ao facto dos custos de investimento do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo serem bastante superiores aos do sistema de rega gota-a-gota superficial (Tabela X1 e X2, anexo I). Deste modo, a redução do consumo de água associada à utilização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo não é suficiente para compensar os custos de amortização do sistema.

Em relação ao impacte ambiental (energético) como o volume de água utilizado na cadeia diminui em aproximadamente 6% e o consumo energético é reduzido na mesma proporção (Tabela Y, anexo I), o impacte mantém-se o mesmo.

A evolução comparativa do valor acrescentado da utilização da água e impacte energético associado ao longo da cadeia de valor do olival da ODS, atendendo ao

preço da água em 2017, com e sem a utilização da nova tecnologia, é traduzida graficamente na Figura 33.

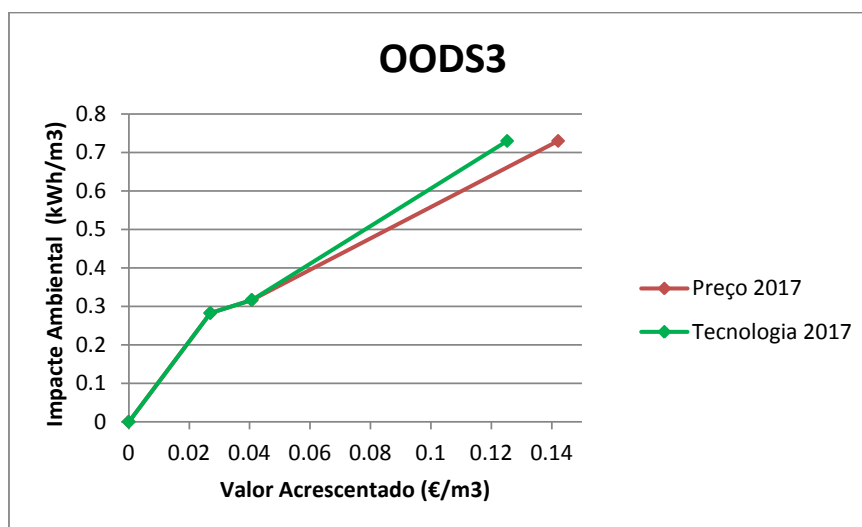


Figura 33 - Comparação da evolução do valor acrescentado e impacte energético da cadeia de valor da situação para o preço da água em 2017 (OODS2) e da situação para o preço da água em 2017 com a nova tecnologia (OODS3).

Da análise da Figura 33 torna-se claro que o valor acrescentado correspondente aos nós primário e secundário não se altera com a utilização da nova tecnologia. Por outro lado o valor acrescentado total da cadeia diminui, pelo que se conclui que o valor acrescentado relativo ao agricultor diminui.

Dado que o impacte ambiental (energético) se mantém igual ao do cenário OODS2 e o valor acrescentado total da cadeia diminui, de acordo com o indicador de ecoeficiência representado na Equação 8, a ecoeficiência diminui. Segundo os resultados da Tabela 16, a ecoeficiência da utilização da água para rega do olival da ODS com a nova tecnologia, é de 0.1716 (€/KWh), enquanto na situação OODS2 era de 0.1947 (€/KWh).

Comparando os dois agricultores, há uma maior ecoeficiência na utilização da água pelo olival da ODS do que na FEA, na situação de referência, contudo para ambos os agricultores não compensa a implementação do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo (ecoefficiência diminui) devido aos elevados custos de investimento.

7– Conclusão

A ecoeficiência surge como uma temática importante no âmbito do desenvolvimento sustentável, uma vez que se refere à melhoria da relação entre benefícios económicos e impactos ambientais de determinada atividade. Neste sentido esta dissertação surge como uma tentativa de auxiliar os agricultores a utilizarem de uma forma mais sustentável os seus recursos enquanto beneficiam de um retorno económico direto. A ecoeficiência pode ser avaliada para diversos produtos ou processos de produção. Neste caso, com base no trabalho desenvolvido no projeto EcoWater, optou-se pela água, uma vez que corresponde à matéria-prima essencial na produção de uma cultura agrícola. Assim, a água torna-se o elemento central deste trabalho tendo-se desenvolvido uma metodologia de avaliação da sua ecoeficiência.

A cadeia de valor, enquanto diagrama que define um conjunto de processos relevantes para o setor a analisar e que têm associado a si um valor, é frequentemente utilizada para descrever o desempenho das diversas atividades na geração de um determinado produto final, facilitando a contabilização dos benefícios e impactos que daí advêm para o produto ou serviço final. Deste modo, a cadeia de valor revelou-se o ponto de partida do desenvolvimento da metodologia, que incidiu sobre a componente económica e ambiental da agricultura.

De forma a avaliar a aplicabilidade da metodologia descrita neste trabalho e se obter um valor de ecoeficiência de utilização da água para rega de determinada cultura, aplicou-se a metodologia a um caso de estudo, o Perímetro de Rega de Monte Novo. O Perímetro de Rega de Monte Novo faz parte do empreendimento de fins múltiplos de Alqueva, que constitui na região do Alentejo, uma fonte importante de água para diversos fins, em especial para a rega. Assim, se, por um lado, a disponibilidade de água proporciona um potencial de desenvolvimento da prática agrícola, por outro, implica que os agricultores tenham de pagar pela utilização dessa água para rega, sendo esse custo já estipulado e estando prevista uma evolução crescente até 2017. Deste modo, foi avaliada a produção de duas das mais importantes culturas existentes no Perímetro de Rega de Monte Novo, o olival e o milho, através da análise do ciclo produtivo de dois agricultores da região, Fundação Eugénio de Almeida (FEA), um dos maiores produtores de milho e olival e Olivais do Sul (ODS), também grande produtor de olival.

Para cada uma destas culturas e agricultores, foi definida uma cadeia de valor de utilização da água e avaliado o correspondente indicador de ecoeficiência considerando a situação atual (referência - 2011) e perspetivando a situação para

2017, não alterando o processo produtivo, mas como consequência da alteração do preço da água. Foram ainda estudadas as potenciais melhorias de ecoeficiência passíveis de serem verificadas em 2017, admitindo a implementação de uma nova tecnologia que reduza o consumo de água para a rega das culturas analisadas, como é o caso da introdução do método de rega gota-a-gota subterrâneo.

Relativamente aos resultados obtidos, de uma maneira geral, estes demonstram que, na situação de referência, a maior parte do valor acrescentado da utilização da água se centra no agricultor. No entanto, verifica-se uma alteração significativa com o aumento do preço da água até 2017, pois com o aumento do preço da água o valor económico acrescentado correspondente aos sistemas de distribuição primário e secundário aumenta e o do agricultor diminui, sendo esta questão mais significativa no caso dos blocos fornecidos por alta pressão. Em relação aos impactes ambientais, ao contrário do que seria de esperar, estes mantêm-se idênticos nas diferentes situações, uma vez que apenas se avaliou o impacte energético. Os resultados demonstram ainda que a implementação do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo tem elevados custos de investimento associados, pelo que só é uma mais-valia no caso do milho-grão, dado que o milho é uma cultura que consome muita água, pelo que a redução de 11% do volume de água utilizado para rega traduz-se numa redução de custos de produção significativa, comprovando uma melhoria de ecoeficiência. No que toca ao milho de silagem, o aumento do preço da água inviabiliza a sua produção, uma vez que (para os preços dos processos de produção considerados) das vendas de produção resulta défice para o agricultor. Relativamente ao olival, há uma maior ecoeficiência na utilização da água pelo olival da ODS do que na FEA, na situação de referência, no entanto, para ambos, não compensa a implementação da nova tecnologia (ecoeficiência diminui) devido a implicar elevados custos de investimento.

Estes resultados permitem assim confirmar a mais-valia que a avaliação de ecoeficiência representa, enquanto informação complementar para auxílio do processo de decisão, tanto à escala micro, do agricultor, como à escala “meso” (regional), sendo que o alargamento da avaliação agora apresentada, incluindo outros agricultores representativos da realidade do perímetro, poderia auxiliar a avaliação global da região em termos de efeitos da adoção ou alteração de políticas agrícolas, de modificações de preços da água, práticas culturais, etc.

No entanto, para um futuro próximo, para uma análise mais completa, sugere-se que sejam analisados outros indicadores de ecoeficiência relativos a outros impactes e que o conjunto desses indicadores seja agregado num único indicador.

8 - Referências Bibliográficas

Agrocere (2012). *Silagem*. Sementes Agrocere, (http://www.sementesagrocere.com.br/?page_id=208) consultado em junho de 2012.

Almeida, A. (2009). *Mecanização da colheita responde aos desafios dos novos e velhos olivais*. V Simpósio Nacional de Olivicultura. Santarém.

Amaral Filho, J., Filho, F., Farinelli, R. e Barbosa, J. (2005). Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Brasileira Ciências do Solo*, nº29. 467-473 pp.

ARHAAlentejo (2011). *Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas Integradas nas Regiões Hidrográficas 6 e 7: Região Hidrográfica 7*. Relatório Técnico.

Brito, R. (2012). *Clima e suas influências*. Instituto Geográfico Português, (http://www.igeo.pt/atlas/cap1/Cap1d_6.html) consultado em março de 2012.

Carvalho, A. (2011). *Evolução verificada nas infraestruturas do subsistema de Alqueva - do estudo prévio à construção*. Jornadas técnicas: A engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas. Laboratório Nacional Engenharia Civil (LNEC).

Cavaco, M. e Calouro, F. (2006). *Produção Integrada das Culturas Pastagens e Forragens*. Direção-Geral de Proteção das Culturas. Oeiras. ISBN 972-8649-66-5.

CEC (2004). *Environmental Technologies Action Plan*. Comission of European Communities, (http://ec.europa.eu/environment/ecoap/pdfs/etap_action_plan.pdf) consultado em fevereiro de 2012.

Christopher, M. (1998). *Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service* (2nd edition). Financial Times/Prentice Hall, London.

COTR (2011). *Necessidades em água das culturas-região do Alentejo*. Campanha de Rega de 2009/2010. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio. Beja.

COTR (2012). *Necessidades em água das culturas-região do Alentejo*. Campanha de Rega de 2010/2011. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio. Beja.

Cunha, M., Amaro, R., Oliveira, A. e Casau, F. (2005). *Tecnologias Limpas em Agro-pecuária*. 1ª edição, Sociedade Portuguesa de Inovação. Porto. ISBN 972-8589-50-6.

Dalhousie University (2011). *Fostering Industrial Symbiosis in Nova Scotia-Sustainable Prosperity through Industrial Innovation*. Eco-efficiency Centre (http://eco-efficiency.management.dal.ca/Files/Research/Fostering_Industrial_Symbiosis_in_Nova_Scotia_Guide1.pdf) consultado em fevereiro de 2012.

Decreto Regulamentar nº84/82 de 4 de Novembro de 1982. Diário da República nº255/82 – I Série. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

Deminicis, B., Vieira, H., Jardim, J., Araújo, S., Neto, A., Oliveira, V. e Lima, E. (2009). *Silagem de milho – características agronómicas e considerações*. Revista eletrónica de veterinária, Volume 10, nº2.

Despacho nº9000/2010 de 26 de Maio de 2010. Diário da República nº102 – II Série. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

DG Environment (2011). *Factsheet: Resource efficiency – a business imperative*. European Commission, (http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/resource_efficiency/en.pdf) consultado em janeiro de 2012.

DGADR (2010). *Produção integrada do olival*. 2ª edição. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Lisboa.

EcoWater (2012a). *Deliverable 1.1 – Review and selection of eco-efficiency indicators to be used in the EcoWater Case Studies*. Relatório técnico.

EcoWater (2012b). *Deliverable 1.8 – Roadmap for Case Study Development*. Relatório técnico.

EcoWater (2012c). *Deliverable 1.4 – Review of existing framework and tools for developing eco-efficiency*. Relatório técnico.

EDIA (2004). *Projeto de Execução do Troço de Ligação Loureiro – Monte Novo e Respetivo Bloco de Rega*. Memória geral, Volume I.

EDIA (2005). *Estudo de Impacte Ambiental: bloco de rega de Monte Novo*. Resumo Não Técnico, Volume III.

EDIA (2011a). *Mapa Geral - Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo*, fornecida pela Empresa e Desenvolvimento de Infra-estruturas de Alqueva em janeiro de 2011.

EDIA (2011b). *Portal de Mapas*. (<http://portalcarto.edia.pt/portalediacarto/default.aspx>) consultado em dezembro de 2011.

EDIA (2012a). *Água*. (<http://www.edia.pt/edia/index.php/agua>) consultado em Março de 2012.

EDIA (2012b). *Empreendimento*. (<http://www.edia.pt/edia/index.php/o-empreendimento>) consultado em maio de 2012.

EDIA (2012c). *Caracterização da Empresa*. (<http://www.edia.pt/edia/index.php/caracterizacao-empresa>) consultado em maio de 2012.

EDIA (2012d). *Características do Aproveitamento Hidroagrícola de Monte Novo*. Relatório técnico.

EEA (2012). *Towards efficient use of water resources in Europe*, European Environment Agency. ISSN 1725-9177.

Emygdio, B. e Teixeira, M. (2008). Densidade de plantas e espaçamento entre linhas para o híbrido de milho BRS 1015. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Circular técnica nº 72.

ESCAP (2009). *Eco-efficiency Indicators: Measuring Resource-use Efficiency and the Impact of Economic Activities on the Environment*. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Tailândia.

FAO (2001). *Soil carbon sequestration for improved land management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Report, nº96.

FEA (2005). *Relatório & Contas*. Fundação Eugénio de Almeida. Évora.

FEA (2009). *Relatório & Contas*. Fundação Eugénio de Almeida. Évora.

FEA (2010). *Relatório & Contas*. Fundação Eugénio de Almeida. Évora.

FEA (2012). *Missão*. Fundação Eugénio de Almeida, (<http://www.fundacaoeugeniodealmeida.pt/geral.asp?ID=24>) consultado em abril de 2012.

Ferreira, D. (2010). *Olival em modo de produção biológico-custos e rentabilidade na região de Moura, Alentejo*. Tese de Mestrado em Engenharia Agronómica-Economia Agrária e Gestão do Território. Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba. ISBN 85-7133-038-7.

Funk's (1995). *Funk's catálogo 40º aniversário*. Solo Semillas de maíz. Sevilha.

GPP (2012a) – *Preços de mercado olivicultura*. Gabinete Planeamento e Políticas, (<http://www.gppaa.min-agricultura.pt/azeite/>) consultado em junho 2012.

GPP (2012b) – *Preços de mercado cereais*. Gabinete Planeamento e Políticas, (<http://www.gppaa.min-agricultura.pt/cereais/>) consultado em junho 2012

Hirschnitz-Garbers, M., Srebotnjak, T., Porsch, L., Grünig, M., Hand, P. and Cerezo, K.T. (2012). *Integrating Resource Efficiency, Greening of Industrial Production and Green Industries – Scoping of And Recommendations for Effective Indicators*, Instituto Ecológico, Berlim.

Huppes, G. e Ishikawa, M. (2007). *Quantified Eco-Efficiency: An introduction with applications*. Eco-Efficiency in Industry and Science, Dordrecht: Springer. Volume 22, 1-38 pp.

ISO (14040:2006). *Environmental management-Lyfe Cycle Assessment-Principles and framework*.

Jorge, M. (2006). *A rentabilidade futura do olival de regadio-uma oportunidade para Portugal*. 3º Seminário das Práticas Agrícolas Modernas no Olival de Regadio. Vila Viçosa.

Leão, P. e Morais, A. (2008). *Metodologia para estimativa de água de rega em Portugal*. Instituto Nacional Estatística e Instituto Superior Agronomia.

Maia, J. (2007). *Necessidade de Rega do Olival*. Revista Frutas Legumes e Flores - especial olival e azeite. 28-30 pp.

Maia, J., Boteta, L. e Guerreiro, C. (2007). *Estudo da adaptabilidade ao sistema de produção superintensivo em Olea Europea L., cvs Galega Vulgar e Cobrançosa*. 2º Congresso Nacional de Rega e Drenagem. Fundão.

Marques, O. (2010). *Ponto de colheita e suas implicações na qualidade do milho*. (<http://pt.scribd.com/doc/38345993/Ponto-de-Colheita-de-Milho-Odair-J-Marques>) consultado em junho 2012.

Michaelson, O. (2006). *Eco-efficiency in extended supply chains – methodological development with regulatory and organizational implications*. Tese de Doutoramento de Economia Industrial e Gestão Tecnológica. Faculdade de Ciências Sociais e Gestão Tecnológica – Universidade de Ciências e Tecnologia Norueguesa, Trondheim.

Michaelson, O., Fet, A. e Dahlsrud, A. (2006). *Eco-efficiency in extended supply chains – a case study of furniture production*. *Jornal Environmental Management* 79. 290-297pp.

Mickwitz, P., Melanen, M., Rosenström, U. e Seppälä, J (2006). *Regional eco-efficiency indicators – a participatory approach*. *Jornal Cleaner Production*.1603-1611pp.

Mol, S. e Gee, D. (1999). *Making Sustainability Accountable: Eco-efficiency, resource productivity and innovation*. Relatório nº11 Agência Europeia do Ambiente.

Muller, K e Sturm, A. (2001). *Standardised eco-efficiency indicators*. Ellipson. Relatório técnico.

NRCS (2012). *Subsurface drip irrigation systems*. Nature Resources Conservation Service, EUA,
(<http://www.hpwd.com/Downloads/New%20SDI%20booklet%20from%20NRCS.pdf>)
consultado em junho de 2012.

Nuncio, J., e Arranja, C. (2011). *Gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas de Alqueva*. Jornadas técnicas: A engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas de Alqueva, Laboratório Nacional Engenharia Civil (LNEC).

Oliveira, I. e Maia (2003). *Guia de rega 02 – Necessidades hídricas das culturas- Considerações gerais*. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio. Beja.

Paixão, M., Ahrens, C., Bianco, R., Ohlson, O., Skora Neto, F., Caieiro, J. e Nazareno, N. (2009). *Controle alternativo do gorgulho-do-milho, Sitophilus zeamais, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil*. 2º Congresso latino-americano de agroecologia. Curitiba.

Pastor, M., García-Vila, M., Soriano, M., Vega, V. e Fereres, E. (2007). *Productivity of olive orchards in response to tree density*. *Journal of Horticultural Science& Biotechnology*, nº82. 555-562 pp.

Pennington, D., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Joliet, O., Rydberg., T. e Rebitzer, G. (2004), *Life Cycle Assessment Part 2: Current Impact Assessment Practice, Environmental International* nº30. 721-739 pp.

Pléssis, J. (2003). *Maize production*. Department Agriculture Republic of South Africa, (http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/LSTOCK/001/SA_InfoPaks/docs/maizeproduction.pdf) consultado em maio de 2012.

Portaria nº676/2009 de 29 de Julho 2009. Diário da República nº145 – II Série. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

Porter, M. (1985). *Competitive Advantage*, (http://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_10.htm) consultado em fevereiro de 2012.

Porter, M e Van Der Linde, C. (1995) Green and competitive: Ending the stalemate, *Harvard Business Review* nº73 volume. 120-134 pp.

Porter, M. (2012). *Value Chain Analysis – Achieving excellence in the things that really matter*, (http://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_10.htm) consultado em fevereiro de 2012.

Quaranta, G. (2012). *Desertificação de paisagens - Agricultura de Sequeiro*. Land Care in Desertification Affected Areas from science towards application, (http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/desertification_landscapes_pt.html) consultado em maio de 2012.

Ripagem (2012). *Ripagem da oliveira*. (<http://publicarparapartilhar.blogspot.pt/2009/11/ripar-azeitonas-ou-vareja-las.html>) consultado em maio de 2012.

Rita, C. e Capelo, A. (2005). *Distribuição em alta pressão vs. Distribuição em baixa pressão num bloco de rega do EFMA (Monte Novo)*. 1º Congresso Nacional de Rega e Drenagem. Beja.

Ritchie, S., Hanway, J. e Benson, G. (2003). *Como a planta de milho se desenvolve*. Associação Brasileira para a pesquisa de potássio e fósforo. Informações agronómicas nº103.

Rodrigues, M e Correia, C. (2009). *Manual da safra e contra safra do olival*. 1ª edição, Instituto Politécnico de Bragança. Bragança. ISBN 978-972-745-103-6.

Rosado, L. (2012). *A cultura do milho no Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*. 8º Congresso nacional do milho. Lisboa. (<http://www.anpromis.pt/images/eventos/cg2012/lr.pdf>) consultado em maio de 2012.

Santana, M., Matoso, M., Fialho, A., Condeça, J., Marreiros, R., Orlando, M. (2003). *Atlas do estudo dos recursos hídricos subterrâneos do Alentejo*, Comissão de Coordenação da Região do Alentejo (CCRA). Setúbal.

Santos, J., Gomes, J., e Fialho, I. (2011). *Contributo para a discussão das condições de sustentabilidade da componente hidroagrícola do EFMA*. Jornadas técnicas: A engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas. Laboratório Nacional Engenharia Civil (LNEC).

Schmidheiny, S. (1992) *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and Environment*.

Silva, A., Prates, A., Bento, F., Gaspar, L. e Cavaco, M. (2012). *Nomenclatura dos inimigos das culturas para as quais se admite o recurso à luta química*. 1ª edição. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Lisboa.

Sovena (2012). *Herdades*. Grupo Sovena, (<http://www.sovenagroup.com/pt/agriculture/elaia/herdades>) consultado em maio 2012.

Teodoro, A., Rios, S. e Ferreira, D. (2011). *Land use/land cover changes and flooding surface estimation in Alqueva (Portugal) using 18 years of Landsat data*. SPIE - Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications II. Proceedings of the SPIE, Volume 8181, 818118-818118-12 pp.

Venâncio, H. e Costa, P. (2012). *Controle de pragas na cultura do milho*. Projeto & consultadoria agropecuária – controle de pragas do milho, (<http://www.projepec.com.br/Controle%20de%20pragas%20na%20cultura%20do%20milho.pdf>) consultado em junho de 2012.

Ward, F. e Michelsen, A. (2002). *The economic value of water in agriculture: concepts and policy application*. Water policy nº4. 423-446 pp.

WBCSD (2000). *A eco-eficiência – Criar mais valor com menos impacto*. World Business Council for Sustainable Development, (http://www.wbcsd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value.pdf) consultado em janeiro de 2012.

Young R. (2005). *Determining the economic value of water: concepts and methods, resource for the Future*. Edição Washington DC, USA.

Anexo I

Tabela A1 – Dados do volume de água à entrada do nó primário, secundário e nó agrícola para cada uma das situações.

Volume (m ³)	Nó Primário	Nó Secundário	Nó Agrícola
OFEA1	318998.4	284820	282000
OFEA2	318998.4	284820	282000
OFEA3	299061	267019	264375
MG1	694104.3	619736	613600
MG2	694104.3	619736	613600
MG3	614560	548714	543281
MS1	737881.8	658823	652300
MS2	737881.8	658823	652300
MS3	653320.5	583322	577546
OODS1	735280	656500	650000
OODS2	735280	656500	650000
OODS3	689325	615469	609375

Tabela A2 – Dados do volume de água utilizado na situação de referência (OFEA1, MG1, MS1 e OODS1) para regar as culturas de olival e milho por agricultor.

Agricultor	Cultura	Volume (m ³ /ha)
FEA	Olival	2000
	Milho-Grão	6500
	Milho - Silagem	5500
ODS	Olival	2500

Tabela B – Dados do preço, produção e receita gerada da venda de azeitona e milho para cada uma das situações.

	Produção (ton)	Preço (€/ton)	Receita da venda agrícola (€)
OFEA1	1198.124	230	280361.02
OFEA2	1198.124	230	280361.02
OFEA3	1198.124	230	280361.02
MG1	1390.84	220	305984.80
MG2	1390.84	220	305984.80
MG3	1390.84	220	305984.80
MS1	5065.96	38.75*	196305.95
MS2	5065.96	38.75	196305.95
MS3	5065.96	38.75	196305.95
OODS1	2462	220**	541640
OODS2	2462	220	541640
OODS3	2462	220	541640

*bastante abaixo do preço médio indicado para 2011 (GPP, 2012b).

**devido à falta de dados considerou-se o preço médio de venda de azeitona para azeite na região do Alentejo em 2011 (GPP,2012a)

Tabela C – Dados da área de olival e milho, em produção, para cada um dos agricultores.

Agricultor	Herdade	Cultura	Área (ha)
FEA	Álamo de Cima	Olival	141
FEA	Freixo	Milho-grão	94.4
FEA	Freixo	Milho silagem	118.6
ODS	Azambuja	Olival	260

Tabela D - Dados do consumo energético dos principais nós da cadeia de valor para cada uma das situações.

	Consumo Energético (kWh)	EE Álamos	EE 4.1	Cultura	Total
OFEA1	Nó Primário	90148.95	-	-	90148.95
	Nó Secundário	90148.95	51694.83	-	141843.78
	Nó Olival	90148.95	51694.83	55000	196843.78
OFEA2	Nó Primário	90148.95	-	-	90148.95
	Nó Secundário	90148.95	51694.83	-	141843.78
	Nó Olival	90148.95	51694.83	55000	196843.78
OFEA3	Nó Primário	84514.64	-	-	84514.64
	Nó Secundário	84514.64	48463.90	-	132978.54
	Nó Olival	84514.64	48463.90	51562.50	184541.04
MG1	Nó Primário	196153.88	-	-	196153.88
	Nó Secundário	196153.88	-	-	196153.88
	Nó Olival	196153.88	-	118000	314153.88
MG2	Nó Primário	196153.88	-	-	196153.88
	Nó Secundário	196153.88	-	-	196153.88
	Nó Olival	196153.88	-	118000	314153.88
MG3	Nó Primário	173674.65	-	-	173674.65
	Nó Secundário	173674.65	-	-	173674.65
	Nó Olival	173674.65	-	104477.20	278151.85
MS1	Nó Primário	208525.39	-	-	208525.39
	Nó Secundário	208525.39	-	-	208525.39
	Nó Olival	208525.39	-	148250	356775.39
MS2	Nó Primário	208525.39	-	-	208525.39
	Nó Secundário	208525.39	-	-	208525.39
	Nó Olival	208525.39	-	148250	356775.39
MS3	Nó Primário	184628.38	-	-	184628.38
	Nó Secundário	184628.38	-	-	184628.38
	Nó Olival	184628.38	-	131260.55	315888.93
OODS1	Nó Primário	207790.13	-	-	207790.13
	Nó Secundário	207790.13	-	-	207790.13
	Nó Olival	207790.13	-	266666.67	474456.80
OODS2	Nó Primário	207790.13	-	-	207790.13
	Nó Secundário	207790.13	-	-	207790.13
	Nó Olival	207790.13	-	266666.67	474456.80
OODS3	Nó Primário	194803.25	-	-	194803.25
	Nó Secundário	194803.25	-	-	194803.25
	Nó Olival	194803.25	-	2500000	444803.25

Tabela E - Dados dos custos de produção de olival da situação OFEA1.

Custos Fixos	nº operações	preço p/operação	(€/ton)	(€)	(€/ha)
Prestação de serviços (apanha azeitona)			80	71599.89	507.80
Mão de obra e Máquinas próprias (apanha azeitona)			38234.50	271.17	
Cortar a erva	3.00	7879.47		23638.41	167.65
Monda	3.00	1516.55		4549.65	32.27
Tratamento	5.00	7381.80		36909.00	261.77
Poda				4773.12	33.85
Seguro colheitas				4732.33	33.56
Assistência técnica				4114.11	29.18
Operações diversas				16870.61	119.65
Adubos				3157.37	22.39
Custos Variáveis					
Energia				6600	46.81
Amortização Sistema de Rega*				22748.00	161.33
Fertirrega	2.00	3294.96		6589.92	46.74
Água				10039.2	71.20
TOTAL				254556.11	1805.36

*ver tabela H1

Tabela F – Dados dos custos de produção de olival da situação OFEA2.

<u>Custos Fixos</u>	nº operações	preço p/operação	(€/ton)	(€)	(€/ha)
Prestação de serviços (apanha azeitona)			80	71599.89	507.80
Mão de obra e Máquinas próprias (apanha azeitona)				38234.50	271.17
Cortar a erva	3.00	7879.47		23638.41	167.65
Monda	3.00	1516.55		4549.65	32.27
Tratamento	5.00	7381.80		36909.00	261.77
Poda				4773.12	33.85
Seguro colheitas				4732.33	33.56
Assistência técnica				4114.11	29.18
Operações diversas				16870.61	119.65
Aubos				3157.37	22.39
<u>Custos Variáveis</u>					
Energia				6600	46.81
Amortização Sistema de Rega				22748.00	161.33
Fertirrega	2.00	3294.96		6589.92	46.74
Água				25098	178.00
TOTAL				269614.91	1912.16

Tabela G - Dados dos custos de produção de olival da situação OFEA3.

<u>Custos Fixos</u>	nº operações	preço p/operação	(€/ton)	(€)	(€/ha)
Prestação de serviços (apanha azeitona)			80	71599.89	507.80
Mão de obra e Máquinas próprias (apanha azeitona)				38234.50	271.17
Cortar a erva	3.00	7879.47		23638.41	167.65
Monda	3.00	1516.55		4549.65	32.27
Tratamento	5.00	7381.80		36909.00	261.77
Poda				4773.12	33.85
Seguro colheitas				4732.33	33.56
Assistência técnica				4114.11	29.18
Operações diversas				16870.61	119.65
Aubos				3157.37	22.39
<u>Custos Variáveis</u>					
Energia				6187.5	43.88
Amortização Sistema de Rega*				34122.00	242.00
Água				23529.38	166.88
Fertirrega	2.00	3089.03		6178.05	43.82
TOTAL				278595.92	1975.86

* Ver tabela H2

Tabela H1 – Custos de amortização do sistema de rega gota-a-gota superficial.

Custo do Sistema de rega gota-a-gota superficial	
Área total Herdade (ha)	141
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	2000
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	282000
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3%:	
Ano 1	26696
Ano 2	26132
Ano 3	25568
Ano 4	25004
Ano 5	24440
Ano 6	23876
Ano 7	23312
Ano 8	22748
Ano 9	22184
Ano 10	21620
Ano 11	21056
Ano 12	20492
Ano 13	19928
Ano 14	19364
Ano 15	18800
Valor médio	22748

Tabela H2 – Custos de amortização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo.

Custo do Sistema de rega gota-a-gota subterrâneo	
Área total Herdade (ha)	141
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	3000
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	423000
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3% :	
Ano 1	40044
Ano 2	39198
Ano 3	38352
Ano 4	37506
Ano 5	36660
Ano 6	35814
Ano 7	34968
Ano 8	34122
Ano 9	33276
Ano 10	32430
Ano 11	31584
Ano 12	30738
Ano 13	29892
Ano 14	29046
Ano 15	28200
Valor médio	34122

Tabela 1 – Dados da eficiência dos sistemas de rega, consumo de energia e água e custos de fertirrega associados às situações OFEA

	Sistema de rega	Eficiência	Energia (kWh)	Água (m³)	Fertirrega (€)
OFEA1	Sistema de rega gota-a-gota superficial	90%	55000	282000	6600
OFEA2	Sistema de rega gota-a-gota superficial	90%	55000	282000	6600
OFEA3	Sistema de rega gota-a-gota subterrâneo	96%	51562.50	264375	6187.50

Tabela J – Dados dos custos de produção de milho-grão da situação MG1.

Custos Fixos	(€)	(€/ha)
Máquinas e equipamentos	4735.71	50.17
Aubos	49258.30	521.80
Sementes	20752.00	219.83
Produtos fitossanitários	5946.84	63.00
Serviços exterior	61800.95	654.67
Mão-de-obra	4049.22	42.89
Custos Variáveis		
Amortização da rega*	11422.40	121.00
Energia	14160.00	150.00
Água	13008.32	137.80
Total	185133.74	1961.16

*ver tabela M1

Tabela K - Dados dos custos de produção de milho-grão da situação MG2

Custos Fixos	(€)	(€/ha)
Máquinas e equipamentos	4735.71	50.17
Aubos	49258.30	521.80
Sementes	20752.00	219.83
Produtos fitossanitários	5946.84	63.00
Serviços exterior	61800.95	654.67
Mão-de-obra	4049.22	42.89
Custos Variáveis		
Amortização da rega	11422.40	121.00
Energia	14160.00	150.00
Água	32520.80	344.50
Total	204646.22	2167.86

Tabela L - Dados dos custos de produção de milho-grão da situação MG3.

Custos Fixos	(€)	(€/ha)
Máquinas e equipamentos	4735.71	50.17
Aubos	49258.30	521.80
Sementes	20752.00	219.83
Produtos fitossanitários	5946.84	63.00
Serviços exterior	61800.95	654.67
Mão-de-obra	4049.22	42.89
Custos Variáveis		
Amortização da rega*	22844.80	242.00
Energia	12537.26	132.81
Água	28793.92	305.02
Total	210719.00	2232.19

*ver tabela M2

Tabela M1 – Custos de amortização do sistema de rega por pivots.

Custo do Sistema de rega por pivots	
Área total Herdade (ha)	94.4
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	1500
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	141600
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3%:	
Ano 1	13404.80
Ano 2	13121.60
Ano 3	12838.40
Ano 4	12555.20
Ano 5	12272.00
Ano 6	11988.80
Ano 7	11705.60
Ano 8	11422.40
Ano 9	11139.20
Ano 10	10856.00
Ano 11	10572.00
Ano 12	10289.60
Ano 13	10006.40
Ano 14	9723.20
Ano 15	9440.00
Valor médio	11422.4

Tabela M2 – Custos de amortização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo.

Custo do Sistema de rega gota-a-gota subterrâneo	
Área total Herdade (ha)	94.4
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	3000
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	283200
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3% :	
Ano 1	26809.60
Ano 2	26243.20
Ano 3	25676.80
Ano 4	25110.40
Ano 5	24544.00
Ano 6	23977.60
Ano 7	23411.20
Ano 8	22844.80
Ano 9	22278.40
Ano 10	21712.00
Ano 11	21145.60
Ano 12	20579.20
Ano 13	20012.80
Ano 14	19446.40
Ano 15	18880.00
Valor médio	22844.80

Tabela N – Dados da eficiência dos sistemas de rega, consumo de energia e água associados às situações MG.

	Sistema de rega	Eficiência	Energia (kWh)	Água (m ³)
MS1	<i>Pivots</i>	85%	118000	613600
MS2	<i>Pivots</i>	85%	118000	613600
MS3	Gota-a-gota subterrâneo	96%	104477.20	543281.44

Tabela O - Dados dos custos de produção de milho silagem da situação MS1.

Custos Fixos	(€)	(€/ha)
Máquinas e equipamentos	10175.46	85.80
Adubos	55988.06	472.07
Sementes	27437.60	231.35
Produtos fitossanitários	9436.75	79.57
Serviços exterior	31027.73	261.62
Mão-de-obra	9134.52	77.02
Custos Variáveis		
Amortização da rega*	14350.60	121.00
Energia	17790.00	150.00
Água	13828.76	116.60
Total	189169.48	1595.02

*ver tabela R1

Tabela P - Dados dos custos de produção de milho silagem da situação MS2.

Custos Fixos	(€)	(€/ha)
Máquinas e equipamentos	10175.46	85.80
Adubos	55988.06	472.07
Sementes	27437.60	231.35
Produtos fitossanitários	9436.75	79.57
Serviços exterior	31027.73	261.62
Mão-de-obra	9134.52	77.02
Custos Variáveis		
Amortização da rega	14350.60	121.00
Energia	17790.00	150.00
Água	34571.90	291.50
Total	209912.62	1769.92

Tabela Q - Dados dos custos de produção de milho silagem da situação MS3.

Custos Fixos	(€)	(€/ha)
Máquinas e equipamentos	10175.46	85.80
Adubos	55988.06	472.07
Sementes	27437.60	231.35
Produtos fitossanitários	9436.75	79.57
Serviços exterior	31027.73	261.62
Mão-de-obra	9134.52	77.02
Custos Variáveis		
Amortização da rega*	28701.20	242.00
Energia	15751.27	132.81
Água	30609.96	258.09
Total	218262.55	1840.33

*ver tabela R2

Tabela R1 – Custos de amortização do sistema de rega por *pivots*.

Custo do Sistema de rega por <i>pivots</i>	
Área total Herdade (ha)	118.6
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	1500
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	177900
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3%:	
Ano 1	16841.20
Ano 2	16845.40
Ano 3	16129.60
Ano 4	15773.80
Ano 5	15418.00
Ano 6	15062.20
Ano 7	14706.40
Ano 8	14350.60
Ano 9	13994.80
Ano 10	13639.00
Ano 11	13283.20
Ano 12	12927.40
Ano 13	12571.60
Ano 14	12215.80
Ano 15	11860.00
Valor médio	14350.60

Tabela R2 – Custos de amortização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo.

Custo do Sistema de rega gota-a-gota subterrâneo	
Área total Herdade (ha)	118.6
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	3000
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	355800
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3% :	
Ano 1	33682.40
Ano 2	32970.80
Ano 3	32259.20
Ano 4	31547.60
Ano 5	30836.00
Ano 6	30124.40
Ano 7	29412.80
Ano 8	28701.20
Ano 9	27989.60
Ano 10	27278.00
Ano 11	26566.40
Ano 12	25854.80
Ano 13	25143.20
Ano 14	24431.60
Ano 15	23720.00
Valor médio	28701.20

Tabela S - Dados da eficiência dos sistemas de rega, consumo de energia e água associados às situações MS.

	Sistema de rega	Eficiência	Energia (kWh)	Água (m³)
MS1	<i>Pivots</i>	85%	148250	652300
MS2	<i>Pivots</i>	85%	148250	652300
MS3	Gota-a-gota subterrâneo	96%	131260.55	577546.42

Tabela T - Dados dos custos de produção de olival situação OODS1.

<u>Custos Fixos</u>	nº operações	preço p/operação	(€/ton)	(€)	(€/ha)
Prestação de serviços (apanha azeitona)			80	71599.89	275.38
Mão de obra e Máquinas próprias (apanha azeitona)				70503.33	271.17
Cortar a erva	3.00	14529.67		43589.00	167.65
Monda	3.00	2796.73		8390.20	32.27
Tratamento	5.00	261.77		68060.20	261.77
Poda				13201.50	50.78
Seguro colheitas				8725.6	33.56
Assistência técnica				7586.8	29.18
Operações diversas				31109	119.65
Adubos				5821.00	22.39
<u>Custos Variáveis</u>					
Energia				32000	123.08
Amortização Sistema de Rega*				41946.67	161.33
Água				13780.00	53.00
Fertirrega	2.00	3294.96		39000	150.00
TOTAL				455313.19	1751.20

*ver tabela X1

Tabela U - Dados dos custos de produção de olival situação OODS2.

<u>Custos Fixos</u>	nº operações	preço p/operação	(€/ton)	(€)	(€/ha)
Prestação de serviços (apanha azeitona)			80	71599.89	275.38
Mão de obra e Máquinas próprias (apanha azeitona)				70503.33	271.17
Cortar a erva	3.00	14529.67		43589.00	167.65
Monda	3.00	2796.73		8390.20	32.27
Tratamento	5.00	261.77		68060.20	261.77
Poda				13201.50	50.78
Seguro colheitas				8725.6	33.56
Assistência técnica				7586.8	29.18
Operações diversas				31109	119.65
Aubos				5821.00	22.39
<u>Custos Variáveis</u>					
Energia				32000	123.08
Amortização Sistema de Rega				41946.67	161.33
Água				34450.00	132.50
Fertirrega	2.00	3294.96		39000	150.00
TOTAL				475983.19	1830.70

Tabela V - Dados dos custos de produção de olival situação OODS3.

<u>Custos Fixos</u>	nº operações	preço p/operação	(€/ton)	(€)	(€/ha)
Prestação de serviços (apanha azeitona)			80	71599.89	275.38
Mão de obra e Máquinas próprias (apanha azeitona)				70503.33	271.17
Cortar a erva	3.00	14529.67		43589.00	167.65
Monda	3.00	2796.73		8390.20	32.27
Tratamento	5.00	261.77		68060.20	261.77
Poda				13201.50	50.78
Seguro colheitas				8725.6	33.56
Assistência técnica				7586.8	29.18
Operações diversas				31109	119.65
Adubos				5821.00	22.39
<u>Custos Variáveis</u>					
Energia				30000	115.38
Amortização Sistema de Rega*				62920.00	242.00
Água				32296.88	124.22
Fertirrega	2.00	18281.25		36562.5	140.63
TOTAL				490365.90	1886.02

*ver tabela X2

Tabela X1 – Custos de amortização do sistema de rega gota-a-gota superficial.

Custo do Sistema de rega gota-a-gota superficial	
Área total Herdade (ha)	260
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	2000
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	520000
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3%:	
Ano 1	49226.67
Ano 2	48186.67
Ano 3	47146.67
Ano 4	46106.67
Ano 5	45066.67
Ano 6	44026.67
Ano 7	42986.67
Ano 8	41946.67
Ano 9	40906.67
Ano 10	39866.67
Ano 11	38826.67
Ano 12	37786.67
Ano 13	36746.67
Ano 14	35706.67
Ano 15	34666.67
Valor médio	41946.67

Tabela X2 – Custos de amortização do sistema de rega gota-a-gota subterrâneo.

Custo do Sistema de rega gota-a-gota subterrâneo	
Área total Herdade (ha)	260
Custo de investimento segundo COTR (€/ha)	3000
Custo Total de investimento segundo COTR (€)	780000
Amortização ao longo de 15 anos	
a uma taxa de juro de 3% :	
Ano 1	73840.00
Ano 2	72280.00
Ano 3	70720.00
Ano 4	69160.00
Ano 5	67600.00
Ano 6	66040.00
Ano 7	64480.00
Ano 8	62920.00
Ano 9	61360.00
Ano 10	59800.00
Ano 11	58240.00
Ano 12	56680.00
Ano 13	55120.00
Ano 14	53560.00
Ano 15	52000.00
Valor médio	62920.00

Tabela Y – Dados da eficiência dos sistemas de rega, consumo de energia e água e custos de fertirrega associados às situações OODS.

	Sistema de rega	Eficiência	Energia (kWh)	Água (m ³)	Fertirrega (€)
OODS1	Sistema de rega gota-a-gota superficial	90%	266666.67	650000	39000
OODS2	Sistema de rega gota-a-gota superficial	90%	266666.67	650000	39000
OODS3	Sistema de rega gota-a-gota subterrâneo	96%	250000	609375	36562.50