



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

**Eficiência de Utilização da Água no Perímetro de Rega do
Monte Novo**

Maria Alexandra Ratinho de Carvalho

Orientador:

Prof. Doutor Luís Leopoldo de Sousa e Silva

Co-Orientadora:

Eng.^a Isabel Cristina Ferreira Vicente Lourenço Grazina

Évora, 2012

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

**Eficiência de Utilização da Água no Perímetro de Rega do
Monte Novo**

Maria Alexandra Ratinho de Carvalho

Orientador:

Prof. Doutor Luís Leopoldo de Sousa e Silva

Co-Orientadora:

Eng.^a Isabel Cristina Ferreira Vicente Lourenço Grazina

No final deste trabalho, quero manifestar o meu reconhecimento às pessoas que contribuíram para a sua realização.

Ao meu Pai, que infelizmente não acompanhou até ao final esta etapa da minha vida, pela determinação e força de vontade que me ensinou a ter.

Ao Prof. Luís Leopoldo Silva, orientador deste trabalho, cujo apoio foi inesgotável, pelas suas sugestões, acompanhamento e disponibilidade manifestada.

À Eng.^a Isabel Grazina, co-orientadora deste trabalho, pelo seu acompanhamento e disponibilidade manifestada.

À EDIA, S.A., por ter permitido o acesso aos dados da exploração do perímetro de rega do Monte Novo e consecutivamente a realização deste trabalho.

Ao meu colega José Rosado, que me facultou os dados da exploração do perímetro de rega do Monte Novo, pela disponibilidade e atenção manifestada.

Ao Eng.^o Gonçalo Macedo, ao Eng.^o Gonçalo Pinheiro, à Dr.^a Pilar Barradas, ao Sr. Joaquim Morais, ao Sr. Adriano Domingues, ao Sr. António Pires, ao Sr. Inácio, ao Sr. Pepe e ao Sr. Cornelis, pela informação fornecida sobre as culturas praticadas nas zonas em estudo.

Ao meu colega Ricardo Batista, pela ajuda na recolha de informação e pela disponibilidade manifestada ao longo deste trabalho.

Ao meu colega António Parreira, pela ajuda na recolha e no tratamento da informação ao longo deste trabalho e deste mestrado.

À minha colega Inês Fialho e ao Eng.^o José Costa Gomes e Eng.^o José Filipe Santos, pela ajuda na recolha de informação ao longo deste trabalho e deste mestrado.

À Eng.^a Maria da Cola Matos e ao Eng.^o Diogo Nascimento, por me terem permitido a frequência e apoiado durante a realização deste mestrado.

Aos meus amigos, pela sua amizade, apoio e incentivo nos momentos mais difíceis.

À minha família e sobretudo ao meu irmão António, cujo apoio foi inesgotável e sem o qual seria impossível concretizar esta etapa da minha vida.

A todos os meus mais sinceros agradecimentos...

Resumo:

De forma a estudar a eficiência de rega num dos novos perímetros de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva, foi efectuada a avaliação do modo como é utilizada a água fornecida para a rega no Perímetro de rega do Monte Novo, por diferentes utilizadores, tendo em conta os dados climáticos da região, o tipo de cultura a regar, as áreas ocupadas e os sistemas de rega utilizados. A análise centrou-se em quatro das principais culturas realizadas no perímetro: olival, milho, vinha e prado. Foram comparados e analisados os valores estimados pela atual metodologia da FAO, através do programa CROPWAT, com os valores estimados na fase de Projeto do perímetro e os valores do consumo de água no perímetro em 2009. Após a análise dos resultados, verificou-se que os agricultores fazem uma utilização mais adequada da água nas culturas do prado e do milho. As necessidades estimadas para a cultura da vinha e do olival não permitem fazer uma avaliação rigorosa da eficiência de utilização da água, uma vez que a rega praticada pelos agricultores não tem como objectivo maximizar a produção, mas a qualidade do produto, e por isso é sempre deficitária. No fim são efectuadas algumas propostas, de forma a aumentar a eficiência de utilização da água no perímetro.

Palavras – Chave: Eficiência de Rega; Necessidades Hídricas; Ocupação Cultural; Sistemas de Rega

Water use efficiency in the Monte Novo irrigation scheme.

Abstract:

In order to study the irrigation efficiency of the new irrigation schemes of the Multi-Purpose Project of Alqueva it was made an evaluation of the supplied irrigation water use efficiency in the Monte-Novo irrigation scheme. For this evaluation it was taken into account the meteorological data of the region, the type of irrigated crop, the occupied areas and the irrigation systems used. The analysis focused on four major irrigated crops carried out on the irrigation scheme: olive trees, corn, vines and pasture. The values estimated by the current FAO methodology, using the CROPWAT software, were analyzed and compared with the values estimated in the irrigation scheme project, and the values of water consumption in 2009 at the irrigation scheme. After analyzing the results, it was found that farmers use more efficiently water in pasture and corn crops. The estimated water requirements for vines and olive trees do not allow a rigorous evaluation of the irrigation efficiency, since the aim of irrigation practice by farmers in these crop is not to maximize production, but rather the quality of the product. Therefore they practice deficit irrigation on these crops. Finally, there are made some proposals in order to increase the efficiency of water use.

Keywords: Irrigation Efficiency; Crop Water Requirements; Crop Field Occupation; Irrigation Systems

| | |
|--|------|
| Agradecimentos | iii |
| Resumo | iv |
| Índice de Figuras | viii |
| Índice de Quadros | ix |
| Símbolos Utilizados | xi |
| 1 – Introdução | 1 |
| 1.1 – Considerações Gerais | 1 |
| 1.2 – Objectivos | 2 |
| 2 – O Projecto de Alqueva | 3 |
| 2.1 – Introdução | 3 |
| 2.2 – Características do Fornecimento da Água de Rega | 7 |
| 2.3 – Os Solos de Alqueva | 8 |
| 2.4 – Ocupação Cultural | 9 |
| 2.5 – Necessidades de Água das Culturas | 15 |
| 2.6 – Eficiência, Uso e Consumo da Água | 20 |
| 3 – Material e Métodos | 26 |
| 3.1 – O Perímetro de Rega do Monte Novo | 26 |
| 3.1.1 – Caracterização Climática | 29 |
| 3.1.2 – Caracterização Pedológica | 30 |
| 3.1.3 – Ocupação Cultural | 32 |
| 3.1.4 – Métodos e Sistemas de Rega Utilizados no Perímetro | 33 |
| 3.1.5 – Necessidades de Rega das Culturas | 34 |

| | |
|---|----|
| 3.1.5.1 – Na Fase de Projecto | 34 |
| 3.1.5.2 – Na Fase de Avaliação | 36 |
| 3.1.6 – Situações Escolhidas para Avaliação da Eficiência de Utilização da Água | 39 |
| 4 – Resultados | 41 |
| 4.1 – Necessidades de Rega e Eficiência de Utilização da Água | 41 |
| 4.1.1 – Milho | 41 |
| 4.1.2 – Olival | 44 |
| 4.1.3 – Vinha | 47 |
| 4.1.4 – Prado | 48 |
| 5 – Conclusões | 51 |
| 6 – Bibliografia | 54 |
| ANEXOS | 57 |
| I – Dotações Úteis Médias e com Probabilidade de não Excedência de 80% (mm) (IEADR, 1996) | 57 |
| II – Consumos Verificados nas Diferentes Culturas | 59 |
| III – Resultados das Simulações no Cropwat | 64 |
| IV – Ortofotomapas das Situações Analisadas | 72 |
| V – Ortofotomapas dos Blocos do Perímetro de Rega do Monte Novo | 79 |

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Famílias de Solos Existentes na Área do EFMA..... | 9 |
| Figura 2 – Curvas dos Coeficientes Culturais e Definição dos Períodos Vegetativos Correspondentes (Pereira, 2004) | 20 |
| Figura 3 – Blocos de Rega do Perímetro do Monte Novo | 27 |
| Figura 4 – Valores Médios Mensais da Temperatura do Ar e Precipitação de Uma Série de 1958 a 1988 (Estação Meteorológica de Évora (Sé)) | 29 |
| Figura 5 - Valores Médios Mensais da Temperatura do Ar e Precipitação no Ano de 2009 (Estação Meteorológica de Évora (Aeródromo)) | 30 |
| Figura 6 – Representatividade das Famílias de Solos no Perímetro de Rega do Monte Novo | 31 |
| Figura 7 – Percentagem das Áreas Ocupadas pelas Diferentes Culturas no Perímetro de Rega do Monte Novo | 32 |
| Figura 8 – Percentagem das Áreas Ocupadas pelos Diferentes Métodos de Rega Utilizados no Perímetro de Rega do Monte Novo (2009) | 33 |
| Figura 9 – Representação Cultural no Perímetro de Rega do Monte Novo (2009) | 34 |

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Distribuição das Áreas pelas Diferentes Classes de Aptidão para o Regadio (HP, 1989) | 11 |
| Quadro 2 – Áreas Regadas por Métodos de Rega e Sistemas Culturais (HP) | 12 |
| Quadro 3 – Áreas dos Diferentes Sistemas Culturais | 13 |
| Quadro 4 – Quadro de Referência dos Produtos para o Regadio de Alqueva | 14 |
| Quadro 5 – Dotações Úteis Médias e Anuais por Sistemas Culturais – Hidrotécnia Portuguesa (HP, 1995) | 16 |
| Quadro 6 – Dotações Úteis Médias e Anuais por Sistemas Culturais – Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural (IEADR, 1996)..... | 17 |
| Quadro 7 – Eficiências Totais de Rega | 23 |
| Quadro 8 – Eficiências de Rega nas Diferentes Redes de Rega | 24 |
| Quadro 9 – Valores Indicativos das Eficiências de Aplicação para Sistemas de Rega Bem Projetados e Bem Mantidos (Pereira, 2004) | 25 |
| Quadro 10 – Caracterização dos Blocos de Rega do Perímetro do Monte Novo | 28 |
| Quadro 11 – Características Hidropedológicas dos Solos em Estudo (Cardoso, 1965) | 31 |
| Quadro 12 – Períodos de Ocupação do Solo..... | 34 |
| Quadro 13 – Ciclos e Coeficientes Culturais Específicos de Cada Cultura Considerados pelo IEADR (Nunes e Pais, 1996) | 35 |
| Quadro 14 – Valores Médios Mensais da Estação Meteorológica de Évora (Sé) (1958 – 1988) | 37 |
| Quadro 15 – Valores Médios Mensais da Estação Meteorológica de Évora (Aeródromo) (ano 2009) | 37 |

| | |
|---|----|
| Quadro 16 – Ciclos e Coeficientes Culturais Específicos de Cada Cultura Considerados no Presente Trabalho (Pereira, 2004) | 38 |
| Quadro 17 – Casos Escolhidos para Análise | 40 |
| Quadro 18 – Dotações Úteis Mensais e Anuais para o Milho (m ³ /ha) (IEADR, 1996) | 41 |
| Quadro 19 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para o Milho (m ³ /ha) | 42 |
| Quadro 20 – Dotações de Rega em 2009 para o Milho (m ³ /ha) | 43 |
| Quadro 21 – Dotações Úteis Mensais e Anuais para o Olival (m ³ /ha) (IEADR, 1996) | 44 |
| Quadro 22 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para o Olival (m ³ /ha) | 45 |
| Quadro 23 – Dotações de Rega em 2009 para o Olival (m ³ /ha) | 46 |
| Quadro 24 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para a Vinha (m ³ /ha) | 47 |
| Quadro 25 – Dotações de Rega em 2009 para a Vinha (m ³ /ha) | 48 |
| Quadro 26 – Dotações Úteis Mensais e Anuais para o Prado (m ³ /ha) (IEADR, 1996) | 49 |
| Quadro 27 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para o Prado (m ³ /ha) | 49 |
| Quadro 28 – Dotações de Rega em 2009 para o Prado (m ³ /ha) | 50 |

Símbolos Utilizados

| Símbolo | Dimensão |
|---|----------------------------------|
| CC – Capacidade de campo | -- |
| CE – Capacidade de emurchecimento | -- |
| CU – Capacidade útil | -- |
| Dap – Densidade aparente | -- |
| E _a – Eficiência de aplicação | -- |
| (e _a –e _d) – déficit de pressão de vapor | ML ⁻¹ T ⁻² |
| E _d – Eficiência de distribuição | -- |
| E _g – Eficiência global | -- |
| E _t – Eficiência de transporte | -- |
| Et _o – Evapotranspiração de referência | LT ⁻¹ |
| Et _c – Evapotranspiração cultural | LT ⁻¹ |
| G – densidade de fluxo de calor do solo | L ² MT ⁻² |
| h. –Espessura de cada horizonte | L |
| HR – Humidade relativa | L ³ L ⁻³ |
| Kc – Coeficiente cultural | -- |
| Kcb – Coeficiente cultural basal médio | -- |
| Ke - coeficiente de evaporação da água do solo | -- |
| P – Precipitação | LT ⁻¹ |
| RFU – Reserva facilmente utilizável | L |
| Rs – Radiação solar | L ² MT ⁻² |
| R _n – radiação líquida à superfície da cultura | L ² MT ⁻² |
| T ou T _{ar} - Temperatura média do ar | -- |

| | |
|---|----------------------------------|
| T _{min.} – Temperatura mínima do ar | -- |
| T _{máx.} – Temperatura máxima do ar | -- |
| U ₂ – velocidade do vento a 2 metros do solo | LT ⁻¹ |
| V – Velocidade do vento | LT ⁻¹ |
| V _a – volume aplicado | L ³ |
| V _c – volume na conduta de transporte | L ³ |
| V _d – volume na distribuição | L ³ |
| V _f – volume na tomada de água | L ³ |
| V _u – volume útil | L ³ |
| Δ - declive da curva de pressão de vapor | ML ⁻¹ T ⁻³ |
| γ – constante psicrométrica | ML ⁻¹ T ⁻² |