

### 1.1. Considerações Gerais

A eficiência pode ser considerada um parâmetro indicador da gestão e do potencial de poupança da água (Pereira, 2004). Sendo a água um recurso escasso e cujo custo de utilização tenderá a aumentar no futuro próximo, será interessante analisar qual a eficiência com que a água de rega é utilizada actualmente num dos novos Perímetros de rega abrangidos pelo Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, no caso o Perímetro de Rega do Monte Novo.

A configuração actual do “Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva”(EFMA) contempla a produção de energia e o fornecimento dos volumes de água necessários quer à concretização da rega prevista no Plano de Rega do Alentejo, quer ao abastecimento de populações e indústrias localizadas no interior da sua área de influência, incluindo-se o Pólo Industrial de Sines e a Península de Setúbal.

Este empreendimento tem ainda um conjunto de objectivos secundários dos quais se destacam o fornecimento de água ao Sotavento Algarvio e à região de Huelva, o “controlo de cheias”, a constituição de reservas de água e a garantia de um caudal mínimo necessário para equilíbrio ecológico no Guadiana, nomeadamente no seu troço terminal. Assim, o sistema adutor com base em Alqueva tem como finalidades importantes (HP, 1996):

- . O fornecimento de volumes de água necessários ao abastecimento dos novos perímetros hidroagrícolas;
- . O fornecimento de volumes de água necessários ao abastecimento de perímetros hidroagrícolas existentes (Roxo, Odivelas, Alto Sado e Monte Novo) que ficaram interligados com o empreendimento de Alqueva;
- . O abastecimento de água ao Pólo Industrial de Sines;
- . O fornecimento de parte dos volumes de água necessários ao abastecimento da Península de Setúbal;
- . O abastecimento de água para consumo urbano, industrial e ainda para fins turísticos em diversos concelhos da região.

O sistema de canais e barragens a implantar terá então, para além da rega, a função de transportar os volumes de água necessários ao abastecimento industrial e urbano de diversos concelhos da região. Destes volumes têm particular significado os destinados ao Pólo Industrial de Sines e da Península de Setúbal.

Teve-se ainda em conta que o Sistema Alqueva poderá vir a constituir-se como origem da água para diversos empreendimentos turísticos que se encontram previstos para a região.

## **1.2. Objectivos**

Este trabalho tem como objectivo principal fazer uma avaliação do consumo da água fornecida para a rega, no Perímetro de Rega do Monte Novo, nalgumas culturas representativas da ocupação cultural actual. Os consumos verificados serão comparados com os valores estimados na fase de projecto e com os valores estimados utilizando a actual metodologia da FAO para a determinação das necessidades de rega das culturas, calculadas pelo programa CROPWAT.

Será analisada a eficiência de utilização de água nas diferentes culturas no ano de 2009, tendo em conta os valores estimados e os valores reais do consumo.

Apesar do Perímetro de Rega do Monte Novo estar agora no seu início, esta é uma oportunidade para tentar avaliar o modo como os agricultores estão a utilizar a água que lhes é fornecida.

Desta análise poderão retirar-se conclusões sobre o modo como diferentes agricultores a regar a mesma cultura estão a utilizar a água fornecida no perímetro.

### 2.1. Introdução

Integrado no Plano de Rega do Alentejo, o Aproveitamento Hidroagrícola do Alqueva cobria no seu projeto inicial (HP, 1989) uma área de 175 000 ha, distribuída pelas bacias hidrográficas do Tejo, Sado, Guadiana e Mira. Nas três primeiras bacias, onde se localizaria a maior parte da área regada, estavam inicialmente planeadas cerca de duas dezenas de albufeiras com dimensões significativas, das quais sete já estavam construídas (Alvito, Divor, Monte da Rocha, Monte Novo, Odivelas, Roxo e Vigia). Estas albufeiras seriam integráveis nos circuitos hidráulicos alimentados por Alqueva, o que permitiria aproveitar, em primeiro lugar, os recursos hídricos gerados nas respectivas bacias hidrográficas próprias, participando neste esquema a albufeira do Alqueva como garantia e reforço do abastecimento de água, a partir do Guadiana, sempre que necessário.

O Esquema hidráulico proposto inicialmente, e sobre o qual se realizaram vários estudos de Mais Valia Agrícola foi apenas uma das várias soluções estudadas pela Direcção Geral dos Recursos Naturais (HP, 1989), sendo os critérios que presidiram às suas escolhas, de natureza técnico-económica.

Nesta base, o perímetro de rega do Alqueva foi subdividido em três regiões (HP, 1989): o sistema do Ardila, o sistema do Baixo Alentejo e o sistema do Alto Alentejo. O sistema do Ardila situava-se na margem esquerda do Guadiana, logo a jusante da barragem do Alqueva e dominava uma área de 30 000 ha. Na margem direita daquele rio, o paralelo que passa em Reguengos de Monsaraz separa os outros dois sistemas: a Sul, o do Baixo Alentejo, cobria uma área de 110 000 ha; a Norte, o do Alto Alentejo, dominava 35 000 ha.

Neste estudo inicial (HP, 1989), a distribuição das manchas de solos com aptidão para regadio por diferentes patamares altimétricos, exigindo diferentes níveis de elevação da água, veio impor a análise de três situações progressivas: a primeira, abrangendo toda a área que é possível regar a partir de um primeiro escalão de bombagem (Fase I), localizado na albufeira do Alqueva, dominava mais de 100 000 ha e foi denominada como hipótese A; a segunda (Hipótese B), para além dos solos da Fase I, cobria as áreas (50 000 ha) em que era possível regar pela introdução de um segundo escalão de bombagem (Fase II), e a última (Hipótese C), correspondia ao aproveitamento integral do perímetro do Alqueva e englobava, assim, para além das áreas das duas

primeiras fases, os solos que exigiam um terceiro escalão de bombagem (Fase III – 25 000 ha).

Considerando o esquema seleccionado (HP, 1989), em termos percentuais das áreas de cada uma das regiões agrícolas anteriormente demarcadas, verificava-se: que a totalidade do sistema do Ardila se localiza na Fase I; que do sistema do Baixo Alentejo cerca de 55% da área era abrangida pela Fase I e perto de 35% da área exigia um segundo escalão de bombagem (Fase II) e os restantes 10% um terceiro (Fase III), que o sistema do Alto Alentejo exigia sempre um segundo escalão de bombagem para a rega de 60% da sua área (Fase II) e um terceiro para a rega dos restantes 40% (Fase III). Sobrepuseram-se, assim, no espaço (regiões agrícolas) e no tempo (fases de projecto) diferentes situações de análise.

Tendo por base os trabalhos desenvolvidos pela Hidrotécnica Portuguesa e pela EDIA (HP e EDIA), em que foram analisados 12 cenários alternativos para o empreendimento, e face à constatação de que seria possível efectuar um conjunto de optimizações tendo em vista tornar o empreendimento de Alqueva mais interessante (quer do ponto de vista técnico-económico, quer do ponto de vista social) no que se refere às áreas a regar e também à rede de infraestruturas de rega, foi decidido aprofundar os estudos nesse sentido (HP, 1996). Neste enquadramento, foram elaboradas:

- A Nota Técnica n.º 2, em que se analisaram diversos esquemas alternativos de obras de modo a servir cerca de 30 000 ha situados no Baixo Alentejo (margem direita do Guadiana) a partir da albufeira criada pelo Açude de Pedrógão;
- A Nota Técnica n.º 3, em que se analisou o sistema adutor primário para a rega do Bloco do Ardila (cerca de 10 800 ha) tendo como origem de água a albufeira de Pedrógão ou a albufeira das Brenhas (ficou a albufeira de Pedrógão);
- A Nota Técnica n.º 4, em que se estudou a forma técnico – economicamente mais interessante para fazer a saída de caudais da albufeira de Alvito para o Sistema Alqueva/Baixo Alentejo (uma única tomada ou duas tomadas independentes, uma para a margem direita e outra para a margem esquerda da ribeira de Odivelas);
- A Nota Técnica n.º 5, que correspondeu aos estudos desenvolvidos para a restante área do empreendimento, isto é, cerca de 71 380 ha servidos directamente a partir da albufeira de Alqueva dos quais cerca de 63 250 ha correspondem ao Bloco do Baixo

Alentejo e cerca de 8 130 ha pertencentes ao Bloco do Alto Alentejo (sub-bloco de Évora).

Em termos globais, no que respeita à componente hidroagrícola a configuração foi definida a nível dos grandes blocos de rega (Alto Alentejo, Baixo Alentejo e Ardila) e a nível das “origens de água” (Alqueva + Pedrógão), com a criação de três sistemas de rega independentes: o Sistema de Rega de Alqueva (com dois grandes blocos: Baixo Alentejo + Alto Alentejo), o Sistema de Rega de Pedrógão e o Sistema de Rega do Ardila.

Durante o estudo, após a inclusão de algumas manchas de rega e a exclusão de outras (nomeadamente por confirmação no terreno da sua adaptabilidade ao regadio, feita pela Direcção Regional de Agricultura do Alentejo – DRAAL e acompanhada pela Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva – EDIA), foi determinada a área de rega, tendo sempre como orientação que a área final não se afastasse muito da área de referência (112 000 ha).

Na elaboração do projecto conjugaram-se várias possibilidades, tais como:

- a rega, unicamente, da margem direita do Guadiana ou de ambas as margens;
- a existência de tomadas de água em Alqueva e Pedrógão ou apenas em Alqueva;
- a permuta de manchas de rega entre os blocos do Baixo Alentejo, Alto Alentejo e Ardila, por forma a manter a área a regar na ordem dos 112 000 ha.

Assim, o enquadramento seguido foi o seguinte:

- rega dos solos do Alto Alentejo ao longo do Adutor Loureiro - Monte Novo, tendo em conta as restrições de natureza ambiental existentes;
- rega dos solos da margem esquerda do Guadiana, a partir de Pedrógão ou a partir de Alqueva, avaliando separadamente a hipótese dos 10 609 ha;
- rega de uma parte considerável do sistema do Baixo Alentejo, margem direita, a partir de Pedrógão tendo em conta essencialmente a diminuição dos custos de exploração correspondente ao diferencial da energia produzida na turbinagem da água em Alqueva.

Tem-se como área de rega para o perímetro do EFMA (HP, 1996):

- Bloco do Baixo Alentejo

. Sistema Alqueva ..... 63 250 ha

. Sistema Pedrógão ..... 30 030 ha

- Bloco do Alto Alentejo (Sistema Alqueva) ..... 8 130 ha

- Bloco do Ardila ..... 10 830 ha

TOTAL ----- 112 240 ha

O sistema Alqueva tem início na Albufeira de Alqueva e vai permitir a rega directa de cerca de 71 380 ha, situados na margem direita do Guadiana, pertencentes aos blocos do Baixo Alentejo (63250 ha) e do Alto Alentejo (8130 ha).

O circuito hidráulico desenvolve-se a partir da Albufeira de Alqueva/Álamos que eleva a água (56,3m<sup>3</sup>/s bombados em 16 horas por dia) entre cotas que variam entre os 152,0 m (Nível de Pleno Armazenamento – NPA da barragem de Alqueva) e os 130,0 m (Nível mínimo de exploração – Nme da barragem de Alqueva) e os 235,0m (caudal de adução a Álamos), de onde são aduzidos à albufeira do Loureiro (NPA = 222,0 m) através de uma infra-estrutura composta por diversos canais e túneis com uma extensão aproximada de 11 Km.

Nesta albufeira dá-se a separação entre os caudais destinados ao bloco do Alto Alentejo (13,6 m<sup>3</sup>/s) dos que serão aduzidos ao bloco do Baixo Alentejo (53,1m<sup>3</sup>/s) os quais são encaminhados para a albufeira de Alvito.

Os caudais derivados para o Alto Alentejo destinam-se à rega a partir das infra-estruturas 9 e 10 (5 800 ha + 2 330 ha), ao complemento dos volumes disponíveis na albufeira de Monte Novo para rega e ao abastecimento urbano de Évora (igualmente a partir do Monte Novo). Os caudais a aduzir ao Bloco do Baixo Alentejo destinam-se às restantes finalidades (HP, 1996).

## **2.2. Características de Fornecimento da Água de Rega**

Da Albufeira de Alqueva partem dois sistemas adutores: o da margem esquerda, que permite a rega do sistema de Ardila e o da margem direita, que vai regar os solos situados no Baixo e no Alto Alentejo.

A água destinada ao sistema adutor da margem direita é elevada directamente da albufeira do Alqueva, através de uma central de bombagem, para a albufeira de Álamos, que funciona como reservatório de regularização; desta albufeira a água é derivada por gravidade para a albufeira do Loureiro, de onde partem os sistemas do Baixo e do Alto Alentejo.

A Albufeira de Alqueva figura sempre como principal origem de água, fornecendo mais de 60% do volume necessário, em ano médio, à rega do sistema do Baixo Alentejo.

No traçado da rede primária tentou-se, por um lado, assegurar o equilíbrio na distribuição dos caudais pelas áreas a regar e, por outro, não reduzir os custos do sistema adutor principal pela atribuição à rede secundária de áreas demasiado extensas. Neste contexto, atribuíram-se a cada nó da rede primária, sempre que possível, áreas inferiores ou iguais a 3.000 ha.

A partir da rede principal de distribuição insere-se a rede secundária, de modo a acompanhar a progressão da rede primária.

A rede secundária tem sido realizada a um ritmo sensivelmente idêntico ao da rede primária, sendo constituída por tubagem enterrada, de fibrocimento ou betão, com os respectivos órgãos de manobra.

A previsão ao nível do projecto era de que a rede terciária por aspersão se desenvolvesse a partir dos hidrantes e fosse constituída apenas por tubagem móvel, onde seriam instalados os aspersores. Sendo que a instalação desta rede seria da responsabilidade dos utilizadores.

A programação da construção da estação elevatória do Alqueva, das obras que integram o sistema de grandes canais adutores, várias albufeiras e reservatórios permitiu o lançamento progressivo do regadio nos diversos blocos do Plano de Rega do Alentejo, dependentes da utilização da água do Alqueva.

As diferentes infraestruturas foram dimensionadas para transportar um caudal correspondente ao período de ponta, ou seja, ao somatório das necessidades de água para rega no mês mais desfavorável, em ano seco, com os volumes destinados ao

consumo urbano e industrial e às diferentes finalidades. De uma forma geral esse mês corresponde ao mês de Julho. No entanto, para algumas infraestruturas, devido ao facto de durante o Inverno transportarem volumes importantes para as albufeiras integradas no sistema, o mês de dimensionamento não foi o acima referido, variando conforme o caudal (por exemplo: o túnel que transporta água para a albufeira do Roxo, em que o caudal de dimensionamento,  $12,5\text{m}^3/\text{s}$ , correspondente ao caudal do mês de Abril). Estas necessidades de água foram estimadas no Volume 3 – Necessidades de Água – do Estudo Prévio do EFMA (HP, 1995 e EDIA, 1995).

A determinação dos caudais específicos de rega foi feita tendo em conta os horários e eficiências de rega definidos nos termos de referência. Assim, consideraram-se os seguintes caudais específicos (HP, 1996):

- rega por aspersão:  $1,5\text{ l/s.ha}$

- rega por gravidade:  $1,9\text{ l/s.ha}$

Estes valores conduzem a considerar que para as tomadas de água para rega por aspersão o caudal unitário será de  $1,5\text{ l/s.ha}$ , enquanto para as tomadas mistas (admitindo um cenário de 70% por aspersão + 30% por gravidade) o caudal será de  $1,62\text{ l/s.ha}$  (HP, 1996).

### **2.3. Os Solos de Alqueva**

As cerca de 14 000 manchas estudadas, em todos os perímetros do EFMA, foram tratadas informaticamente e a sua apreciação revelou uma supremacia de solos Argiluvitados (50%), seguindo-se os Barros (19%) e os solos Calcários (13,8%).

Ao nível das sub-ordens constatou-se o predomínio dos solos Mediterrâneos Pardos (37,3%), seguidos dos solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos (12,9%). Os Barros Pretos representam 11% da área total.

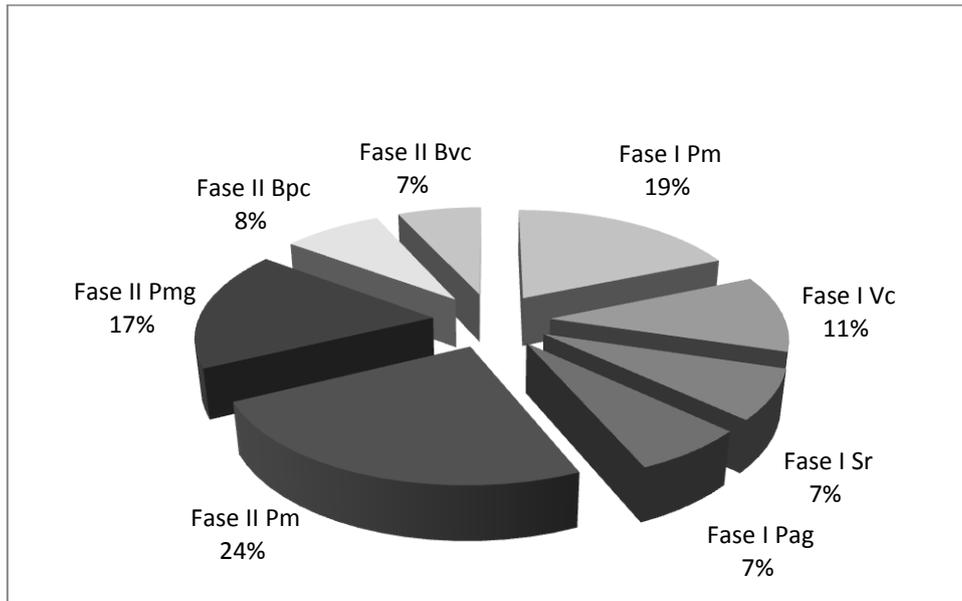


Figura 1 – Famílias de solos existentes na área do EFMA (Fase I e II – fases de construção previstas inicialmente para o projecto).

#### 2.4. Ocupação Cultural

No estudo inicial (HP, 1989), o ajustamento das necessidades das plantas aos indicadores climáticos da região, o grau de adaptabilidade de cada cultura às condições agropedológicas, à data da sementeira mais conveniente (relacionada com as condições permitidas pelo teor de água no solo), o diagnóstico da situação na altura e as perspectivas das potencialidades de expansão de cada cultura (principalmente com base nos resultados do seu comportamento em ensaios de campo), conduziram à selecção dos seguintes grupos afins: cereais de Inverno (trigo mole, trigo duro, aveia e cevada); cereais de Primavera (milho, sorgo e arroz); oleaginosas (girassol e soja); hortícolas e horto - industriais (tomate, melão, pimento e beterraba sacarina); proteaginosas (feijão e fava); forragens anuais (consociações de aveia com ervilhaca, consociava de azevém com trevo da pérsia e cereal praganoso, milho e sorgo forragem); forragens plurianuais (luzerna); prados temporários (consociação de festuca com trevo branco).

Seria de esperar que a situação evoluísse no enquadramento dos seguintes princípios orientadores (HP, 1989): nos solos com capacidade de uso muito elevada (classe A), continuariam a prevalecer o girassol e o trigo, em rotações trianuais ou quadriennais,

nas quais em geral não se incluiria qualquer cultura forrageira; nos solos com capacidade de uso elevada (classe B), as culturas do trigo e do girassol poderiam continuar a ter um papel importante nos solos de maior capacidade produtiva, embora à custa de produções mais baixas, enquanto nos restantes o girassol passaria a ser substituído por culturas forrageiras e proteaginosas; nos solos com capacidade de uso mediana (classe C), a cultura do trigo só se justificaria desde que integrada em rotações bastante alargadas com inclusão de pastagens e forragens.

No entanto, estes dois cenários poderiam ser modificados face às políticas comunitárias, no primeiro caso, ou face a uma política florestal atractiva, no segundo (HP, 1989).

No campo agrícola, o milho e girassol, como culturas tipicamente de regadio, e o trigo como cultura de sequeiro (eventualmente de sequeiro ajudado) seriam as culturas básicas dos sistemas; o tomate deveria expandir a sua produção até preencher o desequilíbrio verificado nessa altura, entre a capacidade instalada e a capacidade utilizada das indústrias transformadoras da região; a inclusão da beterraba sacarina na fâcies cultural do Alqueva dependeria da decisão quanto à instalação da prevista unidade industrial destinada a laborar a quota consignada no acordo da CEE, a qual foi instalada em Coruche; o sorgo e a soja, seriam introduzidos, o primeiro como cultura complementar da cultura do milho, e a segunda como complementar da cultura do girassol; as culturas ou associações de culturas à base de forragens justificariam-se como melhoradoras dos solos e para satisfazerem o previsível aumento dos efectivos pecuários (HP, 1989).

Assim, seria de esperar que o processo de ordenamento que se seguiria à introdução do regadio procurasse uma boa articulação entre as culturas e as características dos solos que lhes servem de suporte, segundo os princípios orientadores a seguir apresentados.

A distribuição da área abrangida, pelas diferentes classes de aptidão para o regadio consideradas, deveria ser a apresentada no Quadro 1 (HP, 1989).

Quadro 1 - Distribuição das Áreas pelas Diferentes Classes de Aptidão para o Regadio (HP, 1989)

Classes de Aptidão para o Regadio	Alternativas				Hipótese-Base (Global)	
	A		B		Área (ha)	%
	Área (ha)	%	Área(ha)	%		
I	2 992	2,8	4 637	3,0	3 398	1,9
II	61 051	58,2	86 484	56,7	90 510	51,6
III	26 778	25,5	41 473	27,2	39 391	22,4
IV	13 782	13,1	19 743	12,9	41 001	23,3
>V	90	0,1	90	-	1 014	0,6
Totais parciais	104 693	99,7	152 427	99,8	175 314	99,8
Afloramentos rochosos parciais	302	0,3	357	0,2	358	0,2
Totais das áreas	104 995	100,0	152 784	100,0	175 672	100,00

Os solos regáveis sem limitações ou com limitações ligeiras (classes I e II de aptidão para o regadio, definidas no estudo da HP, 1989) seriam reservados, sobretudo, aos sistemas culturais mais intensivos, que, para além do milho, girassol, trigo e tomate, comportassem culturas com exigências mais específicas, tais como a luzerna, a beterraba sacarina e o pimento; os melhores solos dos regáveis com limitações moderadas (classe III) poderiam ainda ser adstritos a sistemas bastante intensivos, enquanto os solos menos favorecidos se destinariam a sistemas sem ou com fraca representatividade de culturas intercalares; os melhores solos dos regáveis com limitações acentuadas (classe IV) seriam afectados por sistemas idênticos aos dos piores solos da classe III, enquanto os restantes se reservariam, sobretudo, aos prados permanentes.

No quadro seguinte apresentam-se os valores considerados pela Hidrotécnica Portuguesa, (HP, 1995) relativamente às áreas regadas, por métodos de rega e sistemas culturais em que a Rotação “A” corresponde a Milho – Trigo - Consociação Forrageira \* Milho Forragem - Soja, a Rotação “B” corresponde a Girassol – Trigo – Milho - Culturas Industriais) e a Rotação “C” Trigo - Milho Forragem - Prado (5 anos).

Quadro 2 - Áreas Regadas por Métodos de Rega e Sistemas Culturais

Sistemas preconizados na valia agrícola de 1992	Área Total		Gravidade		Aspersão		Gota-a-gota	
	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)
R "A"	21.295	19,0	4.000	18,8	17.295	81,2		
R "B"	64.881	58,0	12.187	18,8	52.694	81,2		
R "C"	13.425	12,0			13.425	100,0		
Arroz	604	0,5	604	100,0				
Olival	1.932	1,7					1.932	100,0
Prado permanente	6.800	6,1			6.800	100,0		
Hortícolas	1.500	1,3			1.500	100,0		
Prunoideas	500	0,4			500	100,0		
Citrinos	500	0,4			500	100,0		
Nogueira	500	0,4			500	100,0		
Total	111.936	100,0	16.790	15,0	93.214	83,3	1932	1,7

De acordo com a informação constante no "Estudo do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva" e tendo em conta a desafecção de 3.000ha do sistema de prados permanentes e subsequente introdução dos mesmos para as culturas de hortícolas, prunoideas, citrinos e nogueiras, o modelo de ocupação cultural previsto (Nunes e Pais, 1996) é indicado no Quadro 3.

Atualmente, a evolução da agricultura de regadio em Portugal está, no essencial, dependente da competitividade (capacidade para remunerar de forma adequada o conjunto dos factores de produção utilizados) futura dos diferentes tipos de actividades de produção agrícola de regadio, o que irá influenciar as perspectivas de evolução futura da região de Alqueva (Agroges, 2004).

Quadro 3 - Áreas dos Diferentes Sistemas Culturais

Sistemas Culturais Preconizados	Área	
	ha	%
Rotação “A”: Milho – Trigo – Cons. Forragem A * Milho Forragem - Soja	21.441	19,0
Rotação “B”: Girassol – Trigo – Milho – Culturas Industriais	65.327	58,0
Rotação “C”: Trigo – Milho Forragem – Prado (5 anos)	13.517	12,0
Sistemas Culturais Preconizados	Área	
	ha	%
Arroz	604	0,5
Olival	1.945	1,7
Prados Permanentes	6.847	6,1
Hortícolas	1.500	1,3
Prunoídeas	500	0,4
Citrinos	500	0,4
Nogueira	500	0,4

Num estudo posterior “Alqueva Agrícola – Projecto”, efectuado pelo Ministério da Agricultura (MADRP, s/d), sobre as potencialidades do regadio de Alqueva, fez-se a distinção entre produtos estratégicos, produtos especiais, produtos competitivos e produtos ajudados, de acordo com o quadro 4.

Por produtos estratégicos entendem-se os produtos que apresentam condições para constituírem motor de desenvolvimento agrícola na Zona de Intervenção de Alqueva e nos quais se deve investir para aumentar a dimensão da oferta da região. São passíveis de transformação, apresentam procura forte, área potencial de produção elevada, preço competitivo e qualidade boa para a indústria.

Por produtos especiais entendem-se os produtos que constituem um complemento importante para o desenvolvimento da Zona de Intervenção de Alqueva pela especificidade que apresentam, apesar de poderem não ser competitivos no quadro do mercado mundial, nem terem procura generalizada, têm interesse se forem orientados para um segmento de mercado próprio, por apresentarem elevada qualidade.

Por produtos competitivos entendem-se os produtos que apresentando preço competitivo e qualidade, podem não atingir um nível de procura forte ou área potencial de produção elevada ou não ter a possibilidade de transformação.

Por produtos ajudados entendem-se os produtos que passam a receber a ajuda existente. Apresentam nível de procura forte e possibilidade de transformação. A área potencial de produção pode ser elevada.

Quadro 4 – Quadro de Referência dos Produtos para o Regadio de Alqueva

Quadro de Referência dos Produtos para o Regadio de Alqueva			
Estratégicos	Especiais	Competitivos	Ajudados
Grão-de-bico	Carne de	Leite de vaca	Tomate
Amêndoa	bovino	Batata de	indústria
Citrinos	Leite de ovelha	conservação	
Uva de mesa	Leite de cabra	Pimento	
Olival (Azeite)	Uva de vinho	Cebola	
Sementes de	Tomate seco	Cenoura/nabo	
forrageiras	Ameixa	Ervilha	
		Fava	
		Feijão verde	
		Alho	
		Maça	
		Pêra	
		Pêssego/damasco	
		Morango	
		Azeitona de mesa	
		Chicória	
		Beterraba sacarina	
		Luzerna	
		Noz	
		Milho	
		Melão	

As culturas supram referidas, seriam aquelas em que o Ministério da Agricultura recomendava apostar quando se iniciou a exploração do regadio.

## **2.5. Necessidades de Água das Culturas**

As necessidades de água de uma cultura representam a quantidade de água necessária para repor as suas perdas por evapotranspiração. Este valor pode ser determinado com a utilização de lisímetros, medida por observações micro meteorológicas ou estimada com base em observações climáticas padrão, considerando a especificidade da cultura através de um coeficiente cultural (Pereira, 2004). As necessidades de água para a rega são estimadas através do balanço hidrológico do solo cultivado. Neste balanço considera-se que, parte das necessidades de água são satisfeitas pela precipitação efectiva, pela reserva de água no solo e pela eventual ascensão capilar de água no solo.

As necessidades de água para rega, no projecto de Alqueva, foram determinadas no estudo “Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, Estudo Prévio, volume 3 – Necessidades de Água” (HP, 1995) (Quadro 5) e posteriormente no estudo “Consumos de Água para Rega do Empreendimento de Alqueva” (Nunes e Pais, 1996) (Quadro 6). Os valores considerados no projecto, foram os determinados pelo Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural (Nunes e Pais, 1996), com base nos dados meteorológicos de 1964 a 1993.

Quadro 5 – Dotações Úteis Médias e Anuais por Sistemas Culturais - Hidrotécnica Portuguesa (HP, 1995)

Sistemas preconizados na Valia agrícola de 1992	Dotações Médias de Rega por Sistemas Culturais (m <sup>3</sup> /ha)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
R "A"			158	226	398	936	1861	1535	113				5226
R "B"			199	319	651	981	1592	1053	100				4894
R "C"			291	681	1199	1521	2087	1785	873	297			8733
Arroz				2250	1570	2717	2429	2274	1369				12608
Olival					180	946	1160	785	528				3599
Prado Permanente			281	773	1436	1839	2402	2167	1222	416			10536
Hortícolas	18	86	561	864	1252	1213							3994
Prunoideas				247	1310	1668	2207	1960	967	291			8650
Citrinos			264	585	1045	1211	1483	1446	792	267			7093
Nogueira				108	983	1380	1793	1630	638	143			6675

Quadro 6 – Dotações Úteis Médias e Anuais por Sistemas Culturais - Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural (Nunes e Pais, 1996)

Sistemas preconizados na valia agrícola de 1992	Dotações Médias de Rega por Sistemas Culturais (m <sup>3</sup> /ha)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Trigo	14	0	630	904	828	132	0	0	0	0	0	0	2508
Milho Grão	0	0	0	0	382	1318	2598	2068	84	0	0	0	6450
Arroz	0	0	0	3000	2093	3623	3238	3032	1825	0	0	0	16811
Girassol	0	0	0	0	393	1315	2393	1017	0	0	0	0	5118
Tomate	0	0	0	0	1319	2022	1994	1344	0	0	0	0	6679
Beterraba de Primavera	0	0	0	0	560	1384	2620	2207	587	0	0	0	7358
Beterraba de Outono	0	0	467	906	1336	806	0	0	0	0	0	0	3515
Pimento	0	0	0	0	453	1337	2408	2063	1051	0	0	0	7312
Ervilha	0	0	103	658	1594	487	0	0	0	0	0	0	2842
Prado 5 anos	0	0	281	773	1436	1839	2402	2167	1222	416	92	5	10633
Prado Permanente	0	0	281	773	1436	1839	2402	2167	1222	416	92	5	10633
Milho Forragem	0	0	0	0	382	1318	2598	1662	0	0	0	0	5960
Soja	0	0	0	0	0	974	2249	2408	369	0	0	0	6000
Olival	0	0	0	0	180	946	1160	785	528	0	0	0	3599
Culturas Industriais	0	0	165	371	10022	1160	1375	1125	315	0	0	0	5513
Hortícolas	18	86	561	864	1252	1213	0	0	0	0	0	0	3994
Prunoideas	0	0	0	247	1310	1668	2207	1960	967	291	57	0	8707
Citrinos	0	0	264	585	1045	1211	1483	1446	792	267	57	9	7159
Nogueira	0	0	0	108	983	1380	1793	1630	638	143	0	0	6675

A estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) realizada nos estudos elaborados pela HP (HP, 1995) e pelo IEADR (Nunes e Pais, 1996) foi feita com base no método de Penman Modificado, que já não é actualmente utilizado pela FAO, por conduzir a estimativas sobrelevadas das necessidades hídricas das culturas. Esta metodologia comporta-se de maneira diferente para diversas zonas do globo terrestre, e segundo Allen *et al.* (1998) verificam - se frequentemente desvios entre os valores de  $ET_0$  calculados e observados, superando as classes de valores indicadas pela FAO por vezes até 20% para condições evaporativas baixas.

A metodologia baseada no método de Penman – Monteith, de calcular a evapotranspiração de referência foi a indicada por grupos de investigadores como a que produz resultados relativamente exactos e consistentes tanto em climas áridos como em climas húmidos (Allen *et al.*, 1998). Verifica-se que este método conduz a uma elevada probabilidade de que os dados da  $ET_0$  sejam os correctos numa ampla gama geográfica e climática, e permite inclusive o seu uso em situações de falta de dados (Allen *et al.*, 1998).

Na actual metodologia da FAO (Allen *et al.*, 1998) a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) é definida como a taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética, com uma altura de 12 cm, uma resistência de superfície constante de  $70 \text{ ms}^{-1}$  e um albedo de 0,23, semelhante à evapotranspiração de um coberto de relva de albedo uniforme em crescimento activo cobrindo todo o solo e bem abastecido de água.

O seu cálculo para períodos de 24h é feito através de:

$$\frac{R_n - G}{\Delta + f(T - T_0)} \quad (1)$$

Onde:

$ET_0$  – Evapotranspiração de referência [ $\text{mm d}^{-1}$ ]

$R_n$  – radiação líquida à superfície da cultura [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ]

$G$  – densidade de fluxo de calor do solo [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ]

$T$  – média da temperatura do ar a 2 m de altura [ $^{\circ} \text{C}$ ]

$U_2$  – velocidade do vento a 2 m de altura [ $m s^{-1}$ ]

$(e_a - e_d)$  – défice da pressão de vapor medido a 2 m de altura [KPa]

$\Delta$  - declive da curva de pressão de vapor [ $KPa^{\circ}C^{-1}$ ]

$\gamma$  – constante psicrométrica [ $KPa^{\circ}C^{-1}$ ]

A partir do valor de  $ET_0$  pode-se calcular uma evapotranspiração cultural ( $ET_c$ ) através da utilização de um coeficiente cultural ( $K_c$ ):

$$ET_c = K_c * ET_0 \quad (2)$$

De acordo com a actual metodologia da FAO as alicações correntes, para períodos de cálculo superiores a 24h, recorrendo aos coeficientes culturais médios (Allen *et al.* 1998):

$$K_c = K_{cb} + K_e \quad (3)$$

Sendo:

$K_c$  – coeficiente cultural médio;

$K_{cb}$  – coeficiente cultural basal médio;

$K_e$  - coeficiente de evaporação da água do solo médio;

Ainda segundo Pereira (2004) “nas condições correntes da planificação e gestão da rega e por a generalidade dos estudos de balanço hidrológico, a adopção dos coeficientes culturais médios é mais conveniente do que o cálculo diário recorrendo a  $K_{cb}$  e  $K_e$ ”.

Os coeficientes culturais médios variam ao longo das diferentes fases do ciclo cultural, em função do estado de desenvolvimento da cultura (Figura 2):

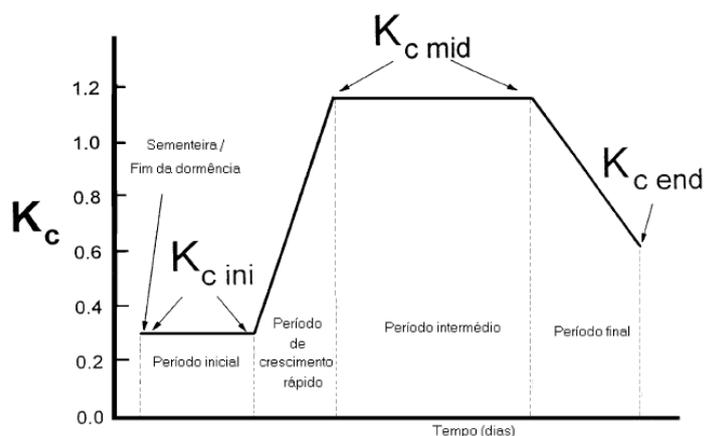


Figura 2 – Curva dos Coeficientes Culturais e Definição dos Períodos Vegetativos Correspondentes (Pereira, 2004).

Os valores de  $K_{c\ ini}$ ,  $K_{c\ mid}$  e  $K_{c\ end}$  podem ser obtidos nas tabelas apresentadas por Allen *et al.* (1998).

Com base nos valores de evapotranspiração cultural é possível calcular as necessidades de água da cultura através do balanço hidrológico do solo cultivado, como já foi referido.

## 2.6. Eficiência, Uso e Consumo da Água

O conceito de eficiência não está ainda bem estabelecido apesar de ser utilizado em todo o Mundo. Revisões sobre os vários termos de eficiência são apontadas por Hermann *et al.* (1990), Wolters (1992) e Bos *et al.* (1994) citados por Pereira (1999).

A definição clássica de eficiência de rega proposta por Israelsen (1932, cit. por Pereira, 1999) é a razão entre o volume de água de rega consumido pelas culturas de uma exploração agrícola ou de um perímetro de rega, durante o seu ciclo vegetativo e a água fornecida por um rio ou outra fonte natural para a rega, durante o mesmo período de tempo (Pereira, 1999). Durante muito tempo, utilizou-se o conceito de eficiência como principal indicador do uso da água em sistemas de condução e distribuição (Pereira, 2004). Wolters (1992) define as eficiências de transporte, de distribuição e do projecto, como as relações entre as quantidades de água fornecidas pelas redes, a jusante, e as quantidades de água fornecidas às redes, a montante. Jensen (1996) considerou esse termo “ eficiência” inapropriado e causa de

interpretações erradas, já que por vezes se consideravam perdas as quantidades representadas pelas fracções não utilizadas, podendo estas na realidade serem utilizadas ou não a jusante, em função das características do sistema de distribuição. Propôs então a adopção do termo fracção de uso consumptivo para designar a relação entre a quantidade de água consumida pelas culturas e a quantidade mobilizada por um sistema de rega.

Pereira (2004) utiliza a nova terminologia proposta por Allen *et al.* (1997) e Burt *et al.*, que distingue “uso” e “consumo”. O uso da água corresponde à mobilização de uma determinada quantidade de água para um certo fim, podendo parte dessa água voltar ao ambiente, no mesmo ou noutra local. A parte que não volta ao ambiente corresponde ao consumo.

Deste modo a água usada é a fornecida por um rio, barragem, reservatório ou aquífero, enquanto a água consumida é a que se evapora a partir do reservatório, dos canais, do solo ou transpirada pelas plantas cultivadas.

A água que se infiltra no solo abaixo da profundidade radical, a que se perde por percolação, ou a que se perde por escoamento fazem parte da fracção não consumida de água utilizada.

A adopção destes conceitos não elimina o uso da eficiência como um indicador (Pereira, 2004).

Nos estudos do projecto de Alqueva a eficiência global de rega foi definida com base no tipo de infra-estruturas de transporte (canal, conduta), na distribuição da rede de rega e no método de aplicação da rega ao nível da parcela (rega por aspersão ou localizada).

Ao longo das diferentes redes de rega de um perímetro existem perdas de água, cujos quantitativos dependem sobretudo dos seguintes factores:

- Tipo de infra-estruturas instaladas, nas redes de rega primária e secundária (canais, condutas);
- Sistema de comando;
- Gestão da rede de rega;
- Nível tecnológico utilizado pelos agricultores.

A nomenclatura das eficiências de rega utilizadas foi a proposta pela Comissão Internacional de Rega e Drenagem (ICID, 1978).

- Eficiência de aplicação ( $E_a$ ):

$$E_a = V_u / V_a \quad (4)$$

A eficiência de aplicação é a razão entre o volume de água que se necessita fornecer ao solo ( $V_u$ ), de forma a fornecer às plantas para o seu crescimento e desenvolvimento e o volume de água aplicado no terreno ( $V_a$ ). Há uma variação evidente desta eficiência, de acordo com o sistema de rega utilizado ao nível da parcela.

- Eficiência de distribuição ( $E_d$ ):

A eficiência de distribuição é a razão entre o volume de água que se irá disponibilizar na tomada de água ( $V_f$ ) e o volume necessário no início da rede de distribuição ( $V_d$ ), sendo que esta eficiência representa as perdas que vão ocorrer ao longo da rede de distribuição. Esta eficiência varia de acordo com as unidades de rega, com as dimensões da área a regar e o tipo de infra-estruturas a utilizar na distribuição da água.

- Eficiência de transporte ( $E_t$ ):

A eficiência de transporte é a razão entre o volume de água a fornecer à rede de distribuição ( $V_d$ ) e o volume fornecido pelo canal ou conduta de transporte ( $V_c$ ) a montante e durante o percurso, sendo que nesta eficiência se terão que considerar as perdas de água relacionadas com a gestão da rede de rega. Este tipo de eficiência é afectado pelo tipo de infra-estruturas de transporte e do tipo de controlo e comando da rede.

Assim, a Eficiência global de rega ( $E_g$ ), será:

$$E_g = E_a \cdot E_d \cdot E_t \quad (5)$$

No Quadro 7, são apresentadas as eficiências de rega totais ou de projecto elaboradas e fornecidas pelo Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural IEADR à Empresa do Alqueva (Nunes e Pais, 1996) e elementos constantes no Estudo Integrado de Impacte Ambiental elaborado pela Sociedade de Estudos e Impacte Ambiental, S.A. (SEIA). Neste quadro apresentam-se igualmente os valores estimados pela Hidrotécnica Portuguesa no Volume A1, Anexo 1, Estudos de Rega e Drenagem (HP, 1992).

Quadro 7 – Eficiências Totais de Rega

Tipo de Rega	SEIA (1995), cita Nunes e Pais (1996)	Nunes e Pais (1996)	HP (1992)
Gravidade	50,0%	52,5%	48,5%
Aspersão	60,0%	68,6%	64,6%

Os valores anteriores foram calculados a partir das eficiências de rega nas redes terciárias, secundárias e primárias e são apresentados no quadro 8.

Nos sistemas Rotação “A” (Milho – Trigo - Consociação Forrageira \* Milho Forragem - Soja) e Rotação “B” (Girassol – Trigo – Milho - Culturas Industriais), a eficiência da rede terciária é ponderada considerando que 18,8% da área é regada por gravidade e 81,2% por aspersão, conforme a informação apresentada no quadro 2.

As percentagens destes dois sistemas culturais foram atribuídas para que no total geral, as percentagens de rega por aspersão e gravidade sejam respectivamente de 85% e 15%.

Tal como se pode observar nos quadros anteriores, os valores de eficiência total de rega apresentados pela HP em 1992, são inferiores aos do IEADR. Este facto deve-se ao “aumento” da eficiência de rega na rede terciária por parte do IEADR (1995).

A escolha do sistema de rega a adoptar é de fundamental importância para a obtenção da máxima economia de água possível na realização das regas. Por regra, a eficiência mais elevada (por vezes superior a 90%) obtém-se com a rega localizada, dentro da qual a gota - a - gota tem normalmente uma eficiência maior do que a mini aspersão (Raposo, 1996). A rega localizada é, porém, um sistema que fica relativamente caro e,

por isso, no nosso país, se justifica sobretudo para culturas ricas, como pomares, vinhas, viveiros e culturas hortícolas, nomeadamente para a produção de primores em agricultura protegida (em estufas e túneis).

Quadro 8 – Eficiências de Rega nas Diferentes Redes de Rega

		Rede Terciária (E <sub>a</sub> )	Rede Secundária (E <sub>d</sub> )	Rede Primária (E <sub>i</sub> )	Total (E <sub>g</sub> )
Gravidade	HP (1992)	0,60	0,95	0,85	0,48
	IEADR (1995)	0,65	0,95	0,85	0,52
	SEIA (1995)	0,65	0,90	0,80-0,85	0,47-0,50
Aspersão	HP (1992)	0,80	0,95	0,85	0,65
	IEADR (1995)	0,85	0,95	0,85	0,69
	SEIA (1995)	0,80	0,90	0,80-0,85	0,58-0,61
Arroz	HP (1992)	0,80	0,95	0,85	0,65
	IEADR (1995)	0,85	0,95	0,85	0,69
Olival	HP (1992)	0,90	0,95	0,85	0,73
	IEADR (1995)	0,90	0,95	0,85	0,73
R "A" <sup>(*)</sup>	HP (1992)	0,77	0,95	0,85	0,62
	IEADR (1995)	0,81	0,95	0,85	0,66
R "B" <sup>(*)</sup>	HP (1992)	0,77	0,95	0,85	0,62
	IEADR (1995)	0,81	0,95	0,85	0,66
R "C"	HP (1992)	0,80	0,95	0,85	0,65
	IEADR (1995)	0,85	0,95	0,85	0,69

A rega por aspersão, com uma eficiência geralmente entre 70 e 90%, em regra à volta de 80% (Raposo, 1996), que tem a vantagem de se empregar na generalidade das culturas, com excepção do arroz no nosso país. Salienta-se a maior eficiência da aspersão quando praticada durante o período nocturno (Raposo, 1996).

Os processos de rega por gravidade de maior interesse (sulcos, canteiros e faixas) têm normalmente eficiências que não excedem 50 a 60% (Raposo, 1996). Desde,

porém, que sejam devidamente concebidos, realizados e aplicados, e complementados por uma adequada sistematização do terreno e uma distribuição funcional da água, podem apresentar eficiências bastante superiores, que se aproximam das da rega por aspersão, com a vantagem de exigirem menores consumos de energia.

Os valores das eficiências da rede terciária (eficiência de aplicação na parcela) apresentados pela HP, pelo IEADR e pela SEIA enquadram-se nos valores referidos por Raposo (1996) e pelos apresentados por Pereira (2004) (Quadro 9).

Quadro 9 – Valores Indicativos das Eficiências de Aplicação para Sistemas de Rega Bem Projetados e Bem Mantidos (Pereira, 2004)

Sistemas de Rega	Eficiências (%)
- Rega de gravidade com nivelamento de precisão	
. Sulcos	65-85
. Faixas	70-85
. Canteiros	70-90
- Rega de gravidade tradicional	
. Sulcos	40-70
. Faixas	45-70
. Canteiros	45-70
- Regado arroz, canteiros em alagamento permanente	25-70*
- Rega por aspersão	
.Sistemas estacionários de cobertura total	65-85
.Sistemas estacionários deslocáveis manualmente	65-80
. Rampas com rodas	65-80
. Aspersores canhão com enrolador ou com cabo	55-70
. Rampas móveis com pivot central	65-85
- Microrrega (rega localizada)	
. Gotejadores (ca 3 emissores por planta - pomares)	85-95
. Gotejadores (menos de 3 emissores por planta)	80-90
. Micro-aspersores e “bubblers” (pomares)	85-95
. Linha contínua de emissores gota-a-gota	70-90

#### 3.1. O Perímetro de Rega do Monte Novo

A escolha do local a realizar este estudo recaiu sobre o bloco de rega do Monte Novo, uma vez que esta infra-estrutura foi das primeiras a iniciar a exploração (em 2008 os 4 sub-blocos estavam já a regar), existindo dados de exploração disponíveis. E também porque é um bloco de rega que engloba diversas culturas, diversos sistemas de rega e grande e pequena propriedade.

O sistema adutor primário do Bloco do Alto Alentejo tem como origem a albufeira do Loureiro (onde ficarão disponíveis os volumes para abastecimento a Portel) e é composto pelas infra-estruturas 9 e 10, permitindo a rega directa de cerca de 8.130 ha situados a norte da barragem do Loureiro, entre esta albufeira e a albufeira do Monte Novo. Complementarmente, far-se-á a adução à albufeira do Monte Novo dos caudais necessários ao abastecimento urbano de Évora e ao reforço das disponibilidades para o aproveitamento Hidroagrícola de Monte Novo. A adução dos caudais para a rega é feita, em grande parte, graviticamente apenas sendo necessário proceder à bombagem dos caudais destinados a uma área regada pela infra-estrutura 9 (624 ha) e dos caudais destinados ao Monte Novo (280 ha), neste caso apenas em ano seco. Assim, a rega dos restantes 7.506 ha será feita a partir do primeiro patamar de bombagem materializado pela estação elevatória de Álamos ( $H_{\text{máx}} = 106,2 \text{ m}$ ), sendo a restante área regada num segundo patamar (Estação elevatória (EE) 9.33;  $H_{\text{máx}} : 106,2 + 21,3 = 127,5 \text{ m}$ ). A bombagem para Monte Novo será efectuada na EE 9.3 ( $H_{\text{máx}} = 106,2 + 41,6 = 147,8 \text{ m}$ ).

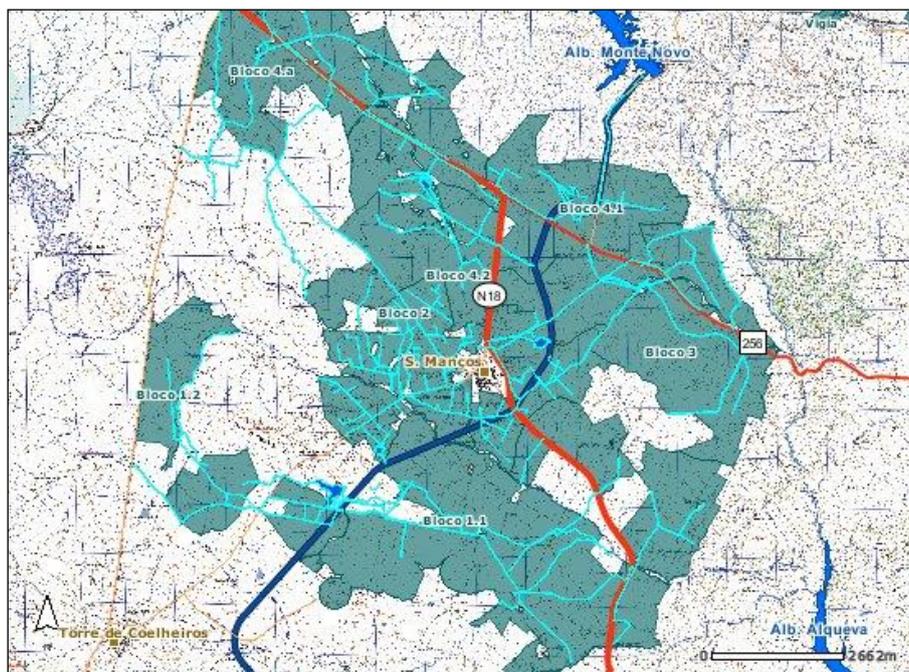
O sistema Alqueva/Alto Alentejo é constituído por:

- 1 conjunto de canais , com extensão total de cerca de 21,8 Km;
- 2 estações elevatórias principais com a potência instalada global de 0,5 MW;
- 15 estações elevatórias secundárias com a potência instalada global de 7,7 MW;

O caudal de dimensionamento médio à saída da albufeira do Loureiro, destinado ao Alto Alentejo é, aproximadamente de  $13,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (HP, 1996).

O Bloco de Rega de Monte Novo está integrado no subsistema Alqueva – Alto Alentejo do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva e tem uma área total de 7.855 ha. Localiza-se nos concelhos de Évora (freguesias de N<sup>a</sup> S<sup>a</sup> de Machede, São Manços, São Vicente do Pigeiro e Torre dos Coelheiros) e Portel (freguesia de Monte do Trigo). O Perímetro desenvolve-se a Sul entre Monte do Trigo e Torre dos Coelheiros na área a jusante das bacias hidrográficas das ribeiras da Pecena e do Morgado, seguindo para Norte em direcção à albufeira do Monte Novo. A EN 18 e a EN 256 cortam o perímetro transversalmente a Norte no sentido Noroeste - Sudeste. O perímetro é atravessado no sentido Norte-Sul pela EN 18 e IP 2. Podendo observar-se com mais detalhe os diferentes blocos em anexo (anexo V).

A área a regar está dividida em blocos de rega, abastecidos por barragens/reservatórios de regularização, estações de bombagem e redes secundárias de rega. O sistema de adução primário é efectuado por gravidade, em canal a céu aberto, que atravessa a zona central do perímetro no sentido Sudoeste-Nordeste. De forma a ultrapassar a depressão formada pela ribeira da Azambuja foi construído um sifão. Este sifão serve igualmente para passar com o sistema primário de adução sob o IP. O perímetro de rega do Monte Novo encontra-se delimitado em 4 blocos de rega, nomeadamente, Bloco 1, Bloco 2, Bloco 3 e Bloco 4. Os Blocos 1 e 4 foram divididos em 2 e 3 sub-blocos respectivamente (Fig.3).



Fonte: EDIA, SA

Figura 3 – Blocos de Rega do Perímetro do Monte Novo

O Quadro seguinte resume as principais características dos 4 Blocos de rega, e respectivos sub - blocos, existentes no Perímetro de Rega do Monte Novo.

Quadro 10 – Caracterização dos Blocos de Rega do Perímetro do Monte Novo

Bloco	Sub-Bloco	Modo de Distribuição Rede 2ª	Área Equipada (ha)	Nº Hidrantes	Nº Bocas de rega	Área Média/Hidrante (ha)	Nº Beneficiários
Bloco 1	Bloco1.1	Gravítico	2311	24	48	97	15
	Bloco1.2	Pressão	630	9	14	69	8
Bloco 2	Bloco2	Pressão	1020	176	396	5,8	200
Bloco 3	Bloco3	Gravítico	1414	16	27	81	12
Bloco 4	Bloco4.1	Pressão	517	16	25	32	14
	Bloco4.2	Gravítico	781	6	14	130	5
	Bloco4A	Pressão	1275	21	35	60	21
Total			7948	268	559		275

O processo de construção do Perímetro de rega do Monte Novo foi dividido em 4 empreitadas diferentes que se iniciaram em alturas distintas, e como tal a sua conclusão, e posterior início de exploração deu-se também em datas diferentes. Desse modo podemos considerar os seguintes períodos:

Ano de 2007:

Conclusão da obra e início da exploração do Bloco 2 e Bloco 3

Ano de 2008:

Conclusão da obra e início da exploração do Bloco 1 e Bloco 4.1

Conclusão da obra e início da exploração do Bloco 4.2 e 4.A

O perímetro de rega do Monte Novo foi um dos primeiros perímetros do EFMA a iniciar a exploração, apresenta grande diversidade, ao nível da dimensão das parcelas, ao nível do fornecimento de água, e ainda ao nível dos sistemas de rega utilizados e das culturas beneficiadas, como se poderá verificar nos pontos seguintes.

### 3.1.1. Caracterização Climática

Na classificação de Köppen (Köppen, 1918), que se refere à relação temperatura/precipitação, a região Alentejana é do tipo Csa, isto é, clima temperado (mesotérmico) com Inverno chuvoso e Verão seco (mediterrânico) e quente (ICAT, 1995).

Nas figuras seguintes apresentam-se os valores médios mensais da temperatura média do ar e da precipitação referentes a uma série de 30 anos (1958 a 1988) na estação meteorológica de Évora e os referentes ao ano do estudo (2009). Apesar dos dados meteorológicos da série de 30 anos serem os recolhidos na cidade de Évora (Sé), a uma altitude muito superior aquela em que se pratica a rega, a exigência de uma série de dados com um número de anos suficiente para se poder calcular um ano médio, obriga a utilizar estes, que são os únicos publicados. Para o ano de 2009 só foi possível utilizar os dados meteorológicos recolhidos na nova estação meteorológica (aeródromo), numa situação muito mais semelhante aquela em que se pratica a rega.

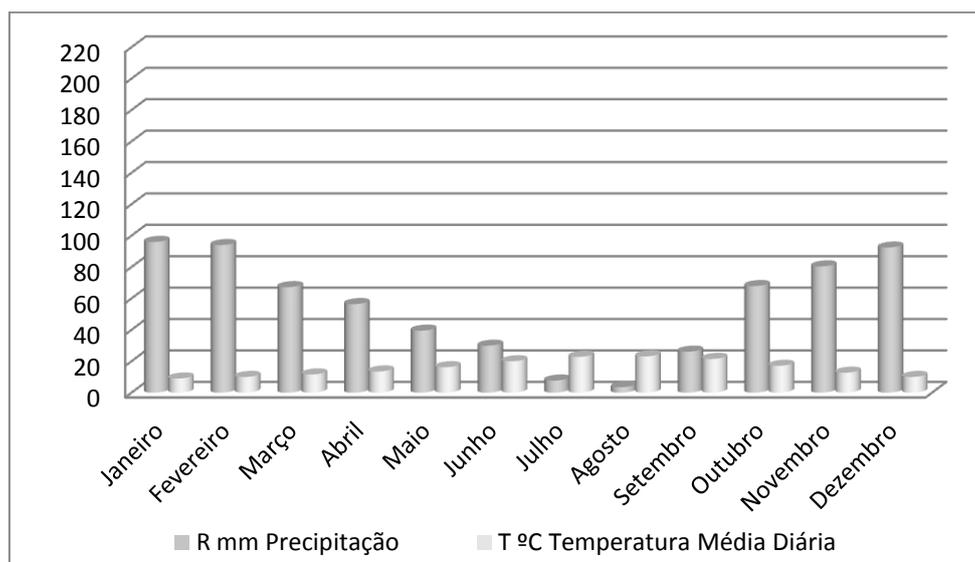


Figura 4 – Valores Médios Mensais de Temperatura do Ar e Precipitação de Uma Série de 1958 a 1988 (Estação Meteorológica de Évora (Sé))

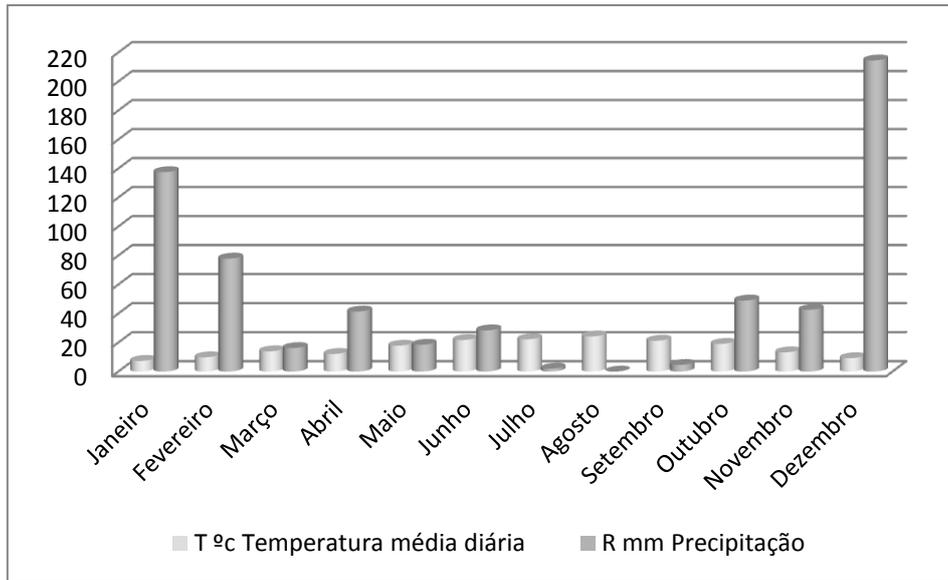


Figura 5 – Valores Médios Mensais de Temperatura do Ar e Precipitação no Ano de 2009 (Estação Meteorológica de Évora (Aeródromo))

Da observação das figuras anteriores, verifica-se que o ano de 2009 foi um ano mais seco, com precipitação elevada nos meses de Dezembro e Janeiro. Neste ano de estudo verificaram-se temperaturas mais elevadas do que o habitual.

### 3.1.2. Caracterização Pedológica

O conhecimento pedológico da área a cultivar constitui um dado de base indispensável ao delineamento de qualquer programa que vise uma racional utilização da terra e, sobretudo da água, mais ainda quando falamos de agricultura de regadio.

No perímetro de rega do Monte Novo, à semelhança de todo o perímetro abrangido pelo projecto de Alqueva, verifica-se uma supremacia de solos Argiluiados. Predominam os solos **Pm** (Mediterrâneos pardos, de materiais não calcários, para-barros, de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins – 35%), **Pmg** (Mediterrâneos pardos, de materiais não calcários, normais de quartzodioritos – 23%) e **Pgn** (Mediterrâneos pardos, de materiais não calcários, normais de gneisses ou rochas afins - 13%).

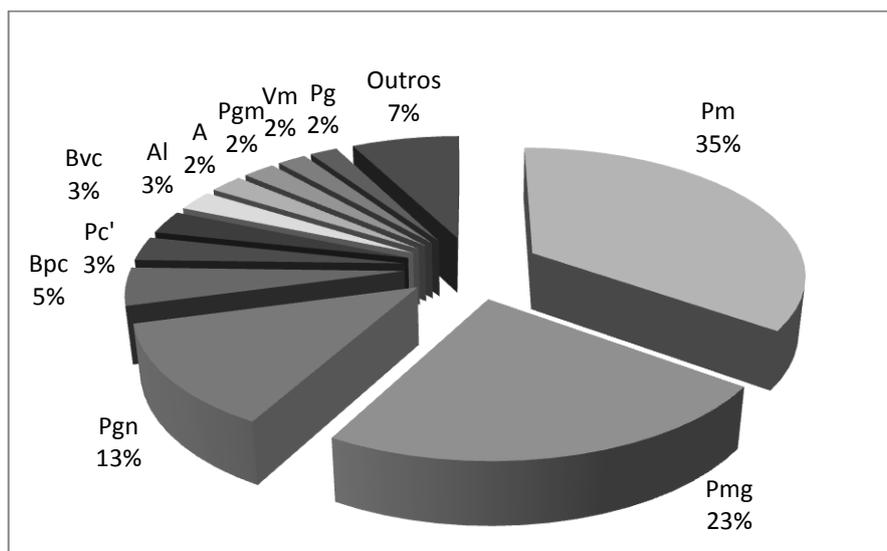


Figura 6 – Representatividade das Famílias de Solos no Perímetro de Rega do Monte Novo

Pela sua maior representatividade vão-se considerar apenas as duas famílias mais importantes, os solos Pm e Pmg, cujas características hidropedológicas se apresentam no quadro seguinte.

Quadro 11 – Características Hidropedológicas dos Solos em Estudo (Cardoso, 1965)

Perfil	H.	Esp. (cm)	Areia (%)		Limo (%)	Argila (%)	Dap	CC (% Vol)	CE (% Vol)	CU (% Vol)
			Grossa	Fina						
Pmg – 374....	Ap	0-30	46,5	37,1	11,3	5,1	1,5	20,63	4,5	16,13
	B	30- 60	31,2	31,5	8,5	28,8	1,28	30,27	13,29	16,98
Pm – 83 ....	Ap	0-20	32,2	36,0	13,3	18,5	1,31	34,06	8,52	25,54
	B1	20	19,3	18,3	14,2	48,2	1,16	49,88	19,49	30,39
	B2	40	27,7	21,5	16,4	34,4	1,24	42,22	15,25	26,97
	C	70- 100	55,6	28,3	5,8	10,3	1,43	13,83	5,86	7,97

### 3.1.3. Ocupação Cultural

No ano de 2009 foram regados 2.758,19ha no Perímetro de rega do Monte Novo, distribuídos pelas seguintes culturas: Milho (641,9ha), Olival (1.205ha), Prado (290,4ha), Vinha (226,5ha), Hortícolas (160,6ha), Melão (136,79ha), Cevada (95ha) e Laranjeiras (2ha).

Na figura seguinte, são apresentados estes valores em percentagem, permitindo uma melhor visualização da distribuição da área regada pelas diferentes culturas no Perímetro, durante o ano de 2009.

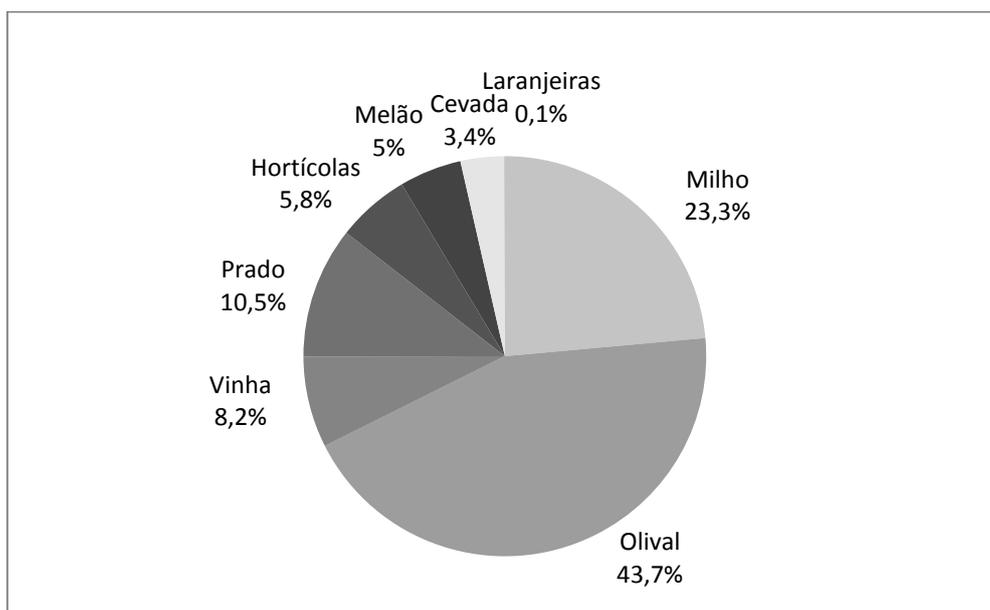


Figura 7 – Percentagem das Áreas Ocupadas pelas Diferentes Culturas no Perímetro de Rega do Monte Novo (2009)

Verifica-se que as principais culturas regadas do perímetro são o olival, milho, prado e vinha representando no seu total cerca de 85,7% da área regada do perímetro. Serão, por isso, as quatro culturas escolhidas para a análise da utilização da água no perímetro em 2009.

### 3.1.4. Métodos e Sistemas de Rega Utilizados no Perímetro

Os métodos de rega maioritariamente utilizados no perímetro (Fig.8) são a rega Localizada (62%), essencialmente sistemas de rega gota – a - gota, utilizada fundamentalmente no olival, na vinha, nas culturas hortícolas, melão e laranjeiras, e a rega por aspersão utilizada no milho, no prado e na cevada, essencialmente por sistemas de rega *center - pivot*. Surgem ainda culturas hortícolas e uma parcela de olival, num total de 2,7ha, regados por rega de superfície, com sistemas de rega por canteiros.

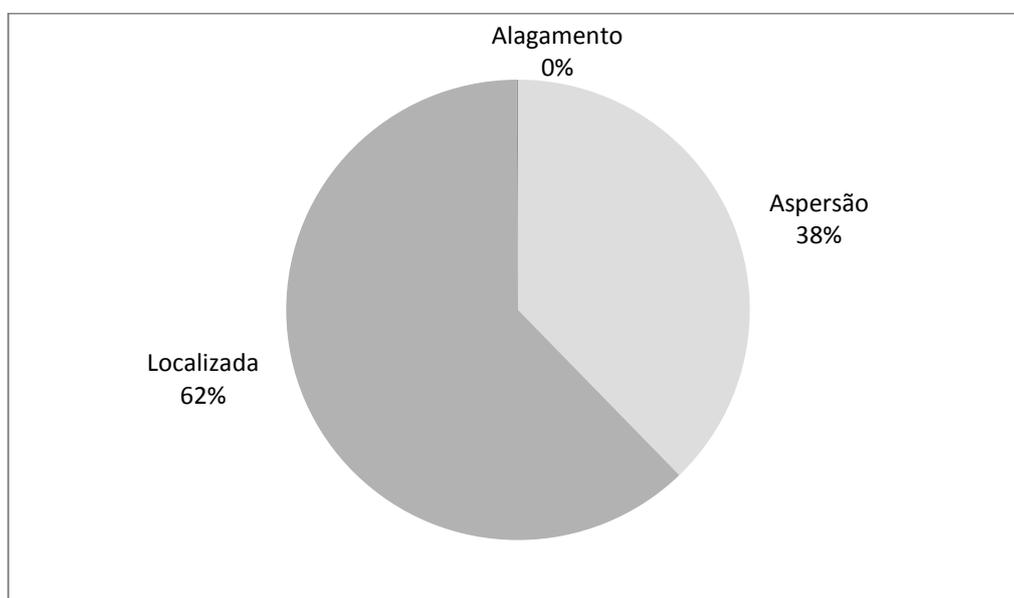


Figura 8 – Percentagem das Áreas Ocupadas pelos Diferentes Métodos de Rega Utilizados no Perímetro de Rega do Monte Novo (2009)

### 3.1.5. Necessidades de Rega das Culturas

#### 3.1.5.1. Na Fase de Projecto

Na fase de projecto, foram avaliadas as necessidades hídricas de cada cultura e a estimativa das áreas que iriam ser ocupadas por essas mesmas culturas para definir o volume de água necessário no referente à componente hidroagrícola. Este facto foi o principal factor determinante na avaliação da capacidade útil dos vários órgãos de adução e das várias albufeiras/reservatórios.

O ordenamento cultural preconizado para o perímetro do EFMA (HP, 1995) previa as seguintes culturas regadas: milho (grão), trigo, soja, milho forragem, girassol, tomate, beterraba, pimento, ervilha, arroz e prado. Além destas culturas previa-se a inclusão de uma consociação Outono - Invernal, a realizar em sequeiro.

Tomando em consideração, de uma forma aproximada, as características climáticas da região, foram definidos períodos de ocupação do solo para as culturas anuais regadas (Quadro 12), e considerou-se o cenário de ocupação cultural, em termos de áreas que consta no quadro 3 (ponto 2.4).

Quadro 12- Períodos de Ocupação do Solo

PERÍODOS DE OCUPAÇÃO DO SOLO		
Cultura	Sementeira	Colheita
Milho	Maio	Setembro
Trigo	Novembro	Junho
Soja	Junho	Setembro
Girassol	Maio	Agosto
Tomate	Maio	Agosto
Ervilha	Março	Junho
Pimento	Maio	Setembro
Beterraba de Outono	Outubro	Julho
Beterraba de Primavera	Abril	Setembro

Como já foi anteriormente referido, na fase de projecto foi utilizado o método de Penman Modificado, na altura o recomendado pela FAO e considerado como aquele que permitia obter resultados da ETo mais próximos da realidade.

Com base nos valores mensais da evapotranspiração de referência então obtidos e dos coeficientes culturais específicos de cada cultura determinaram-se os valores mensais da evapotranspiração cultural (ETc), para as várias culturas. No quadro seguinte apresentam - se os valores considerados pelo IEADR (Nunes e Pais, 1996), para as culturas em estudo no presente trabalho.

Quadro 13 - Ciclos e Coeficientes culturais Específicos de Cada Cultura Considerados pelo IEADR (Nunes e Pais, 1996)

Cultura	Prof. Radicular (m)	Ciclo Cultural			Coeficientes Culturais (Kc)											
		Início	Fim	Duração (dias)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Milho (forragem)	0,6	01/05	15/09	138	-	-	-	-	0,4	0,75	1,10	0,95	-	-	-	-
Olival	1	01/01	31/12	365	-	-	-	-	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	-	-	-
Vinha*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prado	1	01/01	31/12	365	0,55	0,55	0,9	0,95	0,95	1,0	1,0	1,0	0,95	0,9	0,55	0,55

\* A vinha não foi considerada no estudo do IEADR.

Estes valores foram utilizados para o cálculo das necessidades hídricas das culturas já apresentadas no quadro 5 do capítulo anterior. A sua determinação foi feita recorrendo ao programa de computador BALHID, que utilizava a antiga metodologia de cálculo das necessidades de água das culturas da FAO (Doorenbos e Pruitt, 1975) baseada no método de Penman modificado.

Os valores da precipitação que serviram de base aos cálculos efectuados foram recolhidos nas estações meteorológicas de Évora e Beja. Os valores contabilizados nos balanços como precipitação efectiva resultam da aplicação da metodologia desenvolvida pelo Soil Conservation Service da USDA, e preconizada por Doorenbos e Pruitt (1975).

No estudo da IEADR (Nunes e Pais, 1996) foi ainda feita a análise estatística dos valores resultantes dos balanços hídricos sequenciais mensais e anuais efectuados para as diferentes culturas, o que permitiu determinar os valores respeitantes à

probabilidade de não excedência de 80%. Estes valores encontram-se resumidos no Anexo I.

Com base nas necessidades hídricas das culturas (quadro 5) e na eficiência de aplicação apresentada no quadro 8 foram determinadas as dotações médias de rega, consideradas no projecto (quadro 6), para as várias culturas. Os valores apresentados serão depois comparados com os valores praticados em 2009, nas culturas estudadas

### **3.1.5.2. Na Fase de Avaliação**

Na fase de avaliação, as necessidades hídricas das culturas presentes no perímetro do Monte Novo, alvo deste estudo, foram determinadas pela metodologia da FAO, utilizando o Método de Penman – Monteith, através da utilização da versão 8.0 do programa CROPWAT (Smith, 1995).

O CROPWAT é um software de suporte à decisão, desenvolvido pela FAO, para o cálculo das necessidades hídricas das culturas e necessidades de rega, baseado no solo, no clima e nos dados da cultura. Este programa permite desenvolver diferentes calendários de rega, para as diferentes condições de manejo e para várias culturas. O CROPWAT 8.0 pode também ser utilizado para avaliar as práticas de rega efectuadas estimando eventuais quebras de produção por deficiência da rega praticada. Esta versão incorpora a metodologia e tabelas de dados apresentados em duas publicações da série “Irrigation and Drainage”, nomeadamente o No. 56 “Crop Evapotranspiration – Guidelines for computing CropWater requirements” (Allen *et al.*, 1998) e o No. 33 – “Yield response to water” (Doorenbos e Kassam, 1979), permitindo o seu ajustamento para situações concretas.

Foram consideradas duas situações:

- O cálculo das necessidades hídricas correspondentes a um ano médio, de uma série de dados meteorológicos de 30 anos (1958 a 1988 – Estação meteorológica de Évora, Sé) (Quadro 14), por ser a única publicada;
- O cálculo das necessidades hídricas com base nos dados meteorológicos de 2009, da estação meteorológica de Évora (aeródromo).

Quadro 14 – Valores Médios Mensais da Estação Meteorológica de Évora (Sé)  
(1958 a 1988)

Variável	Unidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Humidade Relativa	%	88	86	82,4	81,7	80	77,9	74,8	71,7	75,6	80,8	84,2	86,6
Precipitação	mm	96	94	67,2	56,4	39,5	29,9	7,7	3,5	26,1	67,9	80,4	92,4
Temp. média do ar	°C	9	10	11,6	13,5	16,2	20	22,8	23,1	21,5	17,1	12,7	10
Temp. max	°C	13	14	15,7	18	21,5	26,1	29,8	29,7	27,3	21,6	16,3	13
Temp. min	°C	6	7	7,7	9	11	13,9	15,8	16,1	15,5	12,7	9,1	6,7
Velocidade do vento	Km/dia	239	255	259	251	263	253	258	271	231	232	243	251
Horas de sol	h	4,6	5,3	6,3	7,5	9,1	10,1	11,8	11,3	8,4	6,7	5,3	4,8

Quadro15 – Valores Médios Mensais da Estação Meteorológica de Évora (Aeródromo)  
(Ano de 2009)

Mês	T <sup>a</sup> med (°c)	T <sup>a</sup> máx (°c)	T <sup>a</sup> min (°c)	Humidade Relativa (%)	Vel. Vento (Km/dia)	P (mm)	Horas de sol
Janeiro	7,35	10,92	4,24	83,31	143,42	137,5	3,0
Fevereiro	9,84	15,21	5,56	71,75	149,47	77,9	7,4
Março	13,96	20,18	8,79	60,67	211,68	16,2	8,9
Abril	12,15	18,22	6,73	69,15	197,86	41,4	8,3
Mai	17,87	25,39	10,75	56,94	184,03	18,5	11,5
Junho	21,77	29,67	15,36	60,46	152,93	28,4	10,6
Julho	22,27	31,11	13,92	54,45	216,00	2	14,6
Agosto	24,25	33,67	16,34	52,48	195,26	0	12,6
Setembro	21,29	28,57	15,24	55,69	177,98	4,6	10,5
Outubro	19,09	25,65	13,87	60,05	139,97	49	9,0
Novembro	13,26	18	9,73	77,71	170,21	42,6	5,8
Dezembro	9,24	13,09	5,23	82,14	165,02	214,5	3,0

Os parâmetros culturais, considerados para a estimativa das necessidades hídricas das culturas, foram os apresentados no quadro seguinte, e são os valores médios sugeridos pela FAO para estas culturas.

Quadro 16- Ciclos e Coeficientes Culturais Específicos de Cada Cultura Considerados no Presente Trabalho (Pereira, 2004).

Cultura	Prof. Raiz (m)	Data de sementeira	Fases do ciclo cultural (dias)					Coef. Cultural (Kc)			Alt. (m)	Coef. de esgotamento (p)	Coef. Sensib. Hídrica (Ky)
			ini	des	int	final	Total	ini	med	end			
<b>Milho (forragem)</b>	1,5	Abril/ Maio	31	36	36	20	123	0,3	1,15	0,6	1,5	0,55	1,25
<b>Olival</b>	1,2	1 de Março	30	90	60	90	270	0,65*	0,45*	0,65*	3,0	0,65	0,85
<b>Vinha (Uva vinho)</b>	1,5	15 de Março	20	50	75	60	205	0,3	0,7	0,45	2,0	0,45	1,10
<b>Prado (Permanente de Regadio)</b>	0,5	Outubro	73	110	109	73	365	0,3	0,75	0,75	1,0	0,65	0,8
<b>Prado (Azevém)</b>	0,6	Outubro	73	110	109	73	365	0,4	1,0	0,85	0,15	0,6	0,8

\* No caso do Olival considerou-se a informação apresentada por Pastor e Orgaz (1994), para um olival com cerca de 60% da área total ocupada pelas árvores.

Não sendo possível saber em cada parcela qual o teor de água inicial na altura da sementeira / início da rega, optou-se por determinar as necessidades de rega com base apenas na diferença entre as necessidades hídricas da cultura e a precipitação efectiva, e não através da simulação do balanço hídrico que o CROPWAT permite realizar. Deste modo os dados de solos apresentados anteriormente servem apenas para se ter alguma ideia das limitações de gestão da rega que os agricultores podem ter tido em função da pouca espessura dos solos, principalmente no caso do solo Pmg, e da existência de camadas mais compactas que dificultam a infiltração da água no solo. No cálculo das necessidades de rega, considerou-se ainda a eficiência de aplicação da água de acordo com o sistema de rega a utilizar em cada parcela.

Nos cálculos efectuados no presente trabalho, considerou-se uma eficiência de 80% para a rega por aspersão com *center - pivot* (eficiência óptima, num dia sem vento) e uma eficiência de 90% para a rega localizada (Pereira, 2004). Apenas se considerou estes sistemas de rega por terem sido os mais utilizados nos casos analisados.

### **3.1.6. Situações Escolhidas para Avaliação da Eficiência de Utilização da Água**

A recolha de informação sobre os consumos verificados no Perímetro em 2009 (anexo II) mostrou uma grande variabilidade na quantidade de água aplicada na mesma cultura por diferentes agricultores. Estas diferenças podem ser devidas a diferentes variedades da cultura, tecnologias de produção, datas de sementeira, modos de gerir a rega, diferentes tipos de solo e sistemas de rega, etc. Não sendo possível conhecer em detalhe todas as situações optou-se por escolher algumas para uma análise mais pormenorizada.

Assim, para cada uma das culturas consideradas para análise (milho olival, vinha e prado) escolheram-se 3 a 4 parcelas de rega de diferentes proprietários, utilizando em cada cultura o mesmo sistema de rega, mas com diferentes estratégias de gestão da rega.

Isto permite ficar com uma ideia melhor sobre o modo de utilização da água pelos diferentes agricultores do perímetro.

Para cada uma destas situações (Quadro 17) foram contactados os proprietários, de forma a ter a informação precisa quanto à área regada, à data de sementeira / plantação e colheita e particularidades da gestão da rega praticada.

Quadro 17 – Casos Escolhidos para Análise

Cultura	Bloco	Hidrante	Boca	Área Regada (ha)	Caudal hidrante(m <sup>3</sup> /h)	Sistema de Rega	Variedade	Ciclo cultural
Milho	1.1	H1	2	53	1080	Center-pivot	Pioneer A46	01/04a 15/08
	1.1	H5.2	1	20	260	Center-pivot	N_44 Bayer	18/5 a 17/9
	4.1	H1.4	1	42	280	Center-pivot	80 % PR32649 e 20% PR33Y74	18/5 a 17/9
Olival	1.1	H3	1 e 2	90	460	Gota-a-gota	Arbequina (ano plantação – 2006)	Mai-Nov
	1.1	H5	1, 2 e 3	150	710	Gota-a-gota	Arbequina - 50% (2006) e Picual 50% (2008)	Mai-Nov
	4.A	H3.2	1 e 2	240	470	Gota-a-gota	Cobrançosa - 42 ha (2001); Cobrançosa - 13,2 ha (2002); Galega - 12,77 ha (2002); Carrasquenha - 4,55 ha (2002); Cobrançosa - 34,6 ha (2003); Redondil - 3,83 ha (2003); Azeiteira - 2,9 há (2003); Carrasquenha - 4,55 ha (2003); Cobrançosa - 25 ha (2005); Arbequina - 36,7 ha (2008); Picual - 43,9 ha (2008).	Mai-Nov
Vinha	1.1	H4.2	1	30	260	Gota-a-gota	Alicante Bouchet, Syrah, Trincadeira, Aragonês, Tinta Caiada, Touriga Nacional, CabernetSauvignon, Petit Verdout, Verdelho, Antão Vaz e Arinto (ano plantaço 2002)	Mar-Out
	1.2	H3.1	1	14	30	Gota-a-gota	Aragonês, CabernetSauvignon, Alicante Bouchet, Trincadeira e Syrah (ano plantação 1999/2000).	Mar-Out
	2	H3.7	1	4	25	Gota-a-gota	Aragonês, CabernetSauvignon e Trincadeira (ano de plantação 2005)	Mar-Out
Prado	4.2	H3	2	40		Center-pivot	Consociação de gramíneas e leguminosas (7-8 anos; ano de instalação 2006)	anual
	4.A	H4.1	1	20	310	Center-pivot	Azevém	anual
	4.1	H1.2	1 e 2	30	360	Center-pivot	Consociação de gramíneas e leguminosas (7-8 anos; ano de instalação 2008)	anual
	4.A	H6	2	12	550	Center-pivot	Consociação de gramíneas e leguminosas (7-8 anos; ano de instalação 2008)	anual

Neste capítulo são apresentados e discutidos os valores referentes às necessidades de rega e ao consumo de água das principais culturas praticadas atualmente no Perímetro de Rega do Monte Novo. Serão comparados os valores estimados na fase de projeto, com os estimados com base na atual metodologia da FAO e os consumidos realmente no ano de 2009.

Esta comparação pode permitir tirar algumas conclusões sobre a eficiência com que a água está a ser utilizada atualmente no Perímetro.

A análise dos resultados será feita em separado para cada uma das quatro principais culturas, devido às especificidades de cada uma delas.

#### 4.1. Necessidades de Rega e Eficiência de Utilização da Água

##### 4.1.1. Milho

A cultura que em 2009 mais água consumiu no perímetro foi o milho (303.819 m<sup>3</sup>). É uma das culturas mais exigente em água, mas que se verifica estar a ser regada em excesso, na maioria dos casos.

Os consumos anuais de água utilizada no perímetro para a rega do milho, em 2009, variaram entre os 2.060 m<sup>3</sup>/ha e os 17.990 m<sup>3</sup>/ha (anexo II). Estes valores correspondem tanto a situações de produção de milho para grão como para alimento do gado, situação em que o milho era colhido em Maio/Junho. Existem alguns valores abaixo dos 2.000 m<sup>3</sup>/ha que deixam muitas dúvidas sobre se realmente se regou o milho, assim como as 4 situações observadas com consumos anuais superiores a 14.000 m<sup>3</sup>/ha, resultam demasiado estranhas para serem consideradas reais.

As necessidades hídricas que foram estimadas para o milho na fase de projeto são as apresentadas no quadro 18.

Quadro 18 – Dotações Úteis Mensais e Anuais para o Milho (m<sup>3</sup>/ha) (Nunes e Pais, IEADR, 1996)

Cultura	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Milho grão	0	0	0	0	382	1318	2598	2068	84	0	0	0	6450
Milho forragem	0	0	0	0	382	1318	2598	1662	0	0	0	0	5960

A estimativa é feita considerando a mesma época de sementeira para o milho grão ou milho para forragem, mantendo-se os valores da água utilizada na rega idênticos até ao fim de Julho. A partir desta data existe uma diminuição significativa na quantidade de água a aplicar no milho para forragem, como seria de esperar. O consumo de ponta ocorre em Julho.

No quadro 19 apresentam-se os valores das necessidades hídricas determinados com o CROPWAT utilizando uma série de 30 anos de dados meteorológicos e apenas com base nos dados do ano de 2009. Os valores são apresentados para diferentes parcelas já que as datas de sementeira e/ou as variedades utilizadas são diferentes, conduzindo por isso a resultados ligeiramente diferentes. Em todos os casos o milho foi cultivado para produção de silagem.

Quadro 19 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para o Milho (m<sup>3</sup>/ha)

Parcela	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Série de 30 anos													
B1.1, H1, Bc2	0	0	0	0	572	1388	1801	613	0	0	0	0	4374
B1.1,H5.2, Bc1 B4.1,H1.4, Bc1	0	0	0	0	70	287	1625	1900	489	0	0	0	4371
Ano de 2009													
B1.1., H1, Bc2	0	0	0	20	1026	1713	2259	748	0	0	0	0	5767
B1.1,H5.2, Bc1 B4.1,H1.4, Bc1	0	0	0	0	168	406	2062	2321	719	0	0	0	5676

\* sendo B – bloco de rega, H – hidrante, Bc – boca de rega

Da observação do quadro 19 pode-se facilmente concluir que a atual metodologia da FAO conduz a valores médios de necessidades hídricas para a cultura do milho bastante inferiores àqueles que foram determinados na fase de projeto (quadro 18).

Os ciclos culturais são idênticos nas duas estimativas, havendo apenas alguma diferença em situações, como no caso do Bloco 1.1, hidrante 1, em que se fez uma sementeira em 2009 mais cedo do que o previsto. Os coeficientes culturais utilizados na estimativa com o método da FAO são um pouco diferentes dos utilizados na estimativa feita pelo IEADR, principalmente no que se refere ao período final da cultura, em que o valor agora utilizado ( $k_c=0,6$ ) é bastante mais baixo ao utilizado pelo IEADR ( $k_c=0,95$ ). De qualquer modo existe um desfasamento entre a duração das fases do ciclo cultural do milho utilizados em cada uma das estimativas e por isso as necessidades úteis em cada mês apresentam valores diferentes. O ano de 2009 foi um ano mais seco do que a média e por isso observamos um aumento das necessidades hídricas do milho neste ano, aproximando-se os valores aos estimados na fase de projecto.

No quadro 20 são apresentados os valores das necessidades de rega de 2009, considerando uma eficiência do sistema de rega de 80 %, valor recomendado na literatura para as rampas rotativas (center - pivots), e os consumidos pelos agricultores no mesmo ano.

Quadro 20 – Dotações de Rega em 2009 para o Milho ( $m^3/ha$ )

Parcela	Jan-Jun	Jul-Set	Out-Dez	Total
Estimadas				
B1.1, H1, Bc2	3449	3759	0	7208
B1.1,H5.2, Bc1 B4.1,H1.4, Bc1	718	6377	0	7095
Reais				
B.1.1., H1, Bc2	5116	6859	313	12288
B1.1,H5.2, Bc1	3265	5879	701	9845
B4.1,H1.4, Bc1	283	7693	1889	9865

\* Sendo B – bloco de rega, H – hidrante, Bc – boca de rega

Comparando os valores estimados pelo CROPWAT para o ano de 2009 e os realmente consumidos pode-se verificar que em todas as parcelas analisadas o consumo de água foi excessivo, quer comparando com os consumos previstos na fase

de projecto (quadro 18) quer com os valores estimados agora pela nova metodologia da FAO. Verifica-se também uma diferença significativa entre os valores de água utilizados pelos agricultores nos períodos inicial e final do ciclo, o que significa diferentes estratégias de gestão da rega. Esta diferente gestão pode estar relacionada com diferentes tipos de solo e diferentes critérios de gestão utilizados pelos agricultores. No caso do Bloco 1.1, hidrante 1, também não foi possível verificar se o significativamente mais elevado consumo de água está ou não relacionado com alguma outra utilização pontual que o agricultor tenha feito, já que o consumo na fase inicial do ciclo do milho é muito elevado, o que levanta algumas suspeitas.

#### 4.1.2. Olival

Pode-se registar que a cultura regada, com maior representatividade no perímetro é o olival (1205ha), com 44% da área regada, contrariando a expectativa do projecto (HP, 1995), que previa que o olival representasse 2% da área regada. Sendo o olival uma cultura pouco exigente em água e regada através de rega localizada (gota - a - gota), não é a cultura que mais água consome no perímetro.

Os consumos anuais de água no perímetro em 2009 variaram entre os 441 m<sup>3</sup>/ha e os 9083 m<sup>3</sup>/ha (anexo II). Estes valores correspondem a diferentes olivais, com diferentes compassos, alguns recém plantados, que ainda não entraram em produção, e outros já com alguns anos de plantação.

As necessidades hídricas estimadas para o olival na fase de projeto são as apresentadas no quadro 21.

Quadro 21 – Dotações Úteis Mensais e Anuais para o Olival (m<sup>3</sup>/ha) (Nunes e Pais, IEADR, 1996)

Cultura	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Olival	0	0	0	0	180	946	1160	785	528	0	0	0	3599

Verifica-se que o período de ponta estimado corresponde aos meses de Junho e Julho. No quadro 22 apresentam-se os valores estimados pelo CROPWAT para o período de 1958-1988 e para 2009.

Quadro 22 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para o Olival (m<sup>3</sup>/ha)

Parcela	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Série de 30 anos													
Todas	0	0	0	0	337	480	786	810	525	30	0	0	2968
Ano de 2009													
Todas	0	0	0	0	728	644	1036	1012	840	99	0	0	4359

Comparando os valores estimados no projeto com os da série de 30 anos, voltamos a verificar um menor valor das necessidades hídricas estimadas pelo método da FAO, como já tinha acontecido no milho. Neste caso, mesmo utilizando valores de kc mais elevados, na maior parte do ciclo, na estimativa feita pelo CROPWAT (quadro 16) do que os utilizados pelo IEADR (quadro 13), o valor total de necessidades hídricas acaba por ser menor. O ano de 2009 foi mais seco (menos precipitação e maior temperatura do ar) comparativamente ao ano médio, e o CROPWAT reflete isso nos seus resultados. Verifica-se um maior consumo em Julho e Agosto, tal como estimado na fase de projeto.

No quadro 23 são apresentados os valores das necessidades de rega de 2009, considerando uma eficiência do sistema de rega de 90 %, valor recomendado na literatura para os sistemas de rega gota - a - gota e os consumidos pelos agricultores no mesmo ano.

Quadro 23 – Dotações de Rega em 2009 para o Olival (m<sup>3</sup>/ha)

Parcela*	Jan-Jun	Jul-Set	Out-Dez	Total
Estimadas				
Todas	1524	3209	110	4843
Reais				
B1.1, H3, Bc1,2	924	1461	609	2994
B1.1,H5, Bc1,2,3	821	1256	273	2350
B4.A,H3.2, Bc1,2	833	1234	344	2411

\* sendo B – bloco de rega, H – hidrante, Bc – boca de rega

Verifica-se que o consumo de água foi muito semelhante em todas as parcelas analisadas, um pouco mais elevado no bloco 1.1, hidrante 3, bocas 1 e 2. Daqui se pode concluir que a gestão da rega é muito semelhante para todas as variedades, sendo difícil de retirar mais conclusões sem um estudo mais pormenorizado, devido à diversidade de variedades, compassos e anos de plantação abastecidos pelo mesmo hidrante (quadro 17). Era de esperar que nalguns casos a água consumida fosse menor do que a estimada pelo CROPWAT, já que nalguns casos as plantas ainda são jovens não tendo uma evapotranspiração tão elevada como a estimada pelo CROPWAT. Apesar de se ter tentado utilizar coeficientes culturais mais baixos, de modo a poder refletir esta realidade, o facto de não haver informação local, obrigou a utilizar informação média encontrada nas tabelas da FAO. Um maior ajustamento dos coeficientes culturais à situação real do perímetro exigiria, como já foi referido, um estudo mais detalhado das diferentes situações. De realçar também um consumo bastante mais elevado na fase final da campanha de rega, o que significa que o agricultor regou até mais tarde do que o previsto nas estimativas.

Observa-se também a tendência para os agricultores fazerem uma rega deficitária. Os agricultores não regam para ter a produção máxima. E uma vez que o olival é uma cultura bastante resistente ao stress hídrico, geralmente só reforçam a rega na altura da floração e na altura da frutificação e maturação. Será ainda de referir que entre os produtores de azeitona para azeite, existe ainda o “mito” de que sujeitar o Olival a um stress hídrico moderado permite aumentar a produção de azeite.

#### 4.1.3. Vinha

No caso da vinha os consumos anuais de água no perímetro em 2009 variaram entre os 348 m<sup>3</sup>/ha e os 4708 m<sup>3</sup>/ha (anexo II). Estes valores correspondem a diferentes vinhas, com diferentes variedades e diferentes anos de plantação. Nalguns casos são vinhas recém plantadas, que ainda não entraram em produção.

A vinha não foi uma cultura considerada na fase de projeto, pelo que apenas se podem comparar as necessidades de rega estimadas pelo CROPWAT com as dotações de rega aplicadas pelos agricultores no Perímetro em 2009.

No quadro 24 são apresentadas as necessidades hídricas estimadas pelo CROPWAT para a vinha.

Quadro 24 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para a Vinha (m<sup>3</sup>/ha)

Parcela	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Série de 30 anos													
Todas	0	0	0	15	448	776	1185	1092	434	0	0	0	3950
Ano de 2009													
Todas	0	0	124	79	866	988	1508	1340	739	34	0	0	5678

No caso da vinha verifica-se que o período de ponta ocorre em Julho e Agosto. No ano de 2009 as elevadas temperaturas verificadas em Março recomendavam o início da rega nesta altura, com valores já significativos, diminuindo depois em Abril devido a alguma precipitação que ocorreu neste mês. A diferença para o ano médio é bastante significativa em termos de necessidades totais.

No quadro 25 são apresentados os valores das necessidades de rega de 2009, considerando uma eficiência do sistema de rega de 90 %, valor recomendado na literatura para os sistemas de rega gota - a - gota e os consumidos pelos agricultores no mesmo ano.

Quadro 25 – Dotações de Rega em 2009 para a Vinha (m<sup>3</sup>/ha)

Parcela	Jan-Jun	Jul-Set	Out-Dez	Total
Estimadas				
Todas	2286	3985	38	6309
Reais				
B1.1, H4.2, Bc1	16	429	222	668
B1.2,H3.1, Bc1	31	318	0	349
B2,H3.7, Bc1	3931	778	0	4709

\* sendo B – bloco de rega, H – hidrante, Bc – boca de rega

Observando os valores do quadro 25 pode-se facilmente verificar que a gestão da rega da vinha praticada no perímetro é claramente uma rega deficitária. Os valores aplicados nos blocos 1.1 e 1.2 são insignificantes em relação à estimativa do CROPWAT. A razão do CROPWAT apresentar valores tão elevados é porque o programa estima as necessidades de água para a maximização da produção, enquanto na prática os agricultores pretendem produções mais reduzidas fazendo uma clara aposta na qualidade, já que o produto final se destina à produção de vinho.

#### 4.1.4. Prado

Os consumos anuais de água para a cultura do prado no perímetro em 2009 variaram entre os 1335 m<sup>3</sup>/ha e os 11204 m<sup>3</sup>/ha (anexo II). Estes valores correspondem a uma grande diversidade de situações. Existem prados temporários e permanentes, nalguns casos com cortes, situações de pastoreio com diferentes espécies animais e diferente densidade de animais por hectare, o que dificulta uma análise mais rigorosa sobre esta diferença de valores. Existem também algumas situações com consumos anuais de água abaixo dos 1000 m<sup>3</sup>/ha, que resultam difíceis de explicar.

No quadro 26 apresentam-se os valores das necessidades hídricas estimadas para o prado na fase de projeto.

Quadro 26 – Dotações Úteis Médias Mensais e Anuais para o Prado (Nunes e Pais, IEADR, 1996)

Cultura	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Prado	0	0	281	773	1436	1839	2402	2167	1220	416	92	5	10633

Verifica-se que o maior consumo de água é nos meses de Junho, Julho e Agosto. No quadro 27 apresentam-se os valores estimados pelo CROPWAT para a mesma cultura.

Quadro 27 – Dotações Úteis Determinadas pelo CROPWAT para o Prado (m<sup>3</sup>/ha)

Parcela	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Série de 30 anos													
B4.2, H3, Bc2 B4.1,H1.2, Bc1,2 B4.1, H6, B2	0	0	19	183	552	810	1230	1212	666	0	0	0	4672
B4.A,H4.1, Bc1	0	0	95	393	839	1157	1645	1523	817	0	0	0	6468
Ano de 2009													
B4.2, H3, Bc2 B4.1,H1.2, Bc1,2 B4.1, H6, B2	0	0	560	408	1011	1035	1571	1491	1024	4	0	0	7104
B4.A,H4.1, Bc1	0	0	788	652	1395	1453	2083	1865	1208	4	19	0	9467

\* sendo B – bloco de rega, H – hidrante, Bc – boca de rega

Da observação do quadro anterior é notório o aumento das necessidades hídricas em 2009 (ano mais seco) comparativamente ao ano médio. Também se verifica uma diferença entre os valores estimados para as três parcelas com consociações de gramíneas e leguminosas e a parcela com azevém, necessitando este de mais água.

Os valores estimados pelo CROPWAT são significativamente menores que os apresentados pelo IEADR (1996), devido não só ao diferente método de cálculo mas também à utilização de coeficientes culturais menores do que os utilizados pelo IEADR, principalmente nos meses de Verão.

No quadro 28 são apresentados os valores das necessidades de rega de 2009, considerando uma eficiência do sistema de rega de 80 %, valor recomendado na literatura para as rampas rotativas (center - pivots), e os consumidos pelos agricultores no mesmo ano.

Quadro 28 – Dotações de Rega em 2009 para o Prado (m<sup>3</sup>/ha)

Parcela	Jan-Jun	Jul-Set	Out-Dez	Total
Estimadas				
B4.2, H3, Bc2 B4.1,H1.2, Bc1,2B4.A,H6, Bc2	3768	5108	5	8880
B4.A,H4.1, Bc1	5360	6445	29	5830
Reais				
B4.2, H3, Bc2	3857	5405	862	10124
B4.1,H1.2, Bc2	4050	4996	801	9847
B4.A,H4.1, Bc1	2369**	0	0	2369
B4.A,H6, Bc2	6000	3801	1377	11178

\* sendo B – bloco de rega, H – hidrante, Bc – boca de rega

\*\* cultura pastoreada em Maio, que não voltou a ser mais regada.

Verifica-se que esta terá sido a cultura no perímetro em que os volumes de água utilizados se aproximaram mais das estimativas feitas pelo CROPWAT. Mesmo assim, os consumos reais foram mais elevados, principalmente no último trimestre do ano.

No caso do hidrante 4.1, do Bloco 4.A (quadro 28) a rega do azevém é deficitária, mas uma vez que é azevém para pastorear, não será de estranhar o resultado, uma vez que o objectivo não será o de atingir a produção máxima (determinada pelo CROPWAT). A sua vocação para pastoreio permite-lhe dar uma contribuição para facilitar o maneio da exploração e embaratecer os custos da exploração. A partir de Junho e após pastoreio intensivo deixou-se de regar a cultura, pelo que a quantidade de água aplicada na rega (2369 m<sup>3</sup>/ha) está muito longe do valor estimado (5830 m<sup>3</sup>/ha).

Relativamente aos resultados obtidos, será de salientar que em 2009 (2º ano de exploração do perímetro), apenas 35% da área do perímetro estava a efectuar regadio (2736,09ha). Através da informação recolhida na EDIA, S.A. e após o contacto com os agricultores, verifica-se que essa área tem aumentado gradualmente, de ano para ano.

A razão da escolha do ano de 2009 foi por ser a série de dados mais recente disponível, aquando do início da realização deste trabalho (final de 2010). O ideal teria sido efectuar a comparação entre o resultado de vários anos, entre várias campanhas de rega, o que não foi possível dada a exploração do perímetro ser recente. No entanto, não houve alternativa, uma vez que fora essa série de dados, apenas existia a série de dados de 2008, que sendo o primeiro ano de exploração, não era o ideal para efectuar este estudo, por estar contabilizada a água utilizada nos ensaios, por ser o ano de experimentação de culturas e de equipamentos. Assim, foi escolhido o ano de 2009, até porque por ser um ano seco, em que é necessário regar em maior quantidade, permite obter melhor informação sobre a qualidade de utilização dos sistemas.

Os resultados obtidos pelo CROPWAT apresentam valores superiores para as necessidades hídricas das culturas em 2009, comparativamente à média dos 30 anos, pelo facto de 2009 ter sido um ano com pouca precipitação e elevadas temperaturas.

Numa apreciação geral, verifica-se que os consumos de água feitos pelos agricultores se aproximam mais dos valores estimados nas culturas do prado e do milho, com sistema de rega de center - pivot. As necessidades de rega estimadas com o CROPWAT para a cultura da vinha e do olival não são úteis porque os agricultores praticam uma rega deficitária, com o objetivo não de maximizar a produção, mas sim de aumentar a qualidade do produto final. Nestas situações o cálculo da estimativa das necessidades hídricas feito através do CROPWAT teria que ser ajustado a esta prática de rega deficitária. Para tal teriam que se utilizar coeficientes culturais diferentes dos coeficientes médios existentes nas tabelas da FAO.

Outro aspecto que dificulta a análise dos consumos utilizados pelos agricultores é a falta de informação sobre a produção. De forma a complementar este trabalho, teria sido útil comparar as produções obtidas em cada parcela, porém, não foi possível obter essa informação.

Após a obtenção dos presentes resultados, verifica-se que a maior parte dos agricultores não utiliza ainda a programação da rega, com a qual poderia obter melhores resultados produtivos e económicos.

Não existe também uma monitorização da humidade do solo nas parcelas, que é indispensável para uma eficiente gestão da rega. A única monitorização que é feita no perímetro é aos consumos de água em cada hidrante.

O Perímetro de rega do Monte Novo tem apresentado desde o início níveis de utilização que apesar de não serem muito elevados, são bastante bons para os anos de arranque, mais do que isso a área tem vindo sempre a aumentar ao longo dos anos, o que revela a intenção crescente dos beneficiários em utilizar a água.

Durante este ano a área total regada irá aumentar novamente, no entanto, neste momento, uma parte considerável da área utilizada está a ser regada com níveis de eficiência na utilização da água bastante baixos, este aspecto além de poder hipotecar no curto prazo a viabilidade da actividade agrícola de cada um dos beneficiários, poderá no longo prazo por em causa a utilização de todo o perímetro.

Revela-se assim essencial aumentar a eficiência de utilização da água de rega, o que pode ser obtido através de uma correcta programação/ calendarização da rega.

No caso das culturas anuais, como o Prado, ou em culturas em que se pretende maximizar a produção, como é o caso do milho, deve-se começar a regar suficientemente cedo para evitar uma degradação rápida das reservas do solo, continuando a regar em função do balanço hídrico e utilizando o melhor possível o débito disponível durante o período mais sensível (normalmente Junho, Julho e Agosto). Deve-se seguir um balanço hídrico e evitar dotações excessivas, prestando atenção ao estado hídrico do solo para o que é indispensável ter um sistema de monitorização da água no solo, como já foi referido.

As dotações de rega devem ser as adequadas ao tipo de solo e cultura regada, aplicando em cada rega quantidades de água que não excedam aquelas que o solo é capaz de armazenar, de forma a evitar perdas por drenagem e escurrimto. É indispensável ter em atenção as intensidades de aplicação de água, nomeadamente nos sistemas de rega por aspersão, e tentar a sua compatibilização com as características de infiltração do solo, evitando perdas por escurrimto.

Neste trabalho não foi possível fazer a avaliação dos sistemas de rega, mas certamente que os consumos de água elevados que a maioria dos agricultores pratica

poderão ser reduzidos se se fizer uma adequada seleção do sistema de rega a utilizar em cada situação e se estes forem geridos de forma adequada. A manutenção e verificação das condições de funcionamento dos sistemas (avaliação da pressão de funcionamento, dos caudais, etc) poderão também dar um bom contributo para a melhoria de utilização da água.

Agroges - Sociedade de Estudos e Projectos, AgriCiência, 2004. Estudo de Avaliação do Impacte Sócio - Económico da Componente Hidroagrícola do Alqueva – Relatório Final.

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Roes, D; Smith, M., 1998. *Crop evapotranspiration Guidelines for computing Crop Water requirements*, Irrigation and drainage paper n.º 56 FAO, Rome.

Allen, R.G., Willardson, L.S., Frederiksen, H.D., 1997. *Water use definitions and their use for assessing the impacts of water conservation*. In: de Jager, J.M., Vermes, L.P., Ragab, R. (Eds.), *Sustainability Irrigation in Areas of Water Scarcity and Drought*, Proc. of ICID Workshop, Oxford. British Nat. Com. ICID, Oxford, 72-81.

Bos, M.G., Murray-Rust, D.H., Merrey, D.J., Johnson, H.G., Sneller, W.B., 1994. *Methodologies for assessing performance of irrigation and drainage management*. Irrig. Drainage Syst. 7(4), 231-261.

Burt, C. M., Clemmens, A. J., T. S. Solomon, K. H., Bliesner, R. D. Hardy, L. A. , Howell, T. A., Eisenhauer, D. E. (1997). *Irrigation performance measures: efficiency and uniformity*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 123: 423-442

Cardoso, J. V. J. C., 1965. *Os solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese (Sul do Tejo)*, Sec. de Estado da Agricultura, D. G. dos Serviços Agrícolas.

Doorenbos, J.; Kassam, A., 1979. *Yield response to water*, Irrigation and Drainage paper n.º 33, FAO, Rome

Doorenbos, J.; Pruitt, W.O., 1975. *Guidelines for predicting crop water requirements*, Irrigation and Drainage paper n.º24, FAO, Rome.

EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A., 1999. *Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro Monte – Novo e Respectivo Bloco de Rega – Nota Técnica n.º1*, Hidroprojecto – Engenharia e Gestão, Coba – Consultores de Engenharia e Ambiente, Prosistemas – Consultoria de Engenharia

EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, SA, 2009. *Bloco de Rega do Monte Novo – Relatório de Exploração 2009*.

Heermann, D.F., Wallender, W.W., Bos, G.M., 1990. *Irrigation efficiency and uniformity*. In: Hoffman, G.J., Howell, T.A., Solomon, K.H. (Eds.), *Management of Farm Irrigation Systems*. ASAE, St. Joseph, MI, 125-149.

HP - Hidrotécnica Portuguesa, 1989. *Actualização e Complemento do Estudo Inerente à Determinação da mais valia Agrícola Provocada pelo Aproveitamento Hidroagrícola do Alqueva*, Volume 1 – Memória Geral, Síntese e Conclusões, Ministério do Planeamento e da Administração do Território, Gabinete Coordenador do Alqueva.

HP - Hidrotécnica Portuguesa, 1992. *Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva – Relatório Final*, Volume B1, Tomo 4, Comissão das Comunidades Europeias – Direcção-Geral das Políticas Regionais – Consultores para Estudos e Projectos, Lda,

HP - Hidrotécnica Portuguesa, 1995. *Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva Estudo Prévio*, Volume 1 – Caracterização Geomorfológica e Climática da Região, Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, S.A.

HP - Hidrotécnica Portuguesa, 1995. *Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva - Estudo Prévio*, Volume 2 – Caracterização dos Recursos Naturais, Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, S.A.

HP - Hidrotécnica Portuguesa, 1995. *Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva Estudo Prévio*, Volume 3 – Necessidades de Água, Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, S.A.

HP - Hidrotécnica Portuguesa, 1996. *Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva – Sistema Global de Rega Estudo Prévio*, Volume 4, Sistema de Rega de Alqueva, Tomo 1.

ICAT – Instituto de Ciência Aplicada e Tecnologia, 1995. *Estudo de Impacte Ambiental de Alqueva*, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

ICID - International Commission on Irrigation and Drainage, 1978, *Standards for the calculation of irrigation efficiencies*, ICID, Bulletin 27.

Israelsen, O.W., 1932. *Irrigation Principles and Practices*. Wiley, New York.

Jensen, M.E., 1996. *Irrigated agriculture at the crossroads*. In: Pereira, L.S., Feddes, R.A., Gilley, J.R., Lesaffre, B. (Eds.), *Sustainability of Irrigated Agriculture*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 19-33.

MADRP - Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, (s/d) *Alqueva Agrícola – Projecto*, Dossier do Produtor

[www.idrha.min\\_agricultura.pt/gpaa](http://www.idrha.min_agricultura.pt/gpaa)

Nunes, J.T.; Pais, C., 1996. *Consumo de água para rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*, Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural, Lisboa.

Pastor, M.; Orgaz, F., 1994. *Riego deficitário del olival: Los programas de recorte de Riego en olivar*. Agricultura n. 746: 768-776.

Pereira, L.S., 2004. *Necessidades de Água e Métodos de Rega*, Europa - América

Pereira, L. S., 1999. *Higher performance through combined improvements in irrigation methods and scheduling a discussion*, Agricultural Water Management, 40,153-169.

Raposo, J. R., 1996. *A Rega – Dos Primitivos Regadios às modernas técnicas de rega*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Smith, M., 1995. *CROPWAT - A computer program for irrigation planning and management*, FAO, Irrigation and Drainage Paper n. 46, Food and Agriculture Organisation, Rome

Wolters, W., 1992. *Influences on the Efficiency of Irrigation Water Use*. ILRI Publication No. 51, ILRI, Wageningen.

**ANEXO I – DOTAÇÕES ÚTEIS MÉDIAS E COM PROBABILIDADE DE NÃO  
EXCEDÊNCIA DE 80% (mm) (IEADR, 1996)**

Cultura	Tipo de Valor	Meses												Ano
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	No v.	D ez.	
Milho Grão	Média	-	-	-	-	38,2	131,8	259,8	206,8	8,4	-	-	-	645,0
	P(X<0,80)	-	-	-	-	59,3	165,2	279,4	223,8	18,9	-	-	-	692,9
Milho Forragem	Média	-	-	-	-	38,2	131,8	259,8	166,2	-	-	-	-	596,0
	P(X<0,80)	-	-	-	-	59,3	165,2	279,4	181,6	-	-	-	-	645,2
Girassol	Média	-	-	-	-	39,3	131,5	239,3	101,7	-	-	-	-	511,7
	P(X<0,80)	-	-	-	-	60,9	159,0	256,9	114,0	-	-	-	-	558,5
Soja	Média	-	-	-	-	-	97,4	224,9	240,8	36,9	-	-	-	600
	P(X<0,80)	-	-	-	-	-	124,7	246,1	258,9	58,8	-	-	-	636,5
Tomate	Média	-	-	-	-	131,9	202,2	199,4	134,4	-	-	-	-	667,9
	P(X<0,80)	-	-	-	-	163,8	236,5	211,6	147,2	-	-	-	-	725,7
Pimento	Média	-	-	-	-	45,3	133,7	240,8	206,3	105,1	-	-	-	731,1
	P(X<0,80)	-	-	-	-	63,9	162,6	255,3	219,5	127,7	-	-	-	779,9
Prado	Média	-	-	28,1	77,3	143,6	183,9	240,2	216,7	122,2	41,6	9,	0,	1063,
	P(X<0,80)	-	-	56,9	116,4	183,8	223,9	260,6	237,7	150,7	73,4	2	5	2
Beterreba de Primavera	Média	-	-	-	-	56,0	138,4	262,0	220,7	58,7	-	-	-	735,8
	P(X<0,80)	-	-	-	-	79,9	167,2	279,6	237,1	79,3	-	-	-	787,8
Beterraba de Outono	Média	-	-	46,7	90,6	133,6	80,6	-	-	-	-	-	-	351,5
	P(X<0,80)	-	-	76,4	127,5	171,0	106,1	-	-	-	-	-	-	410,9
Ervilha	Média	-	-	10,3	65,8	159,4	48,7	-	-	-	-	-	-	284,3
	P(X<0,80)	-	-	20,7	92,7	197,6	61,8	-	-	-	-	-	-	336,9
Hortícolas	Média	1,8	8,6	56,1	86,4	125,2	121,3	-	-	-	-	-	-	399,3
	P(X<0,80)	6,7	19,9	84,1	117,4	158,8	149,2	-	-	-	-	-	-	456,9
Prunoideas	Média	-	-	-	24,7	131,0	166,8	220,7	196,0	96,7	29,1	5,	-	870,7
	P(X<0,80)	-	-	-	54,6	172,7	198,2	246,6	213,5	127,4	61,9	7	-	944,3
Citríneos	Média	-	-	26,4	58,5	104,5	121,1	148,3	144,6	79,2	26,7	5,	0,	715,8
	P(X<0,80)	-	-	62,2	91,6	144,7	153,1	171,8	171,2	107,8	59,1	7	9	789,9
												24,2	3,7	

Olival	Média	-	-	-	-	18,0	94,6	116,0	78,5	52,8	-	-	-	359,9
	P(X<0,80)	-	-	-	-	48,8	133,3	149,7	100,9	92,4	-	-	-	405,5
Arroz	Média	-	-	-	300,	209,3	362,3	323,8	303,2	182,5	-	-	-	1681,
	P(X<0,80)	-	-	-	0	245,0	397,2	340,2	317,4	205,0	-	-	-	1
					300,									1747,
					0									5
Nogueira	Média	-	-	-	10,8	98,3	138,0	179,3	163,0	63,8	14,3	-	-	667,4
	P(X<0,80)	-	-	-	34,2	145,7	170,7	196,9	184,5	94,6	41,6	-	-	730,7
Trigo	Média	1,4	-	63,0	90,4	82,8	13,2	-	-	-	-	-	-	250,9
	P(X<0,80)	8,1	-	101,	133,	123,5	24,8	-	-	-	-	-	-	305,9
				8	7									

## ANEXO II – CONSUMOS VERIFICADOS NAS DIFERENTES CULTURAS

Nos quadros seguintes são apresentados os valores consumidos no Perímetro de rega do Monte Novo, para as culturas escolhidas e por tipo de rega, para o ano de 2009. Estes valores estão agrupados por três períodos distintos, nomeadamente de 1 de Janeiro a 30 de Junho, de 1 de Julho a 30 de Setembro e de 1 de Outubro a 31 de Dezembro.

Quadro II.1 – Consumos para a Cultura do Milho

Bloco	Hidrante	Boca	Cultura	Tipo de rega	Área Regada (ha)	Volume de água utilizado de 1 de Janeiro a 30 de Junho (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Julho a 30 de Setembro (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Outubro a 31 de Dezembro (m <sup>3</sup> )	Volume Total de Água Utilizado em 2009 (m <sup>3</sup> )	Consumo Total (m <sup>3</sup> /ha)
Bloco 1.1	BL1.1_H1	B2	Milho	Aspersão	30	153.491	205.778	9.393	368.662	12.289
		B3	Milho	Aspersão	53	106.855	437.581	61.474	605.910	12.118
		B4	Milho	Aspersão	30	148.683	265.585	36.077	450.345	15.012
Bloco 1.1	BL1.1_H4.	B1	Milho	Aspersão	35	105.151	62.792	812	168.755	4.822
		B2	Milho	Aspersão	35	34.887	37.211	0	72.098	2.060
Bloco 1.1	BL1.1_H5.1	B1	Milho	Aspersão	14	6.887	56.772	3.686	67.345	4.810
Bloco 1.1	BL1.1_H5.2	B1	Milho	Aspersão (Pivot)	20	65.312	117.585	14.030	196.927	9.846
Bloco 1.1	BL1.1_H5.3	B1	Milho	Aspersão (Pivot)	40	152.760	210.819	20.247	383.826	9.596
Bloco 1.1	BL1.1_H7	B1	Milho	Aspersão (Pivot)	20	86.448	117.497	7.919	211.864	10.593
Bloco 1.1	BL1.1_H8	B1	Milho	Aspersão	12	1.183	2.923	0	4.106	342
Bloco 2	H3.8	1	Milho	Aspersão	1	5.587	8.588	0	14.175	14.175
		2	Milho	Aspersão	1	2.221	2.916	0	5.137	5.137
		3	Milho	Aspersão	1,5	2.992	4.240	0	7.232	4.821
Bloco 2	H3.10	1	Milho	Aspersão	1,3	175	0	0	175	134
		2	Milho	Aspersão	1	15	0	0	15	15
Bloco 2	H5.12	1	Milho	Aspersão	2,5	3.486	9.562	0	13.048	5.219
Bloco 2	H6	2	Milho	Aspersão	0,5	1.580	3.551	0	5.131	10.262
Bloco 2	H6.20	1	Milho	na fase de projeto	2,3	2.006	2.129	0	4.135	1.797
Bloco 2	H.8	1	Milho	Aspersão	1	2.275	0	0	2.275	2.275
Bloco 2		2	Milho	Aspersão	1,8	3.252	11.967	0	15.219	8.455
Bloco 2	H9.8	2	Milho	Aspersão	1.8	0	11.617	0	11.617	

Bloco	Hidrante	Boca	Cultura	Tipo de rega	Área Regada (ha)	Volume de água utilizado de 1 de Janeiro a 30 de Junho (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Julho a 30 de Setembro (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Outubro a 31 de Dezembro (m <sup>3</sup> )	Volume Total de Água Utilizado em 2009 (m <sup>3</sup> )	Consumo Total (m <sup>3</sup> /ha)
Bloco 2	H9.14	3	Milho	Aspersão	2	4.582	9.232	0	13.814	6.907
Bloco 2	H10	3	Milho	Aspersão	2,2	9.088	1.395	0	10.483	4.765
Bloco 2	H12.1	1	Milho	Aspersão	1	253	17.737	0	17.990	17.990
		3	Milho	Aspersão	0,5	6.090	0	0	6.090	12.180
Bloco 2	H12.2	1	Milho	Aspersão	1	800	0	0	800	800
		2	Milho	Aspersão	1	797	0	0	797	797
Bloco 2	H12.3	1	Milho	Aspersão	1,4	466	3.848	0	4.314	3.081
Bloco 2	H13.10	2	Milho	Aspersão	2	3.385	14.278	0	17.663	8.831
Bloco 2	H13.11	2	Milho	Aspersão	0,9	3.099	2.137	3.155	8.391	9.323
Bloco 2	H15.2	2	Milho	Aspersão	5	9.109	9.763	0	18.872	3.774
Bloco 2	H15.3	1	Milho	Aspersão	2	0	5.510	0	5.510	2.755
Bloco 2		3	Milho	Aspersão	1	0	16.506	0	16.506	16.506
Bloco 3	H1	3	Milho	Aspersão (Pivot)	10	11.168	47.573	3.098	61.839	6.183
		4	Milho	Aspersão (Pivot)	10	12.555	46.150	64.488	123.193	12.319
		5	Milho	Aspersão (Pivot)	20	5.494	25.088	45.285	75.867	3.793
Bloco 3	H1.4	1	Milho	Aspersão (Pivot)	55	194.269	196.919	347.227	738.415	13.425
Bloco 3	H5	1	Milho	Aspersão (Pivot)	100	250.982	288.452	15.605	555.039	5.550
Bloco 4.1	H1	2	Milho	Aspersão	2	0	5.118	0	5118	2.559
Bloco 4.1	H1.4	1	Milho	Aspersão	42	11.875	323.099	79.352	414.326	6.905
Bloco 4.1	H2	1	Milho	Aspersão	30	47.216	49.358	3.916	100.490	3.349
Bloco 4.1	H2.1	1	Milho	Aspersão (Pivot)	12	33.527	59.613	6.011	99.151	8.262
Bloco 4.1	H2.2	1	Milho	Aspersão (Pivot)	14	22.005	48.456	7.540	78.001	5.571
Bloco 4.1	H3.2	1	Milho	Aspersão	4	0	17.061	0	17.061	4.265
Total					621,9	1.512.006	2.756.406	729.315	4.997.727	-

Quadro II.2 – Consumos para a Cultura do Olival

Bloco	Hidrante	Boca	Cultura	Tipo de rega	Área Regada (ha)	Volume de água utilizado de 1 de Janeiro a 30 de Junho (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Julho a 30 de Setembro (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Outubro a 31 de Dezembro (m <sup>3</sup> )	Volume Total de Água Utilizado em 2009 (m <sup>3</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> /ha)
Bloco 1.1	BL1.1_H2	B2	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	-	0	0	0	0	
		B3	Olival	Localizada	50	32.682	63.804	39.406	135.892	2.718
		B4	Olival	Localizada	50	19.773	37.704	16.491	73.968	1.479
Bloco 1.1	BL1.1_H3	B1	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	45	54.129	91.323	36.618	182.070	4.046
		B2	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	45	28.993	40.191	18.168	87.352	1.941
Bloco 1.1	BL1.1_H3.1	B3	Olival	Localizada	60	108.363	176.136	0	284.499	4.742
Bloco 1.1	BL1.1_H5	B1	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	45	64.167	90.984	0	155.151	3.448
		B2	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	60	36.362	61.273	24.967	122.602	2.043
		B3	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	45	22.639	36.124	15.914	74.677	1.659
Bloco 2	H9.11	2	Olival	Alagamento	2	4.278	5.231	146	9.655	4.827
Bloco 2	H13.3	2	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	15	28.670	107.575	0	136.245	9.083
Bloco 2	H13.3	2	Vinha/Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	94	0	0	0	0	0
Bloco 3	H3	1	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	90	31.763	49.654	7.716	89.133	990
		2	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	90	38.124	84.771	137.859	260.754	2.897
Bloco 4.2	H1	1	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	72,5	17.645	36.873	0	54.518	751
		2	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	72,5	36.141	273.850	36.579	346.570	4.780
		3	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	72,5	71.603	215.076	38.078	324.757	4.479
		4	Olival	Localizada (Gota-a-Gota)	72,5	31.132	866	0	31.998	441
Bloco 4.A	H3.2	1	Olival	Localizada	200	165.826	276.460	75.150	517.436	2.587
		2	Olival	Localizada	40	20.804	0	1.814	22.618	565
Total					1.221	813.094	1.647.895	448.906	2.909.895	-

Quadro II.3 – Consumos para a Cultura da Vinha

Bloco	Hidrante	Boca	Cultura	Tipo de rega	Área Regada (ha)	Volume de água utilizado de 1 de Janeiro a 30 de Junho (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Julho a 30 de Setembro (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Outubro a 31 de Dezembro (m <sup>3</sup> )	Volume Total de Água Utilizado em 2009 (m <sup>3</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> /ha)
Bloco 1.1	BL1.1_H4.2	B1	Vinha	Localizada (Gota-a-Gota)	30	467	12.874	6.688	20.029	668
Bloco 1.2	BL1.2_H3.1	B1	Vinha	Localizada	14	430	4.445	0	4.875	348
Bloco 2	H3.7	1	Vinha	Localizada (Gota-a-Gota)	4	15.722	3.113	0	18.835	4.708
Bloco 2	H3.9	1	Vinha	Localizada (Gota-a-Gota)	15	0	13.751	0	13.751	916
Bloco 2	H8.3	1	Vinha	Localizada (Gota-a-Gota)	3	404	1.500	0	1.904	634
Bloco 2	H8.5	1	Vinha	Localizada (Gota-a-Gota)	1,5	1.319	1.578	49	2.946	1.964
Bloco 2	H13.3	2	Vinha	Localizada (Gota-a-Gota)	15	28.670	107.575	0	136.245	9.083
			Vinha/Oliv al	Localizada (Gota-a-Gota)	94	0	0	0	0	0
Bloco 4.A	H3.4	1	Vinha	Localizada	25	19.146	15.888	0	35.034	1.401
		2	Vinha	Localizada	25	6.457	0	0	6.457	258
Total					202	66.158	160.724	6.737	233.619	-

Quadro II.4 – Consumos para a Cultura do Prado

Bloco	Hidrante	Boca	Cultura	Tipo de rega	Área Regada (ha)	Volume de água utilizado de 1 de Janeiro a 30 de Junho (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Julho a 30 de Setembro (m <sup>3</sup> )	Volume de água utilizado de 1 de Outubro a 31 de Dezembro (m <sup>3</sup> )	Volume Total de Água Utilizado em 2009 (m <sup>3</sup> )	Consumo (m <sup>3</sup> /ha)
Bloco 1.2	BL1.2_H5	B1	Prado	Aspersão	10	167	0	0	167	17
Bloco 1.2	BL1.2_H6	B1	Prado	Aspersão	60	33.682	162.476	0	196.158	3.269
Bloco 2	H5.38	1	Prado	Aspersão	1,8	2.470	4.330	309	7.109	3.949
Bloco 2	H5.46	2	Prado	Aspersão	1,4	0	8.724	11	8.735	6.239
Bloco 2	H5.48	1	Prado	Aspersão	1,5	2.145	4.637	139	6.921	4.614
Bloco 2	H6.5	2	Prado	Aspersão	8	16.012	15.655	1.316	32.983	4.122
		3	Prado	Aspersão	2,8	6.014	16.197	149	22.360	7.985
Bloco 2	H6.15	1	Prado	Aspersão	1,7	0	2.260	11	2.271	1.335
Bloco 2	H6.21	1	Prado	Aspersão	1	70	161	20	251	251
		2	Prado	Aspersão	1,7	3.207	6.510	262	9.979	5.870
Bloco 2	H8A.2	1	Prado	Aspersão	0,5	989	456	74	1.519	3.038
Bloco 2	H9.1	1	Prado	Aspersão	1	3.336	6.289	105	9.730	9.730
Bloco 2	H9.10	2	Prado	Aspersão	2	9.751	6.459	1.211	17.421	8.710
Bloco 4.1	H1.2	2	Prado	Aspersão (Pivot)	30	121.488	149.873	24.027	295.388	9.846
Bloco 4.2	H3	2	Prado	Aspersão (Pivot)	40	154.283	216.201	34.463	404.947	10.123
Bloco 4.A	H2.1	1	Prado	Aspersão	30	86.959	102.891	146.291	336.141	11.204
Bloco 4.A Bloco 4.A	H3 H4.1	1	Prado	Aspersão	15	5.533	74.145	0	79.678	5.311
		1	Prado	Aspersão (Pivot)	20	47.369	0	0	47.369	1.578
Bloco 4.A	H6	1	Prado	Aspersão (Pivot)	40	106.577	144.022	26.940	277.539	6.938
		2	Prado	Aspersão (Pivot)	12	71.996	45.607	16.527	134.130	4.191
Total					310,4	672.048	966.893	251.855	1.890.796	-

# ANEXO III – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES NO CROPWAT

## Milho

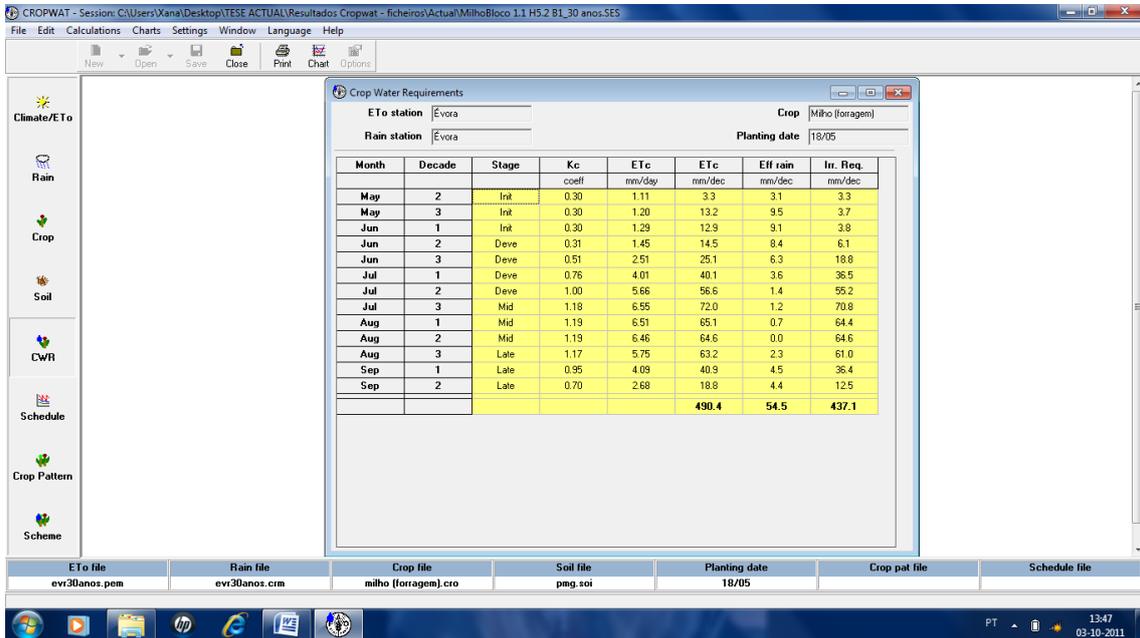
### III. 1 – Média de 30 anos – Bloco 1.1

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Apr	1	Init	0.30	0.76	7.6	16.1	0.0
Apr	2	Init	0.30	0.83	8.3	15.2	0.0
Apr	3	Deve	0.33	1.02	10.2	13.7	0.0
May	1	Deve	0.53	1.80	18.0	11.9	6.1
May	2	Deve	0.75	2.77	27.7	10.3	17.4
May	3	Deve	0.98	3.92	43.2	9.5	33.7
Jun	1	Mid	1.17	5.02	50.2	9.1	41.1
Jun	2	Mid	1.18	5.44	54.4	8.4	46.0
Jun	3	Mid	1.18	5.80	58.0	6.3	51.7
Jul	1	Mid	1.18	6.24	62.4	3.6	58.8
Jul	2	Late	1.14	6.45	64.5	1.4	63.1
Jul	3	Late	0.98	5.41	59.5	1.2	58.2
Aug	1	Late	0.80	4.37	43.7	0.7	43.0
Aug	2	Late	0.67	3.66	36.6	0.0	18.3
					<b>525.9</b>	<b>107.5</b>	<b>437.4</b>

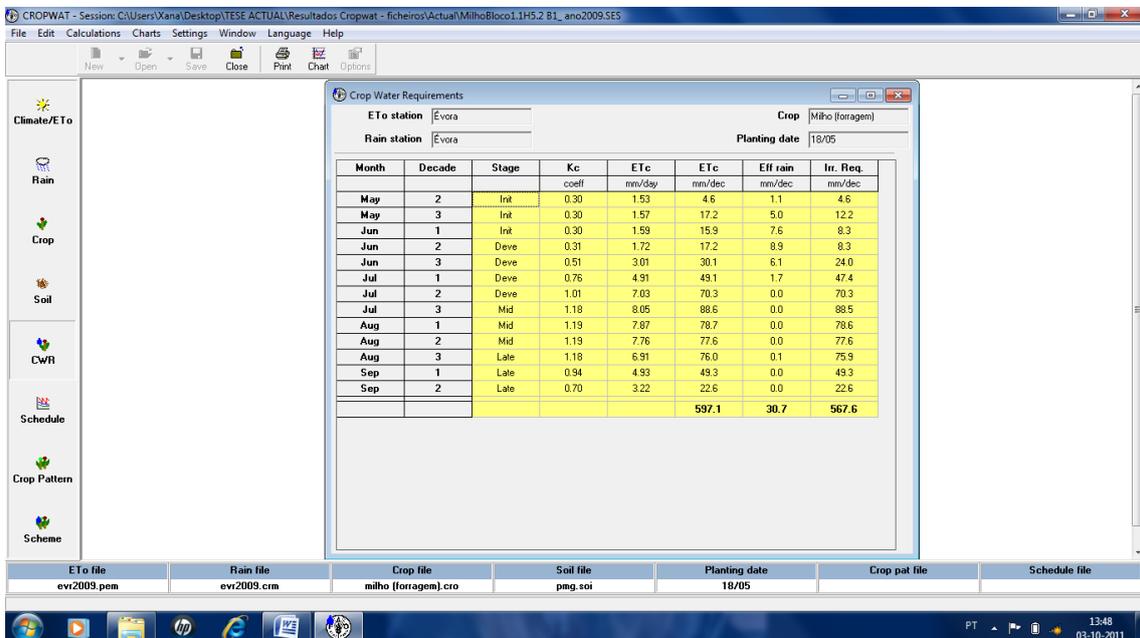
### III.2. Dados de 2009 – Bloco 1.1

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Apr	1	Init	0.30	0.92	9.2	10.0	0.0
Apr	2	Init	0.30	0.90	9.0	12.8	0.0
Apr	3	Deve	0.33	1.22	12.2	10.2	2.0
May	1	Deve	0.53	2.36	23.6	6.2	17.4
May	2	Deve	0.75	3.81	38.1	3.7	34.3
May	3	Deve	0.97	5.08	50.8	5.0	50.9
Jun	1	Mid	1.16	6.13	61.3	7.6	53.7
Jun	2	Mid	1.17	6.38	63.8	8.9	54.8
Jun	3	Mid	1.17	6.89	68.9	6.1	62.8
Jul	1	Mid	1.17	7.57	75.7	1.7	74.0
Jul	2	Late	1.13	7.93	79.3	0.0	79.3
Jul	3	Late	0.97	6.60	72.6	0.0	72.6
Aug	1	Late	0.80	5.28	52.8	0.0	52.8
Aug	2	Late	0.68	4.41	44.1	0.0	22.0
					<b>644.5</b>	<b>72.4</b>	<b>576.7</b>

### III. 3 – Média de 30 anos – Bloco 4.1

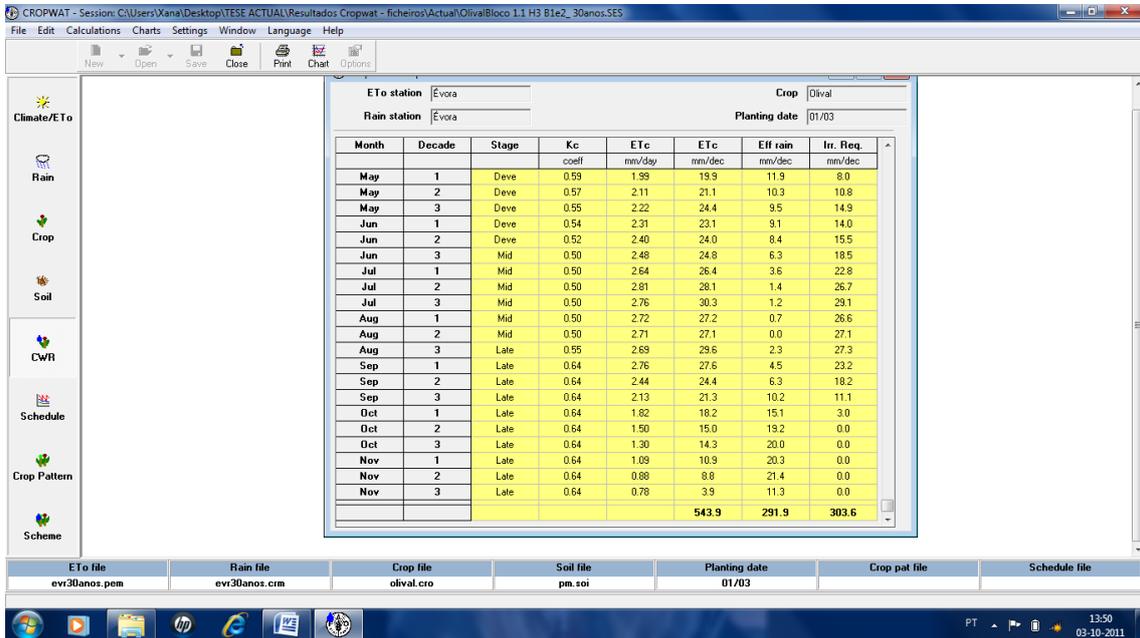


### III.4. Dados de 2009 – Bloco 4.1

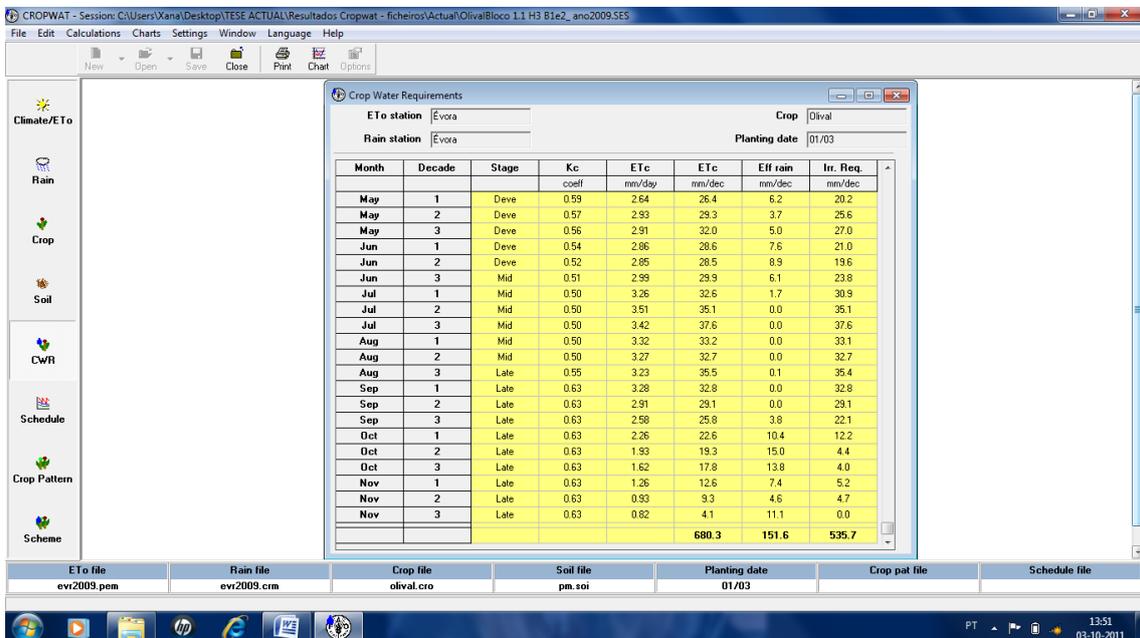


# Olival

## III. 5 – Média de 30 anos

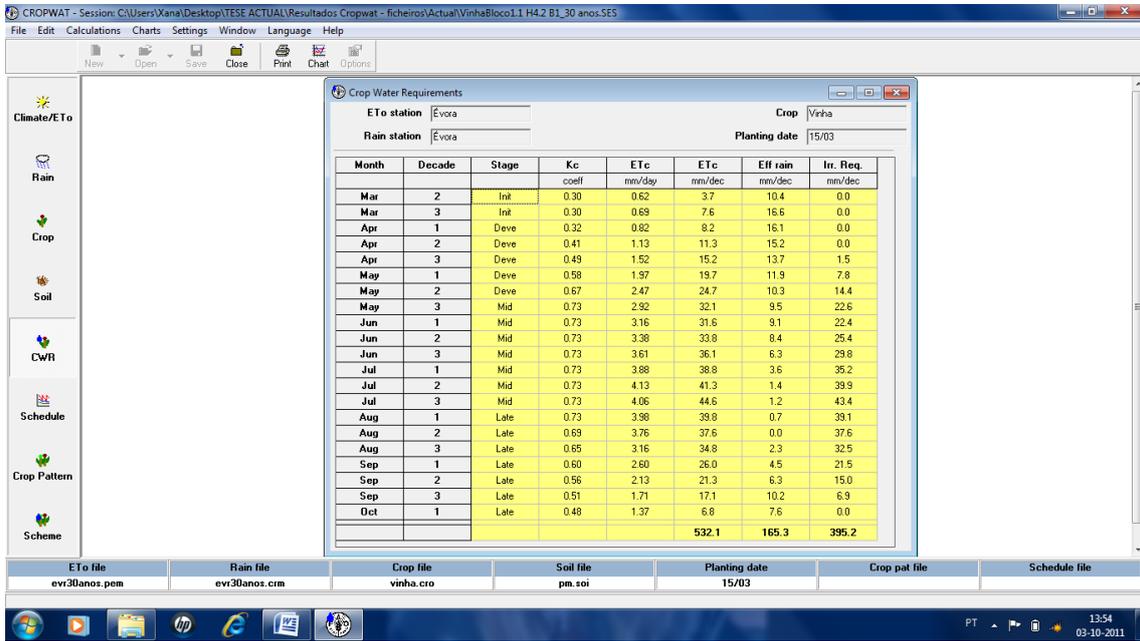


## III.6. Dados de 2009

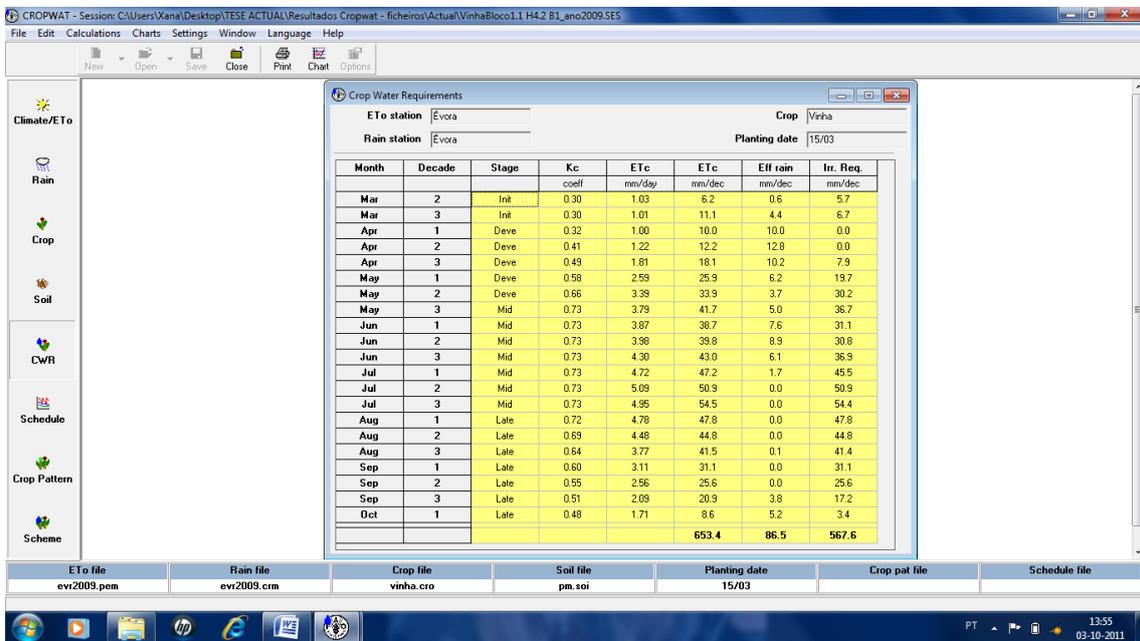


# Vinha

## III. 7 – Média de 30 anos



## III.8. Dados de 2009



# Prado

## III.9 – Média de 30 anos – Bloco 4.1 hidrante 1.2 boca 1 e 2

CROPWAT - Session: C:\Users\Xana\Desktop\NOVA TESE\Nova simulacao prado\Prado\Bloco4.1 H1.2 B1 e 2\_30 anos.SES

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

Climate/ETo Rain Crop Soil DWRI Schedule Crop Pattern Scheme

**Crop Water Requirements**

ETo station: Évora  
Rain station: Évora  
Crop: Prado (permanente)  
Planting date: 01/10

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	In. Req. mm/dec
Oct	1	Ini	0.30	0.85	8.5	15.1	0.0
Oct	2	Ini	0.30	0.70	7.0	19.2	0.0
Oct	3	Ini	0.30	0.61	6.7	20.0	0.0
Nov	1	Ini	0.30	0.51	5.1	20.3	0.0
Nov	2	Ini	0.30	0.41	4.1	21.4	0.0
Nov	3	Ini	0.30	0.37	3.7	22.5	0.0
Dec	1	Ini	0.30	0.32	3.2	23.8	0.0
Dec	2	Deve	0.31	0.29	2.9	24.9	0.0
Dec	3	Deve	0.36	0.33	3.6	25.2	0.0
Jan	1	Deve	0.40	0.37	3.7	25.4	0.0
Jan	2	Deve	0.44	0.41	4.1	25.8	0.0
Jan	3	Deve	0.49	0.52	5.7	25.5	0.0
Feb	1	Deve	0.53	0.64	6.4	25.8	0.0
Feb	2	Deve	0.57	0.77	7.7	26.0	0.0
Feb	3	Deve	0.61	0.96	9.6	23.3	0.0
Mar	1	Deve	0.65	1.18	11.8	19.9	0.0
Mar	2	Deve	0.69	1.42	14.2	17.4	0.0
Mar	3	Deve	0.73	1.68	18.5	16.6	1.9
Apr	1	Mid	0.76	1.92	19.2	16.1	3.0
Apr	2	Mid	0.76	2.09	20.9	15.2	5.7
Apr	3	Mid	0.76	2.33	23.3	13.7	9.6
May	1	Mid	0.76	2.56	25.6	11.9	13.7
May	2	Mid	0.76	2.79	27.9	10.3	17.7

ETo file: evr30anos.pem    Rain file: evr30anos.crm    Crop file: prado [extensivo].cro    Soil file: pm.soi    Planting date: 01/10    Crop pat file:    Schedule file:

20:23 10-05-2012

CROPWAT - Session: C:\Users\Xana\Desktop\NOVA TESE\Nova simulacao prado\Prado\Bloco4.1 H1.2 B1 e 2\_30 anos.SES

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

Climate/ETo Rain Crop Soil DWRI Schedule Crop Pattern Scheme

**Crop Water Requirements**

ETo station: Évora  
Rain station: Évora  
Crop: Prado (permanente)  
Planting date: 01/10

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	In. Req. mm/dec
Mar	1	Deve	0.65	1.18	11.8	19.9	0.0
Mar	2	Deve	0.69	1.42	14.2	17.4	0.0
Mar	3	Deve	0.73	1.68	18.5	16.6	1.9
Apr	1	Mid	0.76	1.92	19.2	16.1	3.0
Apr	2	Mid	0.76	2.09	20.9	15.2	5.7
Apr	3	Mid	0.76	2.33	23.3	13.7	9.6
May	1	Mid	0.76	2.56	25.6	11.9	13.7
May	2	Mid	0.76	2.79	27.9	10.3	17.7
May	3	Mid	0.76	3.03	30.3	9.5	23.8
Jun	1	Mid	0.76	3.26	32.6	9.1	23.5
Jun	2	Mid	0.76	3.49	34.9	8.4	26.5
Jun	3	Mid	0.76	3.73	37.3	6.3	31.0
Jul	1	Mid	0.76	4.01	40.1	3.6	36.5
Jul	2	Late	0.76	4.27	42.7	1.4	41.3
Jul	3	Late	0.76	4.22	46.4	1.2	45.2
Aug	1	Late	0.76	4.17	41.7	0.7	41.0
Aug	2	Late	0.76	4.14	41.4	0.0	41.4
Aug	3	Late	0.76	3.73	41.0	2.3	38.8
Sep	1	Late	0.76	3.30	33.0	4.5	28.5
Sep	2	Late	0.76	2.91	29.1	6.3	22.9
Sep	3	Late	0.76	2.54	25.4	10.2	15.2
					<b>720.3</b>	<b>528.8</b>	<b>467.0</b>

ETo file: evr30anos.pem    Rain file: evr30anos.crm    Crop file: prado [extensivo].cro    Soil file: pm.soi    Planting date: 01/10    Crop pat file:    Schedule file:

20:24 10-05-2012

### III.10 – Dados de 2009 – Bloco 4.1 hidrante 1.2 boca 1 e 2

CROPWAT - Session: C:\Users\Xana\Desktop\NOVA TESE\Nova simulacao prado\PradoBloco4.1 H1.2 B1 e 2\_ano2009.SES

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

Climate/ETo Rain Crop Soil CWRI Schedule Crop Pattern Scheme

**Crop Water Requirements**

ETo station [Evora] Crop [Prado (permanente)]  
 Rain station [Evora] Planting date [01/10]

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	In. Req. mm/dec
Oct	1	Ini	0.30	1.08	10.8	10.4	0.4
Oct	2	Ini	0.30	0.92	9.2	15.0	0.0
Oct	3	Ini	0.30	0.77	8.5	13.8	0.0
Nov	1	Ini	0.30	0.60	6.0	7.4	0.0
Nov	2	Ini	0.30	0.44	4.4	4.6	0.0
Nov	3	Ini	0.30	0.39	3.9	22.2	0.0
Dec	1	Ini	0.30	0.35	3.5	48.3	0.0
Dec	2	Deve	0.31	0.31	3.1	66.7	0.0
Dec	3	Deve	0.36	0.33	3.7	56.7	0.0
Jan	1	Deve	0.40	0.33	3.3	43.1	0.0
Jan	2	Deve	0.44	0.33	3.3	36.0	0.0
Jan	3	Deve	0.49	0.50	5.5	30.9	0.0
Feb	1	Deve	0.53	0.72	7.2	26.1	0.0
Feb	2	Deve	0.57	0.93	9.3	20.8	0.0
Feb	3	Deve	0.61	1.32	10.5	15.3	0.0
Mar	1	Deve	0.65	1.83	18.3	7.6	10.7
Mar	2	Deve	0.69	2.37	23.7	1.1	22.6
Mar	3	Deve	0.73	2.46	27.0	4.4	22.7
Apr	1	Mid	0.76	2.33	23.3	10.0	13.3
Apr	2	Mid	0.76	2.27	22.7	12.8	9.9
Apr	3	Mid	0.76	2.78	27.8	10.2	17.6
May	1	Mid	0.76	3.39	33.9	6.2	27.7
May	2	Mid	0.76	3.87	38.7	3.7	34.9

ETo file [evr2009.pem] Rain file [evr2009.crm] Crop file [prado [extensivo].cro] Soil file [pm.soi] Planting date [01/10] Crop pat file Schedule file

20:26 10-05-2012

CROPWAT - Session: C:\Users\Xana\Desktop\NOVA TESE\Nova simulacao prado\PradoBloco4.1 H1.2 B1 e 2\_ano2009.SES

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

Climate/ETo Rain Crop Soil CWRI Schedule Crop Pattern Scheme

**Crop Water Requirements**

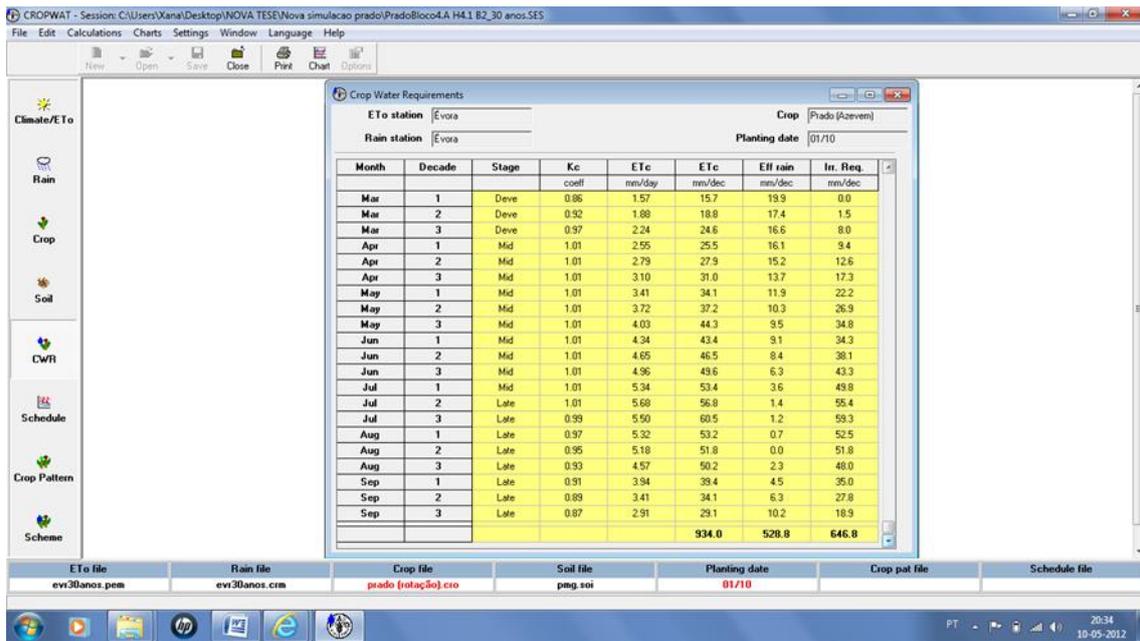
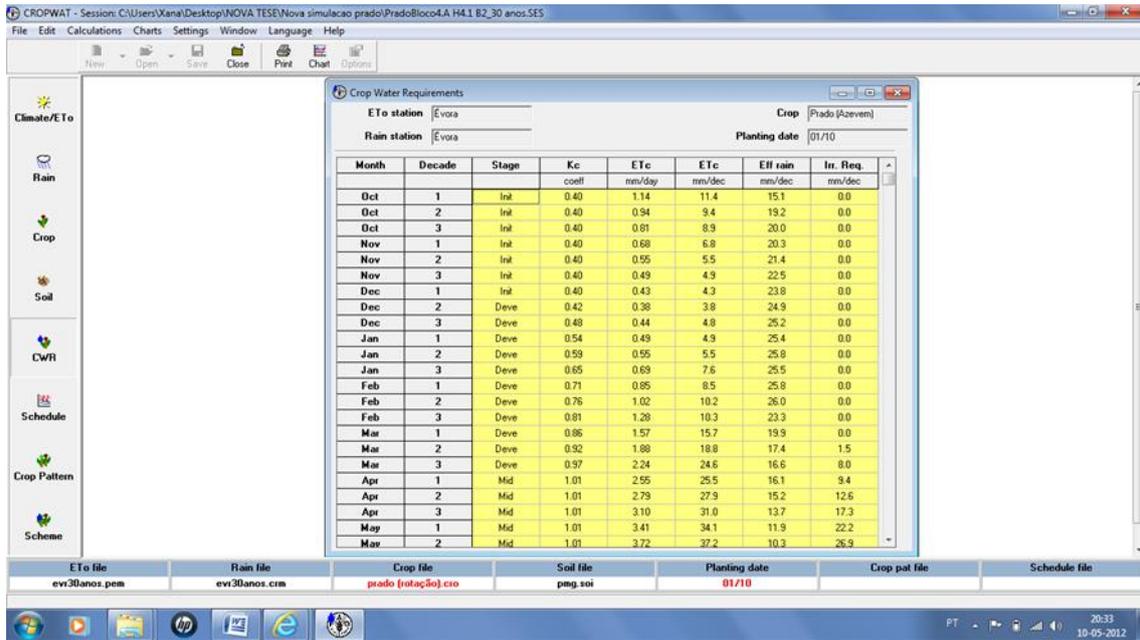
ETo station [Evora] Crop [Prado (permanente)]  
 Rain station [Evora] Planting date [01/10]

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	In. Req. mm/dec
Mar	1	Deve	0.65	1.83	18.3	7.6	10.7
Mar	2	Deve	0.69	2.37	23.7	1.1	22.6
Mar	3	Deve	0.73	2.46	27.0	4.4	22.7
Apr	1	Mid	0.76	2.33	23.3	10.0	13.3
Apr	2	Mid	0.76	2.27	22.7	12.8	9.9
Apr	3	Mid	0.76	2.78	27.8	10.2	17.6
May	1	Mid	0.76	3.39	33.9	6.2	27.7
May	2	Mid	0.76	3.87	38.7	3.7	34.9
May	3	Mid	0.76	3.95	43.5	5.0	38.5
Jun	1	Mid	0.76	4.02	40.2	7.6	32.6
Jun	2	Mid	0.76	4.13	41.3	8.9	32.4
Jun	3	Mid	0.76	4.47	44.7	6.1	38.5
Jul	1	Mid	0.76	4.90	49.0	1.7	47.3
Jul	2	Late	0.76	5.29	52.9	0.0	52.9
Jul	3	Late	0.76	5.18	56.9	0.0	56.9
Aug	1	Late	0.76	5.03	50.3	0.0	50.3
Aug	2	Late	0.76	4.96	49.6	0.0	49.6
Aug	3	Late	0.76	4.48	49.3	0.1	49.2
Sep	1	Late	0.76	3.98	39.8	0.0	39.7
Sep	2	Late	0.76	3.52	35.2	0.0	35.2
Sep	3	Late	0.76	3.13	31.3	3.8	27.5
					<b>891.5</b>	<b>506.6</b>	<b>710.4</b>

ETo file [evr2009.pem] Rain file [evr2009.crm] Crop file [prado [extensivo].cro] Soil file [pm.soi] Planting date [01/10] Crop pat file Schedule file

20:26 10-05-2012

### III.11 – Média de 30 anos – Bloco 4.A hidrante 4.1 boca 1



### III.12 – Dados de 2009 – Bloco 4.A hidrante 4.1 boca 1

CROPWAT - Session: C:\Users\Xana\Desktop\NOVA TESE\Nova simulacao prado\PradoBloco4A H41 B2\_ano2009.SES

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

Climate/ETo Rain Crop Soil CWRI Schedule Crop Pattern Scheme

**Crop Water Requirements**

ETo station: Évora Crop: Prado (Azerev)

Rain station: Évora Planting date: 01/10

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	In. Req. mm/dec
Oct	1	Ink	0.40	1.44	14.4	10.4	4.0
Oct	2	Ink	0.40	1.23	12.3	15.0	0.0
Oct	3	Ink	0.40	1.03	11.3	13.8	0.0
Nov	1	Ink	0.40	0.80	8.0	7.4	0.6
Nov	2	Ink	0.40	0.59	5.9	4.6	1.3
Nov	3	Ink	0.40	0.52	5.2	22.2	0.0
Dec	1	Ink	0.40	0.47	4.7	48.3	0.0
Dec	2	Deve	0.42	0.41	4.1	66.7	0.0
Dec	3	Deve	0.48	0.44	4.9	56.7	0.0
Jan	1	Deve	0.54	0.44	4.4	43.1	0.0
Jan	2	Deve	0.59	0.43	4.3	36.0	0.0
Jan	3	Deve	0.65	0.67	7.3	30.9	0.0
Feb	1	Deve	0.71	0.96	9.6	26.1	0.0
Feb	2	Deve	0.76	1.23	12.3	20.8	0.0
Feb	3	Deve	0.81	1.75	14.0	15.3	0.0
Mar	1	Deve	0.86	2.44	24.4	7.6	16.8
Mar	2	Deve	0.92	3.15	31.5	1.1	30.4
Mar	3	Deve	0.97	3.27	36.0	4.4	31.6
Apr	1	Mid	1.01	3.10	31.0	10.0	21.0
Apr	2	Mid	1.01	3.02	30.2	12.8	17.4
Apr	3	Mid	1.01	3.70	37.0	10.2	26.8
May	1	Mid	1.01	4.51	45.1	6.2	38.9
May	2	Mid	1.01	5.15	51.5	3.7	47.7

ETo file: evr2009.pem Rain file: evr2009.crn Crop file: prado [rotacao].cro Soil file: pmg soi Planting date: 01/10 Crop pat file: Schedule file:

PT 20:35 10-05-2012

CROPWAT - Session: C:\Users\Xana\Desktop\NOVA TESE\Nova simulacao prado\PradoBloco4A H41 B2\_ano2009.SES

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

Climate/ETo Rain Crop Soil CWRI Schedule Crop Pattern Scheme

**Crop Water Requirements**

ETo station: Évora Crop: Prado (Azerev)

Rain station: Évora Planting date: 01/10

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	In. Req. mm/dec
Mar	1	Deve	0.86	2.44	24.4	7.6	16.8
Mar	2	Deve	0.92	3.15	31.5	1.1	30.4
Mar	3	Deve	0.97	3.27	36.0	4.4	31.6
Apr	1	Mid	1.01	3.10	31.0	10.0	21.0
Apr	2	Mid	1.01	3.02	30.2	12.8	17.4
Apr	3	Mid	1.01	3.70	37.0	10.2	26.8
May	1	Mid	1.01	4.51	45.1	6.2	38.9
May	2	Mid	1.01	5.15	51.5	3.7	47.7
May	3	Mid	1.01	5.27	57.9	5.0	52.9
Jun	1	Mid	1.01	5.35	53.5	7.6	45.9
Jun	2	Mid	1.01	5.50	55.0	8.9	46.1
Jun	3	Mid	1.01	5.95	59.5	6.1	53.3
Jul	1	Mid	1.01	6.53	65.3	1.7	63.6
Jul	2	Late	1.01	7.04	70.4	0.0	70.4
Jul	3	Late	0.99	6.76	74.3	0.0	74.3
Aug	1	Late	0.97	6.43	64.3	0.0	64.2
Aug	2	Late	0.95	6.21	62.1	0.0	62.1
Aug	3	Late	0.93	5.48	60.3	0.1	60.2
Sep	1	Late	0.91	4.76	47.6	0.0	47.6
Sep	2	Late	0.89	4.12	41.2	0.0	41.2
Sep	3	Late	0.87	3.98	39.8	3.8	32.0
					<b>1156.7</b>	<b>506.6</b>	<b>950.4</b>

ETo file: evr2009.pem Rain file: evr2009.crn Crop file: prado [rotacao].cro Soil file: pmg soi Planting date: 01/10 Crop pat file: Schedule file:

PT 20:35 10-05-2012

## ANEXO IV – ORTOFOTOMAPAS DAS SITUAÇÕES ANALISADAS

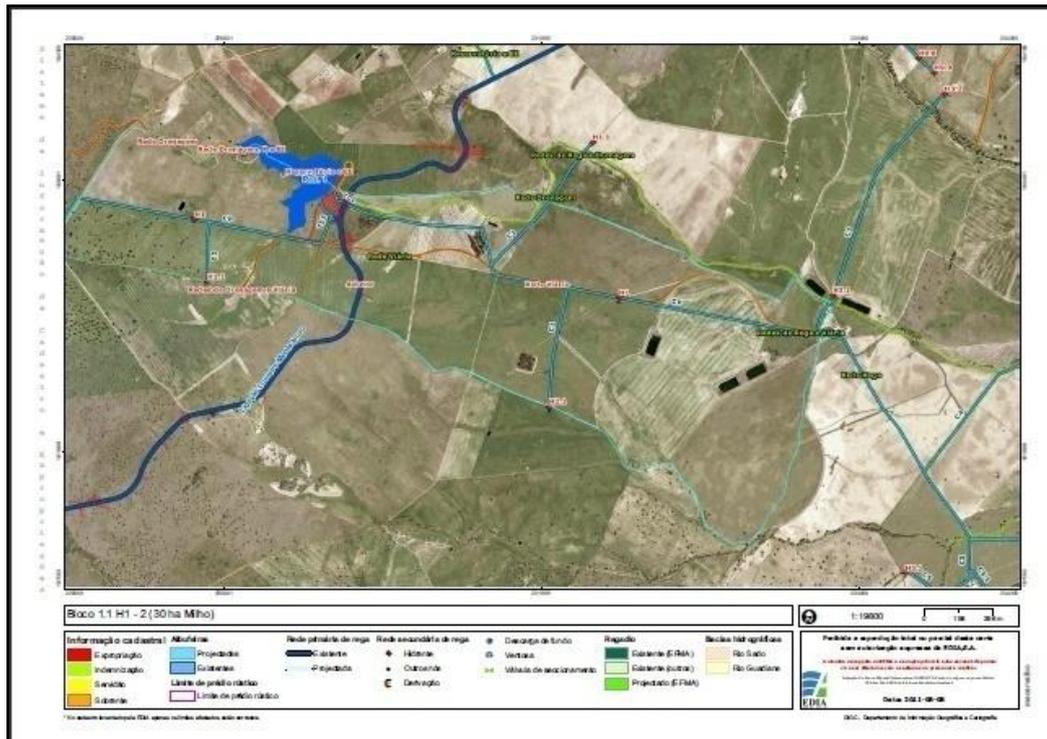


Figura I – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 1.1, Hidrante 1, Boca 2

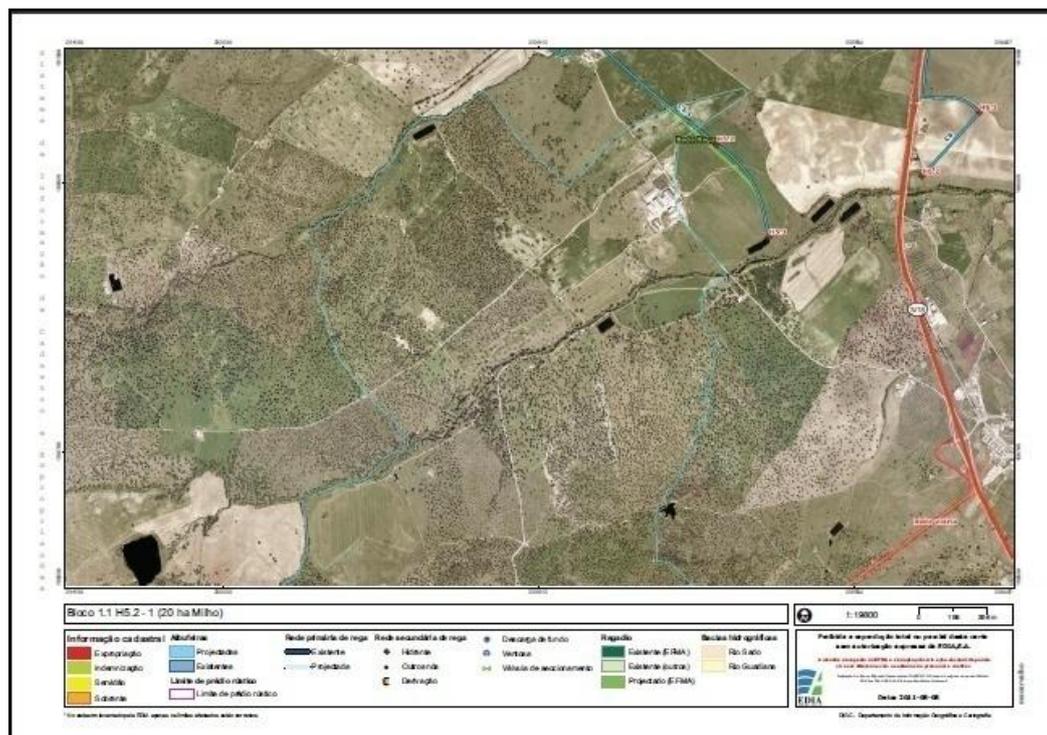


Figura II – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 1.1, Hidrante 5.2, Boca 1

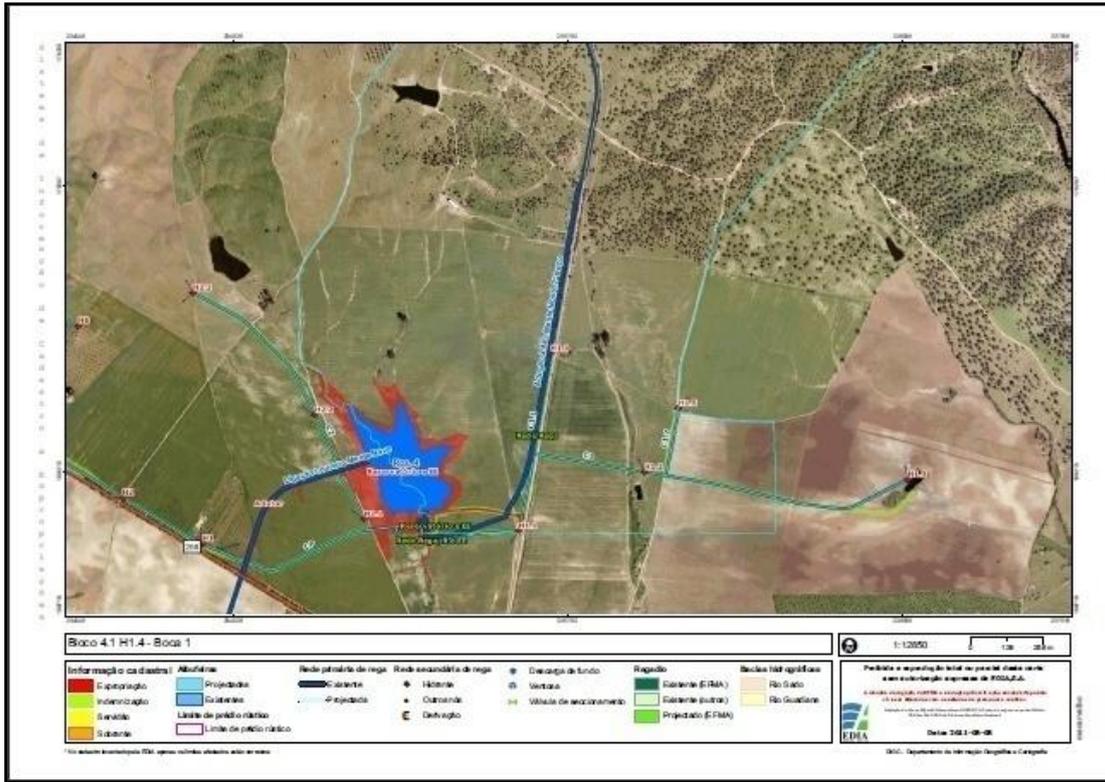


Figura III – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 4.1, Hidrante 1.4, Boca 1

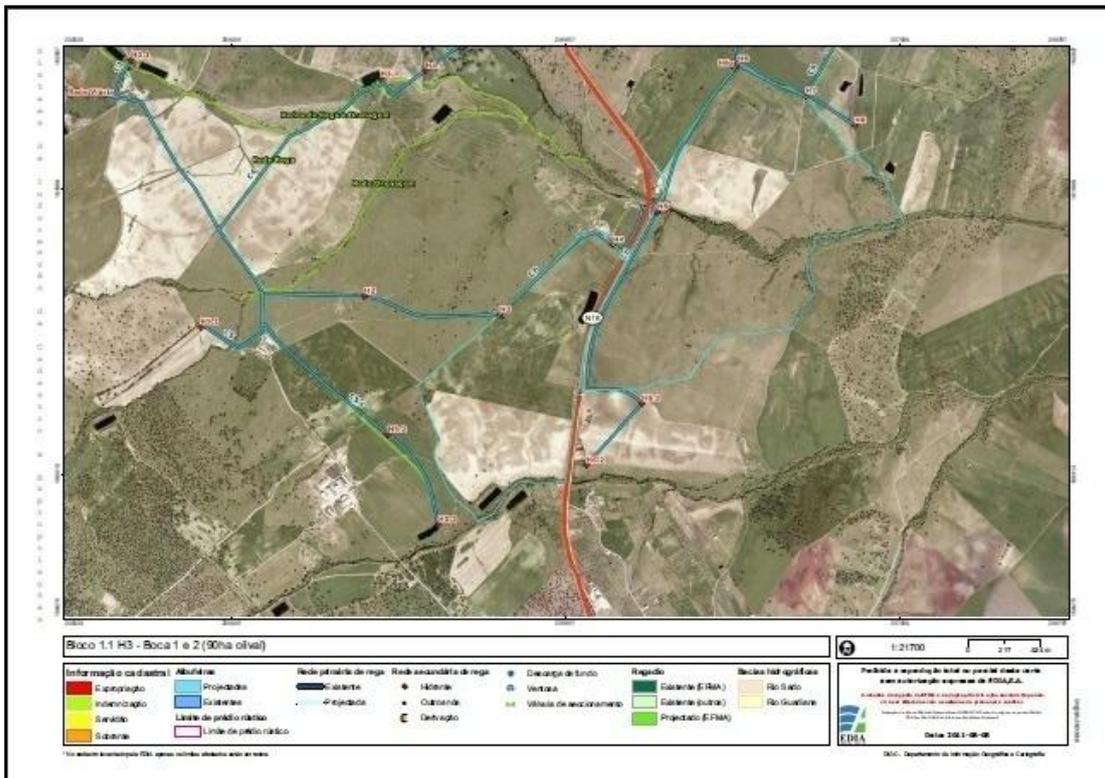


Figura IV – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 1.1 Hidrante 3 Bocas 1 e 2

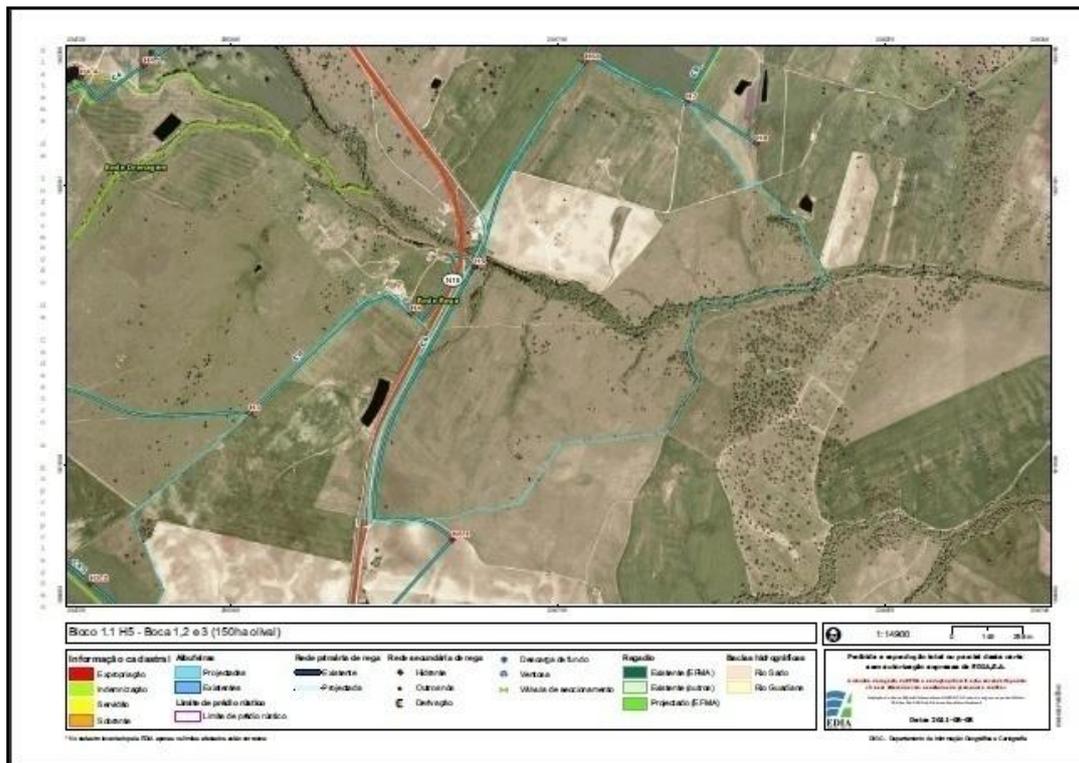


Figura V – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 1.1 Hidrante 5 Bocas 1, 2 e 3

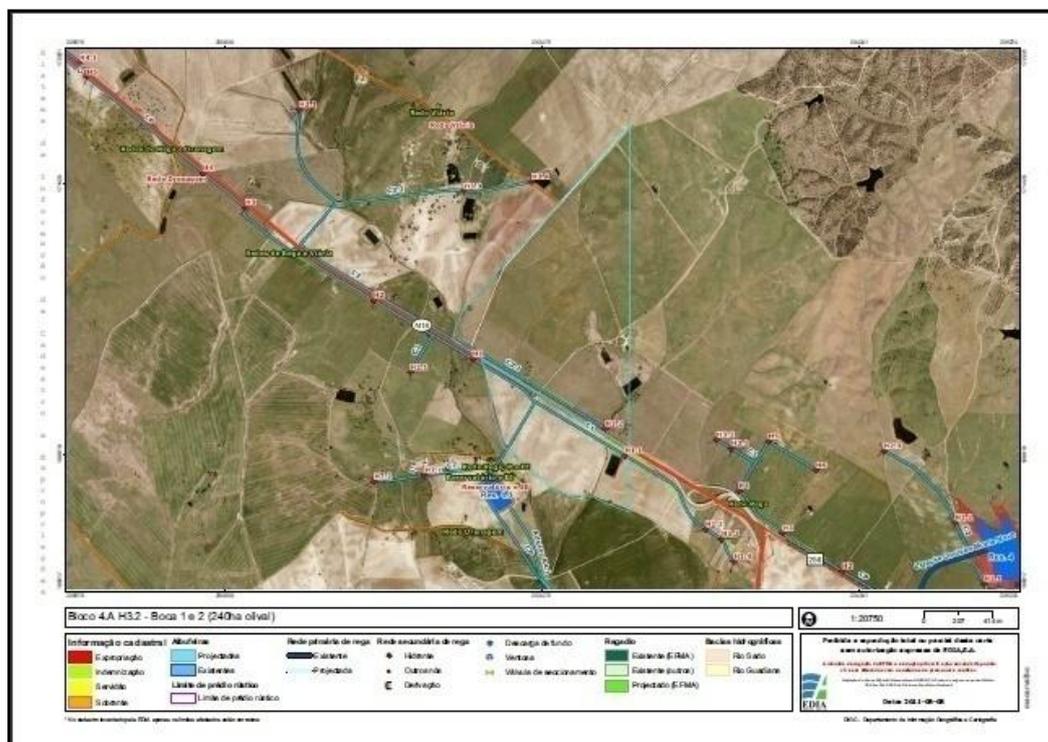


Figura VI – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 4.A Hidrante 3.2 Bocas 1 e 2

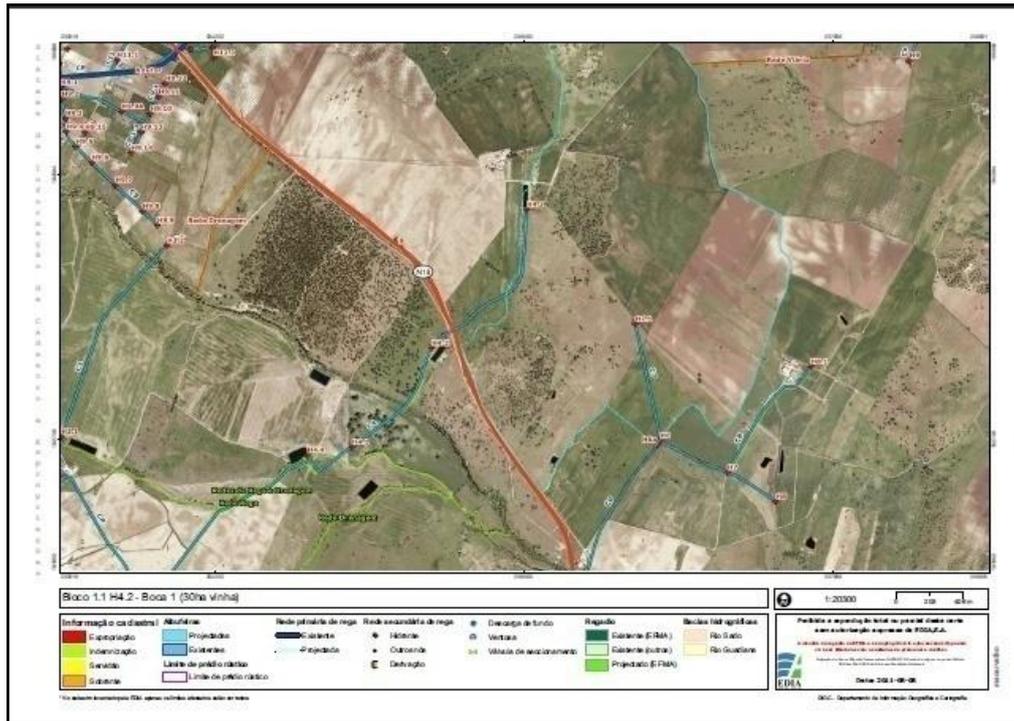


Figura VII – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 1.1 Hidrante 4.2 Boca 1

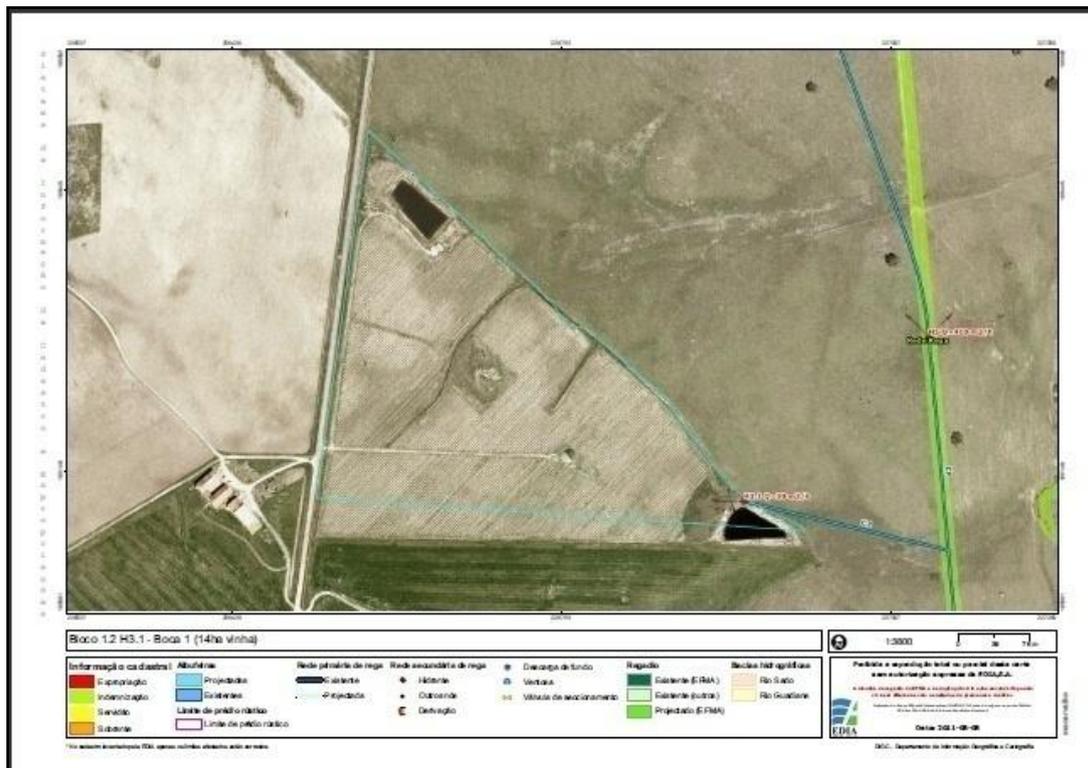


Figura VIII – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 1.2 Hidrante 3.1 Boca 1

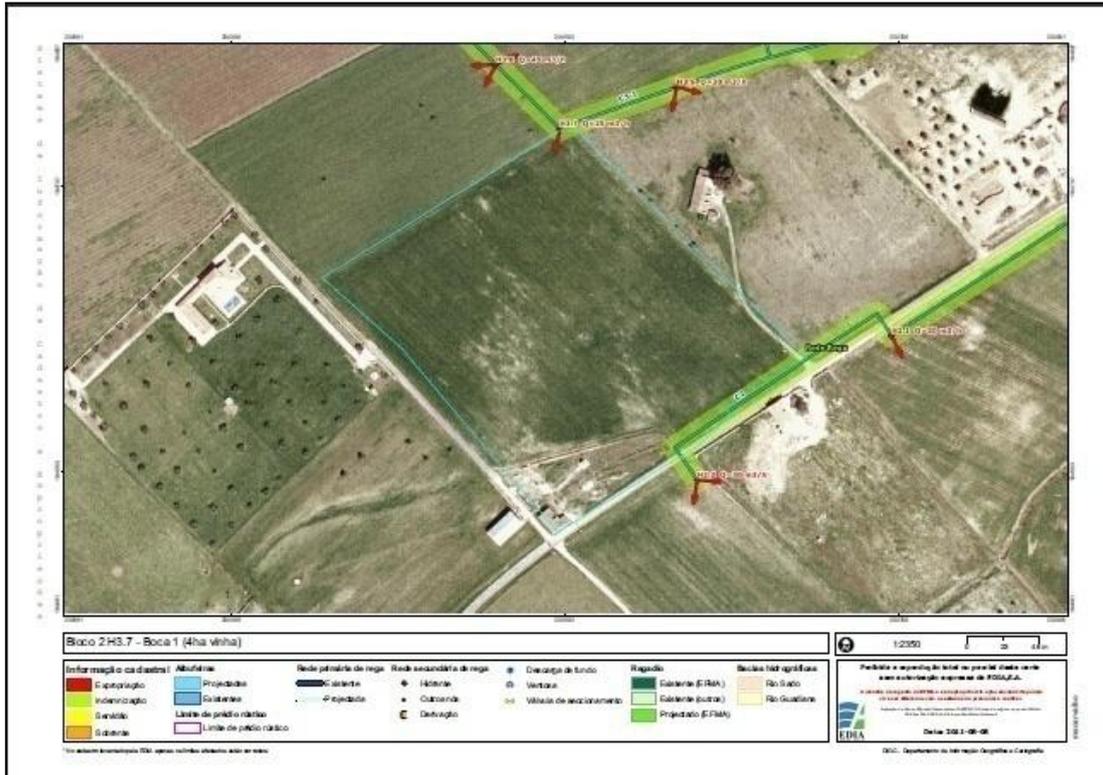


Figura IX – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 2 Hidrante 3.7 Boca 1

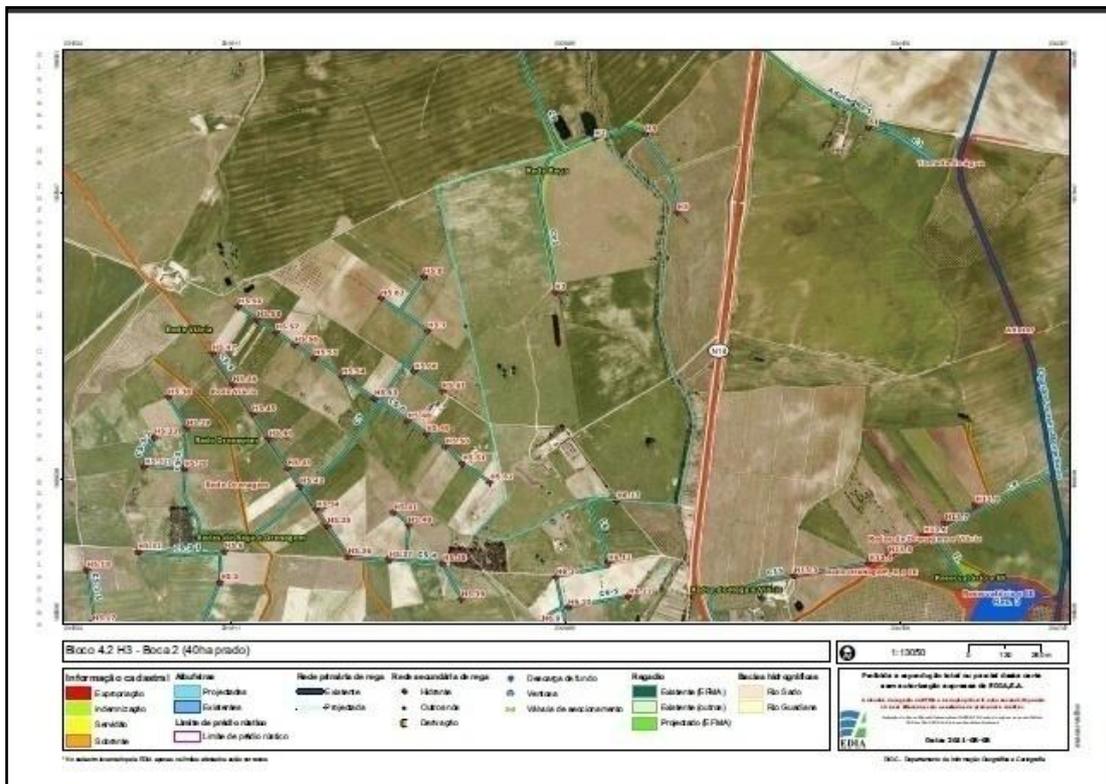


Figura X – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 4.2 Hidrante 3 Boca 2

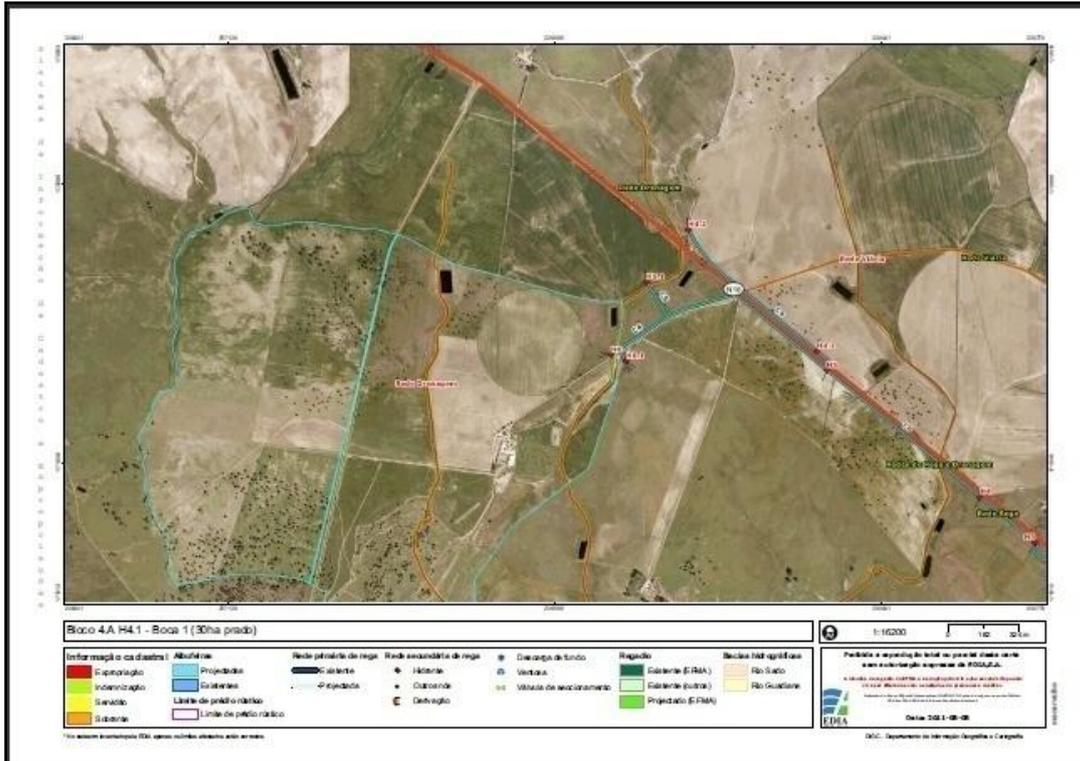


Figura XI – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 4.A Hidrante 4.1 Boca 1

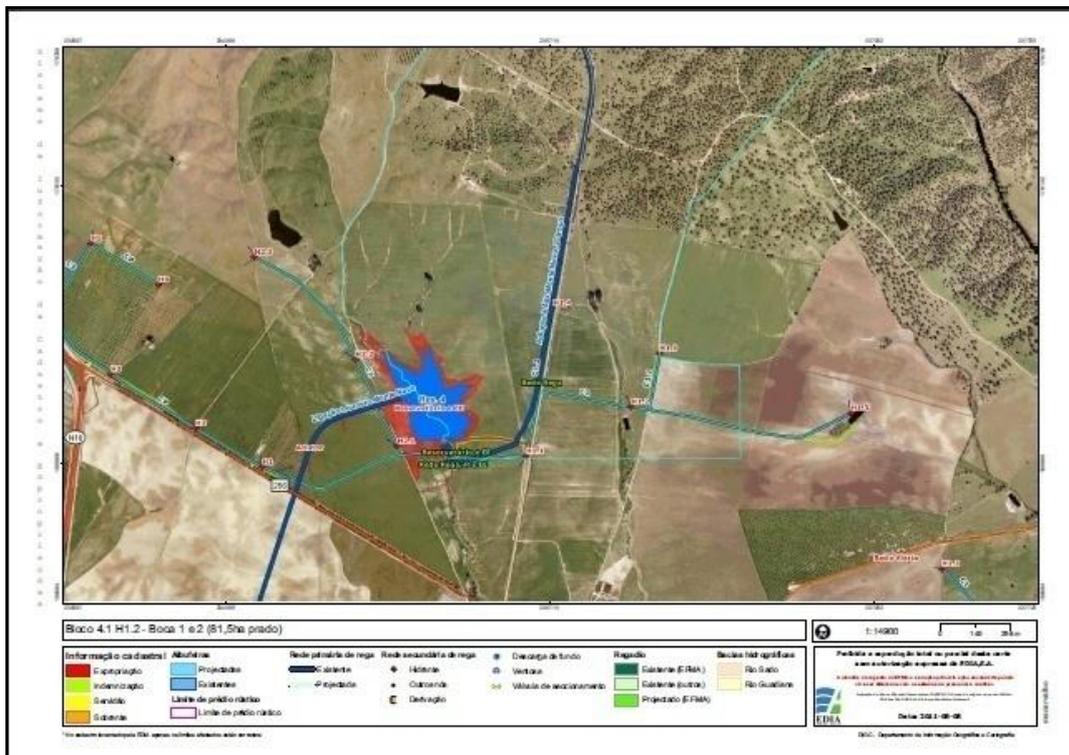


Figura XII – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 4.1 Hidrante 1.2 Bocas 1 e 2

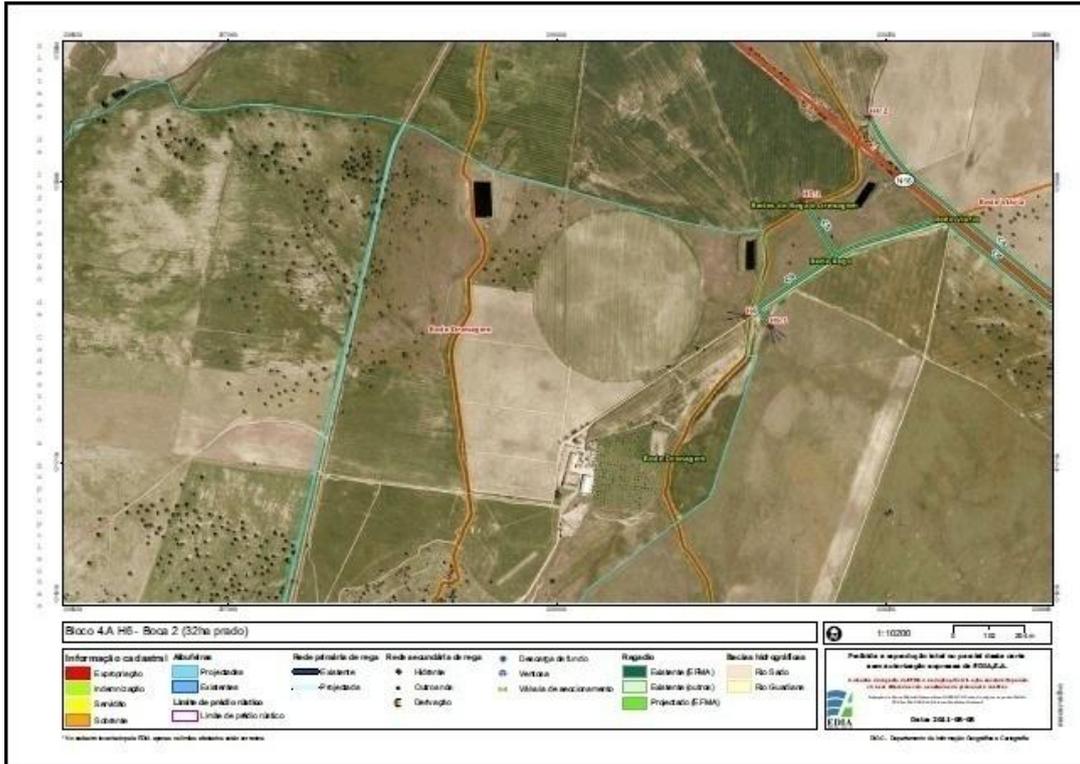


Figura XIII – Ortofotomapa da Área Regada pelo Bloco 4.A Hidrante 6 Boca 2

**ANEXO V – ORTOFOTOMAPAS DOS BLOCOS DE REGA DO  
MONTE NOVO**