



PROGRAMA DE
DESENVOLVIMENTO
RURAL 2014-2020



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola
de Desenvolvimento Rural
A Europa Investe nas Zonas Rurais

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA (AHI)

MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA SUL – DISTRIBUIDORES 14 A 21



PROJETO DE EXECUÇÃO

NOTA TÉCNICA 2 – PARTE I
DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO GERAL DE MODERNIZAÇÃO E
DAS OBRAS A PROJETAR

DEZEMBRO 2023



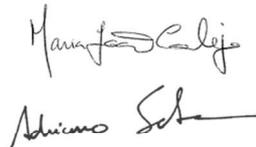
coba
Portugal

**PROJETO DE EXECUÇÃO DE MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA SUL –
DISTRIBUIDORES 14 A 21 DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA**

PROJETO DE EXECUÇÃO

**NOTA TÉCNICA 2 – PARTE I. DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO GERAL DE MODERNIZAÇÃO E
DAS OBRAS A PROJETAR**

Documento nº	40647-PE-0201-NT(0)	Data:	29-12-2023
---------------------	----------------------------	--------------	-------------------

	Nome	Função	Assinatura
Elaborado	MJC / ALP	Especialistas	
Verificado	MJC	Responsável pelo projeto de Execução	
Aprovado	MJC	Chefe de projeto	

Registo de Revisões:

Revisão	Data	Elaborado	Verificado	Aprovado	Descrição

PROJETO DE EXECUÇÃO DE MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA SUL – DISTRIBUIDORES 14 A 21 DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA

PROJETO DE EXECUÇÃO

NOTA TÉCNICA 2 – PARTE I. DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO GERAL DE MODERNIZAÇÃO E DAS OBRAS A PROJETAR

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	9
2 ENQUADRAMENTO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA IDANHA-A-NOVA	11
2.1 LOCALIZAÇÃO	11
2.2 ÂMBITO DOS ESTUDOS E DADOS DE BASE	11
2.3 OBJETIVOS E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	13
3 CENÁRIOS CULTURAIS E NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA.....	14
3.1 MODELOS DE OCUPAÇÃO CULTURAL	14
3.2 PRODUÇÃO DE AMENDOAL. NECESSIDADES HÍDRICAS E DE REGA DO AMENDOAL.....	15
3.2.1 Considerações gerais	15
3.2.2 Produção de amêndoa em Portugal	16
3.2.3 Resposta da amêndoa à rega	17
3.3 TECNOLOGIAS DE REGA	18
3.4 NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA	20
3.4.1 METODOLOGIA.....	20
3.4.2 RESULTADOS.....	23
3.4.3 EFEITOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA.....	30
4 ÁREA A BENEFICIAR PELO PROJETO DE MODERNIZAÇÃO	34
4.1 REVISÃO DOS LIMITES DA ÁREA BENEFICIADA.....	34
4.2 BLOCO DA CAMPINA SUL.....	35
4.3 ALTIMETRIA E DECLIVES	35
4.4 SOLOS.....	38
4.5 DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE REGA E IMPLANTAÇÃO DOS HIDRANTES.....	40

5 CONSULTA PÚBLICA.....	43
6 PRINCIPIOS BASE DO PROJETO DE MODERNIZAÇÃO.....	45
7 CRITÉRIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO	47
7.1 CAUDAIS DE FICTÍCIOS CONTÍNUOS NO PERÍODO DE PONTA EM ANO SECO	47
7.2 CLASSES DE BOCAS DE REGA	47
7.3 PRESSÕES MÍNIMAS A GARANTIR À SAÍDA DO HIDRANTE.....	49
7.4 VELOCIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS DE ESCOAMENTO	50
7.5 MATERIAIS A UTILIZAR NAS CONDUTAS E ACESSÓRIOS	50
7.5.1 Materiais das condutas, suas características e acessórios	50
7.5.2 Análise dos custos compostos.....	54
7.5.3 Análise multicritério.....	55
7.5.4 Considerações finais.....	55
7.6 PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO E DECLIVES MÍNIMOS E MÁXIMOS DAS CONDUTAS DE REGA	56
8 IDENTIFICAÇÃO, DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS PARA MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA SUL.....	57
8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	57
8.2 CÁLCULO DOS CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE REGA	57
8.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE DE REGA	61
8.4 OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COM BOMBAGEM	62
8.4.1 Enquadramento do problema	62
8.4.2 Custos de exploração.....	62
8.4.3 Custos de manutenção e conservação	63
8.5 RESERVATÓRIOS	64
8.6 A1: DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA EM PRESSÃO	65
8.6.1 Descrição geral da alternativa	65
8.6.2 Otimização da solução	66
8.6.3 Reservatórios de regularização	68
8.6.4 Solução adotada para a alternativa A1.....	69
8.7 A2: DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA EM BAIXA PRESSÃO	70
8.7.1 Descrição geral da alternativa	70
8.7.2 Otimização da solução	71
8.7.3 Reservatórios de regularização	72
8.7.4 Solução adotada para a alternativa A2.....	73
8.8 A3V1 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA A PEDIDO SEM BOMBAGEM E EM PRESSÃO AO PATAMAR ALTIMÉTRICO MAIS ELEVADO	73
8.8.1 Descrição geral da alternativa	73
8.8.2 Otimização da solução	74
8.8.3 Reservatórios de regularização	77

8.8.4	Solução adotada para a alternativa A3V1.....	78
8.9	A3V2 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA A PEDIDO SEM BOMBAGEM E EM BAIXA RESSÃO AO PATAMAR ALTIMÉTRICO MAIS ELEVADO.....	79
8.9.1	Descrição geral da alternativa.....	79
8.9.2	Otimização da solução.....	80
8.9.3	Reservatórios de regularização.....	82
8.9.4	Solução adotada para a Alternativa A3V2.....	82
9	ESTIMATIVA DOS CUSTOS E ANÁLISE FINANCEIRA	84
9.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	84
9.2	CUSTOS DE INVESTIMENTO.....	84
9.3	CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	85
9.4	VALOR ATUALIZADO LÍQUIDO (VAL) EM 30 ANOS DE OPERAÇÃO	86
10	ANÁLISE COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS	88
11	FUNCIONAMENTO DO CANAL CONDUTOR GERAL.....	91
12	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	93
13	COLABORAÇÃO.....	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1	Cenários culturais.....	14
Quadro 3.2	Eficiências de transporte, distribuição e aplicação.....	20
Quadro 3.3	Parâmetros culturais das principais culturas.....	21
Quadro 3.4	Coeficientes culturais médios para culturas não sujeitas a stress hídrico.....	22
Quadro 3.5	Características dos solos.....	22
Quadro 3.6	Necessidades úteis de água para rega (mm) no pé da planta em ano médio (série 1986-2015)	24
Quadro 3.7	Necessidades úteis de água para rega anuais e no período de ponta caudal fictício contínuo no pé da planta para uma probabilidade de não excedência de 80%	25
Quadro 3.8	Representatividade das culturas (%) nos cenários I e II, tecnologias de rega, fator de localização e eficiências.....	25
Quadro 3.9	Necessidades totais de água para rega em ano médio (série 1986-2015) para os cenários culturais I e II	27

Quadro 3.10 Caudal fictício contínuo e dotação de rega ao nível da boca de rega	30
Quadro 3.12 Modelos globais (GCM) e modelos regionais (RCM) considerados no portal do IPMA.....	31
Quadro 3.12 Valores médios (mm) das necessidades de água para rega do cenário cultural II para o período histórico e horizonte 2041-2070 e respetiva variação (%) (Portal do clima, Modelo Global e Regional "Ensemble")	32
Quadro 4.1 Classes de altimetria na área do regadio do bloco da Campina Sul.....	36
Quadro 4.2 Classes de declive na área do regadio do bloco da Campina Sul.....	37
Quadro 4.3 Representatividade dos Solos, ao nível das classes taxonómicas da Ordem, Subgrupo e Família/Fase.....	39
Quadro 4.4 Distribuição das unidades de rega pelas diferentes classes no bloco da Campina Sul	42
Quadro 7.1 Caudal fictício contínuo, q_{fc} ($l\ s^{-1}\ ha^{-1}$), para o cenário cultural e uma probabilidade de não excedência de 80%	47
Quadro 7.2 Classes de bocas de rega.....	47
Quadro 7.3 Valores da velocidade máxima de escoamento.....	50
Quadro 7.4 Principais características dos materiais avaliados.....	51
Quadro 7.5 Tipo de elementos de ligação entre tubagem.....	53
Quadro 7.6 Deflexão angular considerada.....	53
Quadro 7.7 Matriz multicritério de comparação técnica	55
Quadro 7.8 Declive mínimos de instalação das condutas.....	56
Quadro 8.1 Alternativas e variantes estudadas para modernização do bloco da Campina Sul.....	57
Quadro 8.2 Valores do parâmetro r da 1ª fórmula de Clément (Béthery <i>et al.</i> , 1981).....	60
Quadro 8.3 Caudal de dimensionamento das redes de rega do bloco da Campina Sul para as alternativas A1 e A2	60
Quadro 8.4 Caudal de dimensionamento das redes de rega do bloco da Campina Sul para as alternativas A3V1 e A3V2.....	61
Quadro 8.5 Evolução da taxa de adesão ao regadio após a conclusão das obras de modernização.....	63
Quadro 8.6 Cenários de custo de energia considerados para estimação dos custos de exploração	63
Quadro 8.7 Percentagens do custo de investimento para cálculo dos encargos de manutenção e conservação.....	64
Quadro 8.8 Volume de regularização necessário para solução geral de modernização das alternativas A1 e A2.....	68
Quadro 8.9 Principais características da alternativa A1.....	69
Quadro 8.10 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A1	70
Quadro 8.11 Principais características da alternativa A2.....	73

Quadro 8.12 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A2.....	73
Quadro 8.13 Volume de regularização necessário no reservatório do junto ao CCG para a solução geral de modernização da alternativa 3 (variantes 3.1 e 3.2)	78
Quadro 8.14 Principais características da alternativa A3V1	79
Quadro 8.15 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A3V1.....	79
Quadro 8.16 Principais características da alternativa A3V2	83
Quadro 8.17 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A3V2.....	83
Quadro 9.1 Estimativa geral do custo das infraestruturas para modernização do bloco da Campina Sul	84
Quadro 9.2 Composição adotada para o custo de investimento por infraestrutura	85
Quadro 9.3 Encargos anuais de manutenção e conservação e de reposição dos equipamentos.....	86
Quadro 9.4 Encargos anuais de exploração em função do cenário de custos energéticos	86
Quadro 9.5 Estimativa geral do valor atualizado líquido (VAL) do troço T1 em 30 anos	86
Quadro 10.1 Alternativas para modernização do bloco de rega da Campina Sul. Vantagens e desvantagens diferenciadoras	88
Quadro 10.2 Alternativas para solução geral de modernização do bloco da Campina Sul. Análise multicritério	90
Quadro 11.1 Tempos de resposta preliminares	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Enquadramento administrativo do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova (AHI)	11
Figura 3.1 Distribuição dos grupos de culturas por cenário cultural	15
Figura 3.2 Evolução da área de amendoal no AHI.....	16
Figura 3.3 Coeficiente culturais (kc) para dois períodos distintos.....	18
Figura 3.4 Sistemas de rega com duas linhas de gota-a-gota em parcelas com amendoeiras no AHI	19
Figura 3.5 Sistema de rega com rampa pivotante no AHI.....	19
Figura 3.6 Fator de localização dos sistemas de rega gota-a-gota	26
Figura 3.7 Fator de localização dos sistemas de rega gota-a-gota em função do número de linhas e de gotejadores	26
Figura 3.8 Cenário I - análise de frequência das necessidades totais de água para rega no período de ponta e anuais	28

Figura 3.9 Cenário II - análise de frequência das necessidades totais de água para rega no período de ponta e anuais.....	29
Figura 3.12 Valores médios anuais (mm) das necessidades de água para rega das culturas e do cenário cultural II para o período histórico e para o horizonte 2041-2070 e cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	31
Figura 3.13 Valores médios (mm) das necessidades de água para rega do cenário cultural II para os cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5 e respetiva variação (%) (Portal do clima, Modelo Global e Regional “Ensemble”)	32
Figura 3.14 – Séries das necessidades de água para rega mensais estimadas para o período histórico de 1971-2000 e para o horizonte 2041-2070 para cenário RCP4.5 (%) (Portal do clima, Modelo Global e Regional “Ensemble”) com base ETo calculada pela fórmula de Hargreaves-Samani.....	33
Figura 4.1 Limites dos blocos da Campina Norte, Campina Sul e Aravil no âmbito da revisão da área beneficiada pelo do AH de Idanha-a-Nova.....	35
Figura 4.2 Carta hipsométrica da área do regadio do bloco da Campina Sul.....	36
Figura 4.3 Carta de declives da área do regadio do bloco da Campina Sul.....	37
Figura 4.4 Carta dos subgrupos de solos na área de regadio do bloco da Campina Sul.....	38
Figura 4.5 Boca de rega partilhada por mais de um beneficiário equipada com contadores individuais.....	40
Figura 4.6 Classes de área das unidades de rega do bloco da Campina Sul.....	41
Figura 5.1 Distribuição das unidades de rega identificadas/validadas na consulta pública realizada nas instalações da ARBI nos dias 4 e 5 de julho de 2023 e estendida até ao dia 31 de julho.....	43
Figura 6.1 Localização do reservatório e da estação elevatória do bloco da Campina Sul (na zona do Cabeludo)	46
Figura 7.1 Diagrama das classes das bocas de rega	48
Figura 7.2 Grau de liberdade mínimo das classes de boca de rega para o cenário cultural e para a cultura mais exigente	49
Figura 8.1 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A1.....	65
Figura 8.2 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A1 para os cenários 1, 2 e 3 dos custos energéticos	66
Figura 8.3 Histograma dos valores de pressão menores que 35 m c.a. para a alternativa A1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado).....	67
Figura 8.4 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para a Alternativa A1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado).....	67

Figura 8.5 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-D10 para a alternativa A1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)	68
Figura 8.6 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A2	70
Figura 8.7 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A2 para os cenários 1, 2 e 3 dos custos energéticos.....	71
Figura 8.8 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para alternativa A2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 247 (NmE do reservatório elevado)	72
Figura 8.9 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-D10 para a Alternativa A2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 247 (NmE do reservatório elevado)	72
Figura 8.10 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A3V1	74
Figura 8.11 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A3V1 para os cenários 1, 2 e 3 dos custos energéticos	75
Figura 8.12 Histograma dos valores de pressão menores que 35 m c.a. para a alternativa 3.1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)	76
Figura 8.13 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para alternativa A3V1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)	76
Figura 8.14 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-Gravítico para alternativa A3V1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 210,00 (NmE do reservatório junto ao CCG).....	77
Figura 8.15 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A3V2	80
Figura 8.16 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A3V2 para os cenários 1 e 2 dos custos energéticos	81
Figura 8.17 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para alternativa A3V2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 249 (NmE do reservatório elevado)	82
Figura 8.18 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-D10 para a Alternativa A2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 249 (NmE do reservatório elevado)	82

LISTA DE DESENHOS

001	40647-PE-NT0201-DE-001	Localização e planta geral do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova
002	40647-PE-NT0201-DE-002	Implantação geral da solução de Modernização da Campina Sul - Alternativas A1 e A2 (Folha 1/3)
003	40647-PE-NT0201-DE-003	Implantação geral da solução de Modernização da Campina Sul - Alternativas A1 e A2 (Folha 2/3)
004	40647-PE-NT0201-DE-004	Implantação geral da solução de Modernização da Campina Sul - Alternativas A1 e A2 (Folha 3/3)
005	40647-PE-NT0201-DE-005	Implantação geral da solução de Modernização da Campina Sul - Alternativa A3V1 e A3V2 3 (Folha 1/3)
006	40647-PE-NT0201-DE-006	Implantação geral da solução de Modernização da Campina Sul - Alternativa A3V1 e A3V2 3 (Folha 2/3)
007	40647-PE-NT0201-DE-007	Implantação geral da solução de Modernização da Campina Sul - Alternativa A3V1 e A3V2 3 (Folha 2/3)

1 INTRODUÇÃO

A COBA como adjudicatário da elaboração do “Projeto de Execução de Modernização do Bloco da Campina Sul – Distribuidores 14 a 21 do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova” e dando cumprimento à metodologia proposta, submete a apreciação da Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova (ARBI), a presente Nota Técnica 2 (Parte I) referente à definição da solução geral de modernização e das obras a projetar.

O presente projeto de Modernização do Bloco da Campina Sul – Distribuidores 14 a 21 surge da necessidade de alteração profunda do modo de comando e distribuição da rede de transporte e distribuição de água para rega que apresenta atualmente uma eficiência global da ordem dos 40 a 50%, o que não se coaduna com as boas práticas de gestão de água e de alterações climáticas que se verificam. Neste contexto, foi preconizada a construção de uma rede de rega em pressão a pedido. Pelo referido, a presente prestação de serviços a concurso prevê:

- O estudo de revisão dos limites do Aproveitamento Hidroagrícola;
- O estudo de controlo e comando da rede primária, Canal Conductor Geral, desde a Estação Elevatória do Aravil, km 15,660 até à Estação Elevatória do Ladoeiro, km 23,700;
- O estudo dos reservatórios de regularização;
- O estudo da Estação Elevatória e da conduta elevatória;
- O estudo da estação de filtração e da sua melhor inserção na rede;
- O estudo de delimitação, zonamento e infraestruturização da rede de rega a determinar na NT1;
- O estudo do sistema de automação e telegestão;
- O estudo para a instalação de sistemas de produção de energia com fontes de autoprodução de energia renovável.

A presente documento integra os estudos da 2ª Fase necessários para sustentar a seleção da solução geral de modernização que será na ainda objeto de um estudo de otimização.

Para além da presente introdução, o documento é composto por mais 13 capítulos.

No Capítulo 2 apresenta-se o enquadramento do Aproveitamento Hidroagrícola da Idanha-a-Nova (AHI).

O Capítulo 3 aborda os temas dos modelos de ocupação cultural futuros e tecnologias de rega, das necessidades de água para a rega para dois cenários culturais e dos efeitos das alterações climáticas.

A área a beneficiar pelo projeto de modernização do AHI, objeto do estudo apresentado na Nota Técnica nº1, e a caracterização do bloco da Campina Sul (CS) quanto à morfologia, solos e a delimitação das unidades de rega são apresentados no Capítulo 4.

Os resultados da Consulta Pública que decorreu no mês de julho são mostrados no Capítulo 5.

No Capítulo 6 apresentam-se os princípios gerais do projeto de modernização e os critérios gerais de dimensionamento que foram seguidos no estudo de alternativas são mostrados no Capítulo 7. Com relação aos critérios, observa-se que todo o trabalho desenvolvido foi realizado em conjunto com os consultores Campo d'Água e Aqualogus, responsáveis pelos projetos de modernização dos blocos da Campina Norte e Aravil.



A identificação das alternativas, o seu dimensionamento e análise são apresentados no Capítulo 8.

A estimativa dos custos e análise financeira das várias alternativas são apresentados no Capítulo 9 e a análise comparativa de soluções apresenta-se no Capítulo 10.

No Capítulo 11 apresenta-se uma breve análise do modo de funcionamento do CCG.

Por fim, as Conclusões e Recomendações são apresentadas no Capítulo 12.

2 ENQUADRAMENTO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA IDANHA-A-NOVA

2.1 LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova (AHI) localiza-se na Campina da Idanha, concelhos de Idanha-a-Nova (União das Freguesias de Zebreira e Segura, Ladoeiro, e União das Freguesias de Idanha-a-Nova e Alcafozes) e Castelo Branco (freguesia de Monforte da Beira), distrito de Castelo Branco. A sua localização apresenta-se na Figura 2.1.

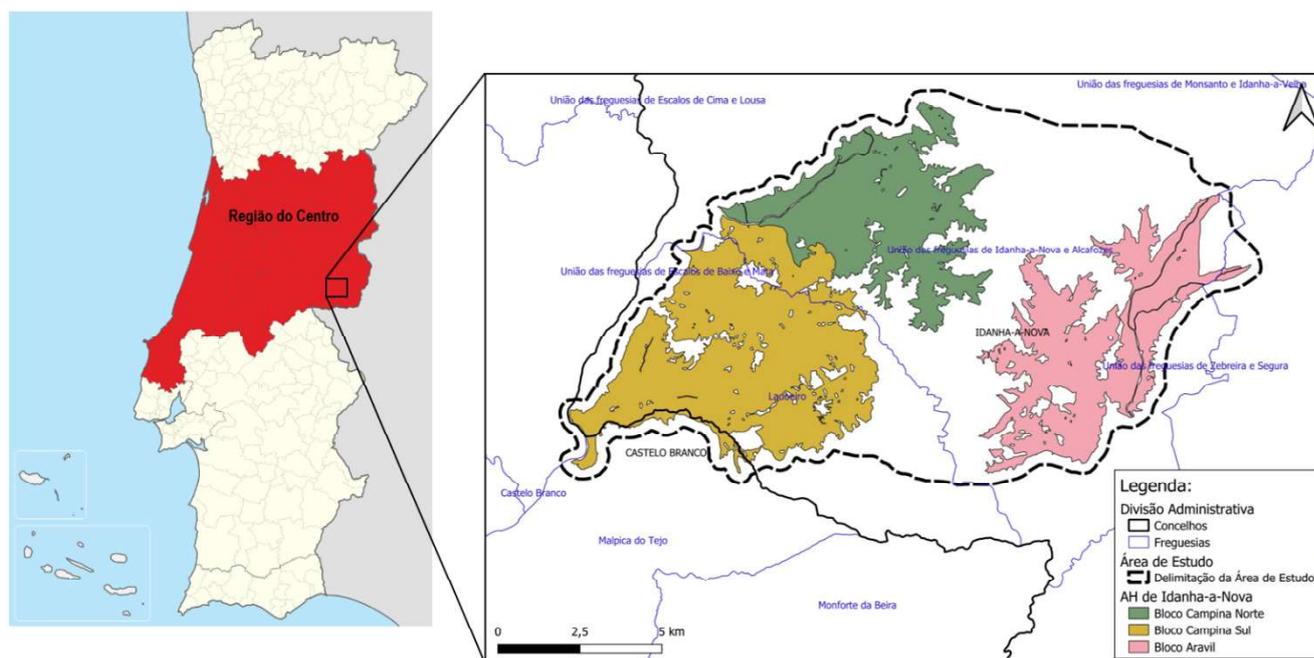


Figura 2.1 Enquadramento administrativo do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova (AHI)

2.2 ÂMBITO DOS ESTUDOS E DADOS DE BASE

Os objetivos principais da prestação de serviços é a elaboração do:

- Estudo de Revisão dos limites do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova, visando uma nova simulação de exploração do volume da albufeira adaptado à realidade cultural do perímetro de rega;
- Projeto de Execução de Modernização do Bloco da Campina Sul – Distribuidores 14 a 21 do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova, compreendendo as seguintes infraestruturas: comando do CCG, levantamento topográfico para a área de intervenção, reservatórios de regularização e armazenamento, estação elevatória e conduta de elevação, estação de filtragem, adutor e rede de rega para cerca de 3 850 ha, sistema de automação e telegestão.

O desenvolvimento dos estudos tem por base dados de base e informação fornecida pela ARBI, assim como dados de base e informação adquirida pela COBA.

ARBI

- Estrutura fundiária (informação geográfica e Excel)

- Proposta de atualização do cadastro (“Shapefile” e relatório)
- Cartas agrícolas de 2010 a 2021 do aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova (“Shapefile” e memória)
- Cartas de aptidão (“Raster”)
- Cotas de albufeira de 1991 a 2022
- Volumes descarregados de 2000 a 2021
- Tabela para a determinação dos volumes de albufeira da barragem Marechal Carmona
- Tabela cota vs caudal descarregado
- Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca. Plano de Ação
- Regulamento da Obra de Rega da Campina de Idanha
- Contrato de Concessão ARHT/0004.11/T/C.C.A.S.
- Rede de rega (CCG, distribuidores, regadeiras)
- Shapefile da carta de aptidão dos solos e quadro geral de classificação dos solos quanto à sua aptidão para o regadio
- Pivots
- HP, 1992. Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova. Projeto de Reabilitação de Rede Primária de Rega. Volume 1- Tomo 1- Memória Geral.
- Cadastro geométrico da propriedade rustica da Direção-Geral do Território

Entre a informação adquirida pela COBA, salienta-se a seguinte:

- Ortofotos da Cobertura Regular de Ortofotografia Aérea (Resolução 25 cm), necessários para cobrir a totalidade da área geográfica do concelho de Idanha-a-Nova, em suporte digital, formato TIFF.
- Dados climáticos do posto meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB)
- Normais climatológicas 1971 -2000 da Estação de Castelo Branco do IPMA
- Normais climatológicas 1981 -2010 da Estação de Castelo Branco do IPMA
- Dados hidrológicos do SNIRH

2.3 OBJETIVOS E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Em exploração há mais de 70 anos, o AHI, embora tenha sido beneficiada com algumas obras de melhoramento a modernização (revestimento do CCG, reconversão de algumas áreas para pressão), apresenta ainda questões estruturais que importam destacar, nomeadamente:

- a reduzida eficiência de uso da água inerente à tecnologia de transporte e distribuição da água para rega utilizada e o desgaste próprio dos 70 anos de exploração, em especial ao nível da distribuição;
- os métodos e tecnologias de medição de consumo de água desatualizados e pouco precisos; e
- tendência de conversão dos sistemas terciários de rega (particulares) muitas vezes pouco eficientes, para rega em pressão (localizada e aspersão), com a instalação de um grande número de estações de bombagem.

Perante esta situação, no Caderno de Encargos (CE) é referido que “só com a alteração profunda do modo de comando e distribuição se pode inverter a situação, pois uma eficiência no uso da água, na ordem dos 40 a 50% não se coaduna com as boas práticas de gestão de água e alterações climáticas que se verificam”. É neste âmbito que surge a proposta para elaboração do projeto de Modernização do Bloco da Campina Sul – Distribuidores 14 a 21, tendo como principal objetivo a melhoria da eficiência do uso da água.

Neste contexto, foi preconizada a construção de uma rede de rega em pressão a pedido. Face à topografia da região, a pressurização da rede apenas poderá ser feita através de duas soluções: a bombagem direta para a rede ou através da bombagem para um ou mais reservatórios elevados e posterior distribuição gravítica.

Um dos resultados esperados dos dois concursos lançados pela ARBI é a melhoria da eficiência da rede de transporte e distribuição, não só pela via da eliminação dos distribuidores e regadeiras, mas também pela operação do Canal Condutor Geral. Os reservatórios de regularização previstos nas soluções patenteadas a concurso e a eventual solução do Canal Condutor Geral poder também funcionar como reservatório irá permitir eficiências de transporte e distribuição superiores a 85%.

3 CENÁRIOS CULTURAIS E NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA

3.1 MODELOS DE OCUPAÇÃO CULTURAL

O modelo de ocupação cultural é fundamental para estabelecer quer a série das necessidades de água para rega a utilizar no balanço disponibilidades-necessidades da albufeira de Idanha, que tem como objetivo determinar a área máxima que pode ser regada atendendo às garantias dos vários usos e às regras de operação de exploração da albufeira em anos de seca (gestão plurianual), quer os caudais de dimensionamento das obras dos projetos de modernização em curso.

A análise das principais culturas regadas apresentada na Nota Técnica N° 1 mostra que desde 2019 o cenário cultural de Idanha-a-Nova tem vindo a modificar-se de forma muito proeminente. O grupo das forrageiras com uma área total de 1 189 ha em 2019 representava 72,5% da área total regada, enquanto em 2021 com uma área total de 911 ha representa somente 37% da área total regada. No mesmo período temporal a área de amendoal passou de 5,4 ha (0,3% da área regada) para 982 ha, 39% da área total regada. Apenas em 3 anos o amendoal passou de uma cultura sem expressão para a mais representativa. Esta tendência de crescimento da área de amendoal vai-se manter a curto prazo e médio prazo, estando já previstos, de acordo com informação da ARBI; beneficiar com rega mais 550 ha até 2023.

Além do crescimento da área amendoal, no estabelecimento dos cenários culturais foi tido em consideração os bons resultados económicos obtidos no olival, que associado à menor exigência das necessidades de água para rega, é uma cultura muito interessante, principalmente no quadro de incerteza e de alterações climáticas. Com relação ao nogal, não existem grandes perspetivas de crescimento.

Embora a área de forrageiras esteja a diminuir de forma significativa nos últimos anos, admite-se que a área atualmente ocupada por este grupo estabilize entre os 800 e os 900 ha.

Face ao elevado grau de incerteza associado à previsão de um modelo de ocupação cultural foram estabelecidos dois cenários (Quadro 3.1) que tem em consideração a crescente tendência de crescimento das culturas permanentes, principalmente do amendoal e do olival.

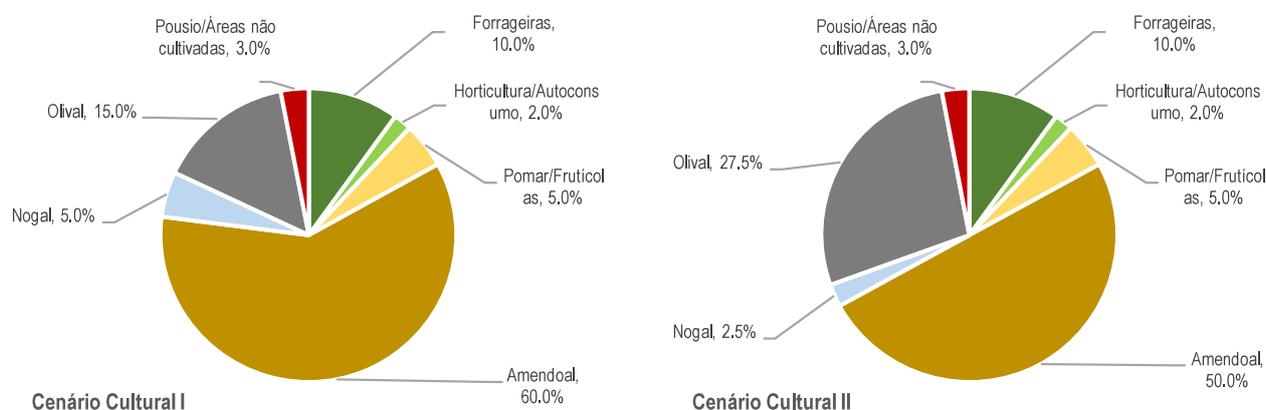
Quadro 3.1 Cenários culturais

	Situação atual (ano 2021) *		Cenário Cultural I		Cenário Cultural II	
	%	ha	%	ha**	%	ha**
Forrageiras	36,5	911,82	10,0%	718	10,0%	718
Horticultura/Autoconsumo	2,7%	68,74	2,0%	144	2,0%	144
Pomar/Frutícolas	5,4%	135,26	5,0%	359	5,0%	359
Amendoal	39,3%	981,91	60,0%	4 310	50,0%	3591
Nogal	7,5%	186,93	5,0%	359	2,5%	180
Olival	7,5%	186,73	15,0%	1 077	27,5%	1975
Pousio/Áreas não cultivadas	-	-	3,0%	215	3,0%	215
	-	-	100,0%	7 183	100,0%	7183

* A carta agrícola de 2021 inclui ainda uma área residual de culturas anuais (20,42 ha) e de vinha (7,98 ha)

** As áreas de cada grupo para os cenários I e II estimadas tomando como referência a área beneficiada de 8450 ha à qual corresponde uma área regada de 7183

Fonte: Elaboração própria com base nos dados fornecidos pela ARBI em 2022



Fonte: Elaboração própria

Figura 3.1 Distribuição dos grupos de culturas por cenário cultural

No cenário cultural I há um claro predomínio do amendoal sobre todas as outras culturas, representando 60% da área regada. Embora este cenário seja reflexo da taxa de crescimento do amendoal dentro do AHI, ele é pouco sustentado numa situação de plena adesão ao regadio onde a área total de amendoal chegaria aos 4 310 ha.

No cenário II, embora mantendo a premissa de crescimento da área de amendoal, admite-se também um crescimento importante da área de olival, cultura regada com um risco menor que a do amendoal regado em anos com situações de seca severa ou extrema.

A área de horticultura/autoconsumo (cerca de 144 ha representado 2% da área regada, localizada principalmente no minifúndio junto à povoação do Ladoeiro), assim como a área de pomar/frutícolas (cerca de 359 ha representando 5% da área regada) não se altera nos dois cenários. Embora nos últimos anos a área de hortícolas seja inferior a 70 ha (*vide* Nota Técnica N^o1), é também expectável uma recuperação deste grupo de culturas com a modernização do AHI.

Na Figura 3.1 comparam-se os dois cenários em termos de representatividade das culturas. Tendo como objetivo a plena adesão ao regadio, o cenário II é o mais sustentável do ponto de vista técnico e ambiental, ao dar espaço a uma repartição mais equilibrada de cada um dos tipos de cultura. Razão pela qual se recomenda que o cenário II seja tomado como referência no projeto de modernização.

3.2 PRODUÇÃO DE AMENDOAL. NECESSIDADES HÍDRICAS E DE REGA DO AMENDOAL

3.2.1 Considerações gerais

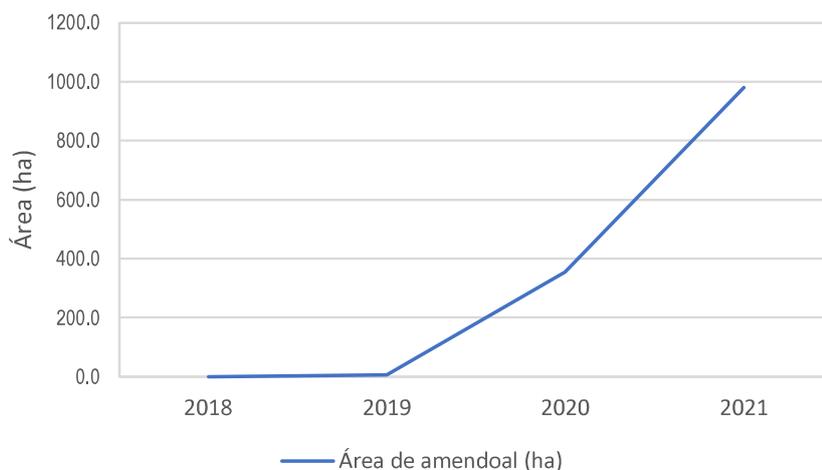
A análise das cartas agrícolas evidencia um aumento muito importante do amendoal. Um dos cenários culturais admite que 75% da área regada seja no futuro ocupada com amendoal. Pelo que importa estabelecer as principais características dos amendoais modernos em Portugal, e principalmente apresentar uma revisão bibliográfica de alguns estudos científicos relevantes com relação às necessidades de hídricas e ao comportamento da cultura à rega.

A presente análise teve por base a seguinte bibliografia:

- Doll D.A., Freire de Andrade J. e Serrano P., 2021. “Produção de amêndoa em Portugal. Tendências de plantação e desafios de produção num sector em desenvolvimento”. Agro.Ges.
- Durán-Zuazo V.H., Rodriguez B.C., Gutiérrez-Gordillo S., Benítez M.B., Sacristán P.C., Parra J.J.P., García-Tejero I.F., 2020. Rethinking irrigated almond and pistachio intensification: a shift towards a more sustainable water management paradigm. Revista de Ciências Agrárias, 43 (Especial 2).
- López-López M., Espadafor M., Testi, L., Lorite I.J., 2017. Water use of irrigated almond trees when subjected to water deficits. Agricultural Water Management.
- Goldhamer D. A. e Fereres F., Establishing an almond water production function for California using long-term yield response to variable irrigation. Irrig Sci (2017) 35:169–179

3.2.2 Produção de amêndoa em Portugal

A área de amendoal está atualmente a crescer em Portugal e particularmente no Alentejo e Beira, devido à disponibilidade de água para rega e aos riscos moderados associados à geada. A área de amendoal instalado no AHI passou de 0 ha em 2018 para 982 ha em 2021 representando 39% da área regada e tornando-se, assim, a principal cultura regada (Figura 3.2).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do “Relatório e Contas de Gerência do ano 2020”, ARBI 2021

Figura 3.2 Evolução da área de amendoal no AHI

Os amendoais modernos são plantados com variedades selecionadas em programas de melhoramento espanhóis, franceses ou americanos, sendo a maior parte da área plantada com variedades autoférteis, de casca dura ou semidura, escolhidas em programas de melhoramento europeus.

Geralmente a floração ocorre em março e a colheita no início de agosto ou setembro para evitar problemas associados à precipitação. As variedades mais comuns com estas características incluem ‘Lauranne’, ‘Isobelona’, ‘Marinada’ e ‘Guara’. Estão também a surgir de forma crescente amendoais de variedades de casca mole, alternando linhas de variedades compatíveis ‘Nonpareil’, ‘Monterey’ e ‘Carmel’, que têm floração mais cedo.

Em Portugal encontram-se plantações modernas intensivas com 250-600 árvores/ha e são tendencialmente regados com duas linhas de rega gota-a-gota com dotações de rega podem variar entre 4 500 e 8 000 m³/ha, utilizando-se porta-enxertos mais vigorosos, como 'GF677', 'GARNEM' e 'RootPac®-R'.

Nos amendoais em sebe, com > 600 árvores/ha, as árvores são espaçadas com distâncias médias de 3-4 metros entre linhas e um metro na linha. São regados com sistemas gota-a-gota (linha simples ou dupla) com dotações de rega de 4 500 a 6 000 m³/ha. Estes amendoais utilizam porta-enxertos nanificantes, que incluem 'Root-Pac®-20' e 'Root-Pac®-40'.

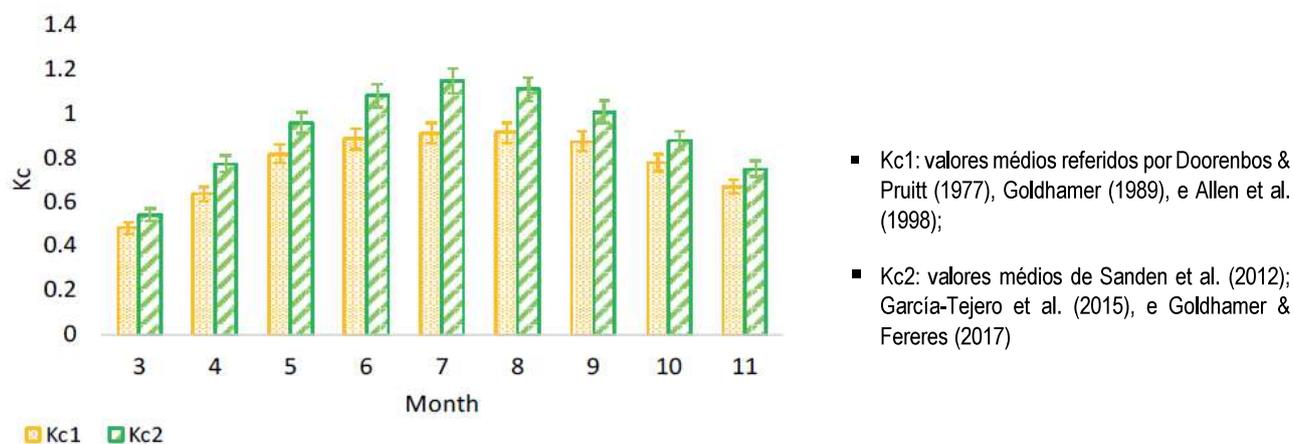
3.2.3 Resposta da amêndoa à rega

Atualmente, a amêndoa (*Prunus dulcis Mill.*) e o pistachio (*Pistacia vera L.*) de regadio estão, na bacia mediterrânica, entre as culturas mais atrativas. O aumento da procura global tem promovido os agricultores a instalar plantações de amendoal regadas o que tem conduzindo em algumas situações a um aumento da procura de água para rega.

A água é o fator de produção que mais limita o rendimento máximo da amêndoa quer em termos do número quer do tamanho dos frutos, como referido em Goldhamer e Fereres, 2017. Estes autores relatam produtividades próximas de 4.000 kg ha⁻¹ para uma ETc = 1 300 mm (não são necessidades de água para rega), mostrando que reduções de cerca de 25% levam a reduções de 15% na produtividade.

Por outro lado, a amêndoa é tradicionalmente considerada como uma cultura adequada para clima semi-áridos e, quando regada, pode responder de várias formas a situações de défice hídrico (García-Tejero *et al.*, 2018a). Neste sentido, muitos autores sublinham as vantagens e o potencial da rega deficitária no cultivo da amêndoa, obtendo produtividades competitivas sob situações de stress hídrico moderado a severo (Romero *et al.*, 2004, 2006; Girona *et al.*, 2005; Egea *et al.*, 2010; López *et al.*, 2018a).

Acabe notar que há uma diferença importante nos valores indicados para o coeficiente de cultura do amendoal (Kc) há quatro décadas com os recentemente reportados nas investigações com amendoal regado (Figura 3.3). Estas variações poderiam ser presumivelmente devidas a uma resposta direta a modificações no sistema de produção da cultura, concretamente com a adoção de práticas de poda mínima (conduzindo a volumes de copa maiores) e a reduções no espaçamento das plantas, ambas alterações relacionadas com a intensificação do sistema de produção (Steduto *et al.*, 2012).



Fonte: Adaptado de Durán-Zuazo et al., 2020.

Figura 3.3 Coeficiente culturais (kc) para dois períodos distintos

O tamanho da copa afeta diretamente a transpiração das amendoeiras, portanto, o volume da copa é um fator que tem de ser adequadamente controlado em cenários de déficit hídrico.

A combinação das práticas de cultivo das amendoeiras em situações stress hídrico através da rega deficitária (ID) é essencial para alcançar um equilíbrio entre a água disponível e a produção.

De um modo geral, a gestão do stress hídrico da amendoeira pode ser estruturado em quatro esquemas distintos:

- **Rega deficitária sustentada (SDI)**, alcançando um equilíbrio entre desenvolvimento da copa e os frutos,
- **Déficit de rega regulado (IDI)**, concentrando-se na diferenciação acentuada ao longo de todo o ciclo fenológico;
- **Rega deficitária de baixa frequência (LFDI)**, que é aplicada quando a cultura é sujeita a ciclos de rega com restrições, mantendo a cultura dentro de um limiar de stress;
- **Secagem parcial da raiz (PRD)**, com o objetivo produzir sinais químicos para controlo da condutância estomática (García-Tejero et al., 2018b).

Dos resultados obtidos nos vários estudos realizados com relação ao comportamento de amêndoa em situações de déficit hídrico, Durán-Zuazo et al., 2020 concluem que a introdução de novas cultivares e porta-enxertos com características tolerantes a seca, a adoção da rega deficitária é uma estratégia adequada em plantações regadas.

3.3 TECNOLOGIAS DE REGA

Com os projetos de modernização, a água para rega será distribuída em pressão. Nas bocas de rega serão garantidas as condições de caudal e pressão requeridas para o funcionamento de sistemas por aspersão e localizada. Nas parcelas com cultura permanentes serão privilegiados os sistemas de rega localizados enquanto nas parcelas com pastagens e culturas arvenses a rega por aspersão é a mais adequada.



Figura 3.4 Sistemas de rega com duas linhas de gota-a-gota em parcelas com amendoeiras no AHI



Figura 3.5 Sistema de rega com rampa pivotante no AHI

No que respeita às eficiências de transporte, distribuição e de aplicação, consideraram-se os seguintes valores:

Quadro 3.2 Eficiências de transporte, distribuição e aplicação

		Percentagem [%]
Eficiência de transporte e distribuição (adução e rede de rega)		85
Eficiência de transporte (canal com reservatórios de regularização)		87
Eficiência de distribuição (condutas)		98
Eficiência de aplicação	Aspersão	80
	Localizada	85-90

Fonte: Elaboração própria

3.4 NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA

3.4.1 METODOLOGIA

3.4.1.1 Introdução

No presente estudo e para o cálculo das necessidades de água para rega, foi utilizado o modelo ISAREG (Teixeira, 1994), que simula o balanço hídrico do solo de acordo com a metodologia proposta por Allen *et al.* (1998). O modelo ISAREG tem sido aplicado com bastante sucesso quer em Portugal como noutras zonas do mundo como são os casos da Argélia, Tunísia, China, Angola e Brasil.

Uma das vantagens deste modelo é o cálculo das necessidades de água para rega para uma série de anos e a análise frequencial dos resultados.

Os dados de entrada do modelo ISAREG estão divididos em três grupos:

- Parâmetros culturais: informação relativa às culturas, nomeadamente a duração de cada uma das etapas de crescimento e respetivas datas, profundidade das raízes, parâmetros de gestão da rega e coeficientes culturais;
- Parâmetros pedológicos: informação relativa ao solo, nomeadamente a capacidade utilizável;
- Parâmetros climáticos: informação respeitante à evapotranspiração de referência (ET_o) e à precipitação.

Este conjunto de informações permite efetuar a simulação do balanço hídrico do solo durante o período de crescimento das culturas, sendo possível simular situações com rega ou sem rega. O consumo anual (mm) e mensal e caudal fictício contínuo, q_{fc} , (l/s/ha) são calculados pelo modelo.

3.4.1.2 Dados agronómicos

Os dados culturais necessários introduzir no modelo ISAREG são:

- as fases do ciclo vegetativo e respetivas datas e durações;
- a profundidade radical, Z_r ;
- o coeficiente cultural, K_c ; e
- o parâmetro de gestão da rega (p , % da RU que constitui RFU).

As fases dos ciclos vegetativos, as datas de sementeira (Quadro 3.3) e as durações de cada fase foram definidas em função das condições agroclimáticas específicas da região em estudo.

O parâmetro de gestão da rega, p , traduz a fração da reserva utilizável (RU) que constitui a reserva facilmente utilizável (RFU) pela planta. O valor de p varia em função da fase do ciclo vegetativo da cultura e do valor da ETo (mm/dia). Os seus valores estão tabelados (boletins da FAO n.ºs 24, 33 e 56), mas devem ser corrigidos em função das características de cada região. No Quadro 3.3 são indicados os valores de p (% da RU que constitui RFU) para cada cultura, em função da fase do ciclo vegetativo.

Quadro 3.3 Parâmetros culturais das principais culturas

Fase	Parâmetro	Milho silagem	Prado	Tomate	Pessegueiro	Amendoal	Nogal	Olival
Fase inicial (Sementeira)	Data inicial	15/05	15/03	01/04	02/03	02/03	01/04	02/03
	z (m)	0,1	0,6	0,25	0,6	0,6	0,6	0,6
	% da RU que constitui RFU	50	50	30	40	50	30	50
Início do crescimento vegetativo rápido	Dias após a sementeira	30	-	34	43	-	20	45
	z (m)	0,5	-	0,5	0,6	-	0,6	0,5
	% da RU que constitui RFU	50	-	40	40	-	40	50
Início da floração	Dias após a sementeira	60	-	74	61	-	30	61
	z (m)	0,7	-	1	0,6	-	0,6	0,5
	% da RU que constitui RFU	50	-	40	40	-	40	50
Início da formação do fruto	Dias após a sementeira	82	-	-	99	-	-	122
	z (m)	0,7	-	-	0,6	-	-	0,6
	% da RU que constitui RFU	50	-	-	40	-	-	50
Início da maturação	Dias após a sementeira	-	-	124	155	-	160	184
	z (m)	-	-	1	0,6	-	40	0,6
	% da RU que constitui RFU	-	-	40	50	-	0,6	50
Colheita ou final da rega	Dias após a sementeira	90	195	154	225	268	190	211
	z (m)	0,7	0,6	1	0,6	0,6	0,6	0,6
	% da RU que constitui RFU	50	50	40	40	50	50	50

Fonte: Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998) *Crop evapotranspiration —guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome; Paço, T.; *Manual do programa ISAREG*

O coeficiente cultural introduz a especificidade da cultura e permite relacionar o parâmetro climático (evapotranspiração de referência) com o parâmetro agrícola (evapotranspiração cultural, E_{Tc}). Na definição dos valores de K_c (Quadro 3.4) foram seguidas as recomendações dos boletins da FAO n.ºs 33 e 56.

O valor do K_c inicial é calculado pelo modelo ISAREG em função da ETo prevista para aquela fase e do intervalo médio entre regas e/ou precipitações significativas.

Quadro 3.4 Coeficientes culturais médios para culturas não sujeitas a stress hídrico

Milho Silagem	Dias após a sementeira (*)	0	30	30	80	90				
	Valor do Kc	0,4	0,6	0,95	0,95	0,5				
Prado	Dias após a sementeira	0	195							
	Valor do Kc	1,0	1,0							
Tomate	Dias após a sementeira	0	34	74	124	154				
	Valor do Kc	0,6	0,6	1,1	1,1	0,8				
Pessegueiro	Dias após a sementeira	0	40	61	99	155	225			
	Valor do Kc	0,4	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75			
Amendoal	Dias após a sementeira	0	28	71	89	119	150	181	211	242
	Valor do Kc	0,55	0,6	0,8	1	1,1	1,15	1,15	0,8	0,7
Nogal	Dias após a sementeira	0	20	30	160	190				
	Valor do Kc	0,5	0,5	1,1	1,1	0,65				
Olival	Dias após a sementeira	0	45	61	122	184	211			
	Valor do Kc	0,4	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65			

(*) ou início da rega

Fontes: Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998) *Crop evapotranspiration—guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome; Paço, T., Ferreira I., (2004) *Medição da evapotranspiração em cobertos descontínuos. Necessidades de rega em pomar de pessegueiro*, In 7 Congresso da Água; Manual do programa ISAREG; Durán-Zuazo et al., 2020

3.4.1.3 Dados pedológicos

Os dados pedológicos dizem respeito às características hidráulicas do solo, isto é, à capacidade utilizável, U (mm/m), por camada de solo e espessura efetiva de cada camada. No Quadro 3.5 indicam-se os valores dos parâmetros dos solos utilizados na simulação do balanço hídrico do solo.

Quadro 3.5 Características dos solos

Profundidade (m)	Capacidade utilizável (mm/m)
1,0	100

Fonte: Elaboração própria

Como o esquema de rega a utilizar (*vide* 3.4.1.5), considera dotações de rega de um mm, as características dos solos não são determinantes no cálculo das necessidades globais de rega, pois nunca se regará até se atingir o armazenamento na capacidade de campo.

3.4.1.4 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos necessários para cálculo das necessidades de água para rega dizem respeito à evapotranspiração de referência ETo e à precipitação.

Para o cálculo, foram consideradas a série da precipitação mensal obtida par a bacia hidrográfica com base nos postos de Idanha (50%), Penha Garcia (25%) e Penamacor (25%) e a ETo calculada pela metodologia proposta por Allen *et al.* (1998) com os dados do Posto Meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco do período de 1986 e 2015 (30 anos) – ETo - PM.

Ao efetuar o balanço hídrico do solo, o modelo ISAREG retira aos valores de precipitação média mensal, as perdas por percolação e por escoamento superficial.

3.4.1.5 Dados do esquema de rega

As necessidades globais de rega (NGR) são calculadas selecionando o esquema de rega tipo 6 do modelo ISAREG.

Neste esquema de rega a oportunidade de rega é definida pelo Limite de Rendimento Ótimo (LRO) e a quantidade de rega é igual a 1 mm. Na simulação do balanço hídrico do solo, o teor de humidade do solo é mantido sempre perto do LRO. Deste modo, as necessidades globais de rega poderão ser avaliadas com um excesso, no máximo de 1 mm.

As necessidades de rega são distribuídas no tempo, de acordo com o consumo das culturas.

3.4.2 RESULTADOS

No Quadro 3.6 são apresentados os resultados da simulação das necessidades globais de rega de cada cultura e para o ano médio calculadas para a série de 1986-2015, com a evapotranspiração de referência obtida a partir da Fórmula de Penman-Monteith com base nos dados meteorológicos dos Posto de ESACB.

Como era expectável, as necessidades de água para rega são maiores nos meses de junho, julho e agosto. O período de ponta ocorre normalmente no 3º decêndio do mês de julho.

Quadro 3.6 Necessidades úteis de água para rega (mm) no pé da planta em ano médio (série 1986-2015)

Cultura		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Milho silagem	1º dec.	0	0	0	0	0	23,2	54,3	49,5				
	2º dec.	0	0	0	0	5,2	28,5	56,2	9,8				
	3º dec.	0	0	0	0	8,9	29,2	62,2	0				
	Mensal	0	0	0	0	14,1	80,9	172,7	59,3				
	Anual	327,0											
Prado	1º dec.	0	0	0	7,8	24,1	46,2	61,4	52,6	23,4			
	2º dec.	0	0	1,9	10,8	26,1	50,9	62,2	52,3	22,3			
	3º dec.	0	0	7,8	12	29,1	50,7	68,1	57,3	11,6			
	Mensal	0	0	9,7	30,6	79,3	147,8	191,7	162,2	57,3			
	Anual	678,6											
Tomate	1º dec.	0	0	0	3,4	9	43,5	67,8	48,1	1,3			
	2º dec.	0	0	0	3,2	13,9	52,8	68,6	47,4	0			
	3º dec.	0	0	0	3,1	15,7	54	75,4	52,4	0			
	Mensal	0	0	0	9,7	38,6	150,3	211,8	147,9	1,3			
	Anual	559,6											
Pessegueiros	1º dec.	0	0	4,3	0,9	9,2	32,2	45,5	38,7	14,9	0,2		
	2º dec.	0	0	1,1	2	16,4	37,1	46	38,6	14,9	0		
	3º dec.	0	0	2,1	2,8	19,2	36,9	50,8	42,6	14,9	0		
	Mensal	0	0	7,5	5,7	44,8	106,2	142,3	119,9	44,7	0,2		
	Anual	471,3											
Amendoal	1º dec.	0	0	3,5	1,9	13,4	48,4	70,3	60,3	21,2	0,5	0,2	0
	2º dec.	0	0	1,4	3,3	19,8	53,5	70,3	60,5	21,2	0,8	0,2	0
	3º dec.	0	0	2,8	4,7	23	53,7	77,2	66,4	21,3	1,1	0,1	0
	Mensal	0	0	7,7	9,9	56,2	155,6	217,8	187,2	63,7	2,4	0,5	0
	Anual	701											
Nogal	1º dec.	0	0	0	6,9	19,4	53,3	68,5	57,6	21,2	0,1		
	2º dec.	0	0	0	1,7	29,4	56,3	68,6	57,6	20,1	0		
	3º dec.	0	0	0	3,1	33,4	56,3	75,5	63,4	20	0		
	Mensal	0	0	0	11,7	82,2	165,9	212,6	178,6	61,3	0,1	0	0
	Anual	712,4											
Olival	1º dec.	0	0	1,4	1,7	8,8	28,2	41,4	34	12,1			
	2º dec.	0	0	0,9	3	14,1	34	42,1	34,1	12,1			
	3º dec.	0	0	2,2	4,5	17	34,3	46,4	37,3	9,6			
	Mensal	0	0	4,5	9,2	39,9	96,5	129,9	105,4	33,8	0	0	0
	Anual	419,2											

Fonte: Elaboração própria, resultados do modelo ISAREG

As culturas mais exigentes em necessidades de água para rega são as nogueiras (712,4 mm em ano médio), as amendoieiras (701 mm em ano médio) e o prado (679 mm em ano médio). A cultura menos exigente é o milho forrageiro para suporte da produção pecuária extensiva, nomeadamente de ruminantes, fundamentalmente bovinos e ovinos.

No Quadro 3.7 são indicados os consumos e os caudais fictícios contínuos de cada uma das culturas no pé da planta, para uma probabilidade de não excedência de 80%.

Quadro 3.7 Necessidades úteis de água para rega anuais e no período de ponta caudal fictício contínuo no pé da planta para uma probabilidade de não excedência de 80%

Grupo de culturas	Cultura	Consumo anual		Consumo de ponta		
		(mm)	Ano	(mm/dia)	q_{fc} (l s ⁻¹ ha ⁻¹)	Ano
Forrageiras	Prado	780	1990	6,8	0,79	1989
	Milho forragem	380	2004	6,2	0,72	2011
Horticultura/autoconsumo	Tomate	625	2004	7,5	0,87	1992
Pomar/Frutícolas	Pessegueiro	549	2004	5,1	0,59	1993
Amendoal		803	1990	7,7	0,89	1992
Nogal		813	1990	7,5	0,87	1996
Olival		498	2012	4,7	0,54	1998

Fonte: Elaboração própria, resultados do modelo ISAREG

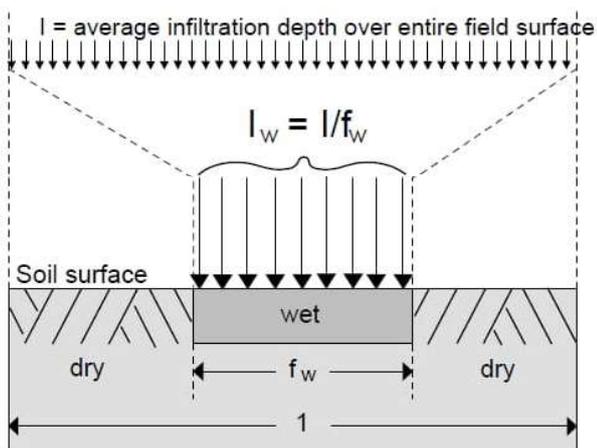
A avaliação das necessidades de rega ao nível do hidrante, dotação de rega, é função das características do sistema de rega na parcela, isto é, da eficiência de aplicação e do fator de localização (Quadro 3.8). Por outro lado, para o dimensionamento hidráulico das infraestruturas de rega e para o balanço disponibilidades-necessidades é necessário agregar no tempo as dotações de rega de cada uma das culturas em função da sua representatividade no cenário futuro e tendo ainda em consideração a eficiência de transporte de distribuição (Quadro 3.8).

Quadro 3.8 Representatividade das culturas (%) nos cenários I e II, tecnologias de rega, fator de localização e eficiências

Cultura representativa	% cultura no Regadio		Sistema de rega	Fator de localização	Eficiência de aplicação	Eficiência de transporte e distribuição
	Cenário cultural I	Cenário cultural II				
Prado	5,0	5,0	Aspersão	1	80%	85%
Milho forragem	5,0	5,0	Aspersão	1	80%	85%
Tomate	2,0	2,0	Gota-a-gota	0,8	85%	85%
Pessegueiros	5,0	5,0	Gota-a-gota	0,5	90%	85%
Amendoeiras	60,0	50,0	Gota-a-gota	0,7	90%	85%
Nogueiras	5,0	2,5	Gota-a-gota	0,6	90%	85%
Oliveiras	15,0	27,5	Gota-a-gota	0,5	90%	85%
Pousio	3,0	3,0	-	-	-	-

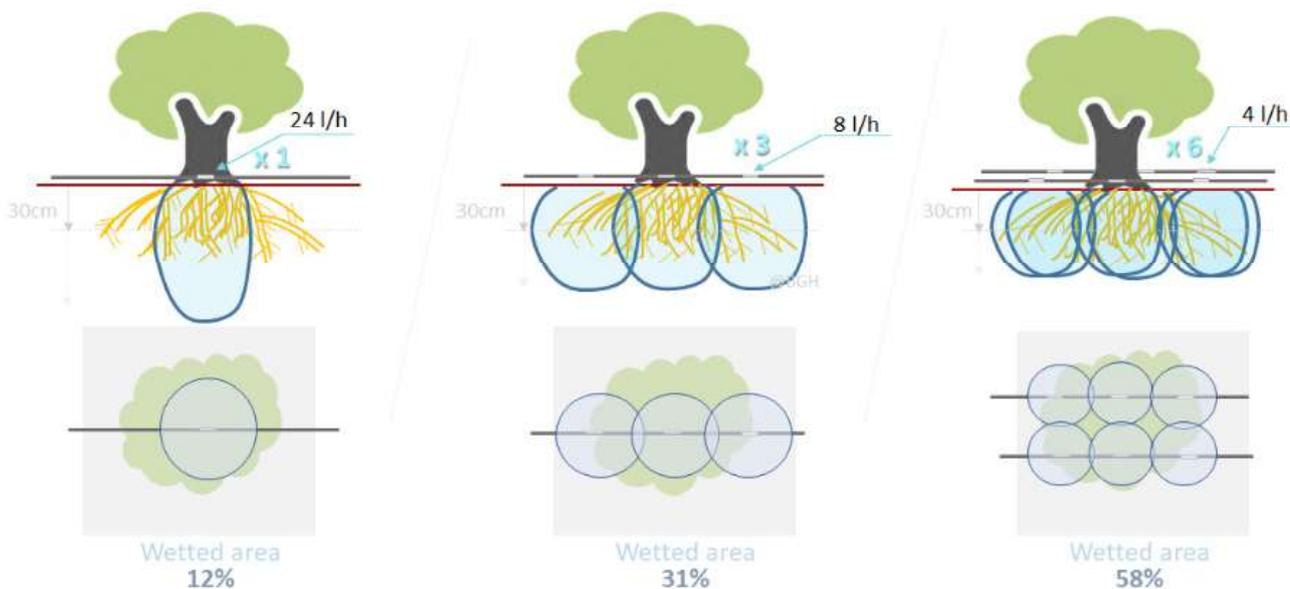
Fonte: Elaboração própria

Os valores do fator de localização da rega gota-a-gota (Figura 3.6) indicados no Quadro 3.8 tem em consideração o compasso das instalações das culturas permanentes, o número de rampas por linha e o número de gotejadores (Figura 3.7).



Fontes: Allen et al., 1998, <https://www.netafimindia.com/drip-irrigation/> (acedido em 10.10.2022)

Figura 3.6 Fator de localização dos sistemas de rega gota-a-gota



Fontes: Borja González Herrart, 2020;

Figura 3.7 Fator de localização dos sistemas de rega gota-a-gota em função do número de linhas e de gotejadores

No Quadro 3.9 são apresentadas as necessidades totais de água para rega, em ano médio, calculadas a partir dos consumos úteis das culturas para cada ano e tendo em consideração a representatividade das culturas nos cenários preconizados, o fator de localização e as eficiências indicadas no Quadro 3.8.

Em ano médio, as necessidades totais de água para rega são de 552,8 mm para o cenário cultural I, o mais exigente. Sendo de 509,2 mm para o cenário II, o menos exigente em necessidades de água para rega.

As necessidades de água para rega do cenário cultura II são cerca de 8% inferiores às estimadas para o cenário I.

Quadro 3.9 Necessidades totais de água para rega em ano médio (série 1986-2015) para os cenários culturais I e II

		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Cenário Cultural I	1º dec.	0,0	0,0	2,2	2,9	11,4	36,7	56,1	48,3	16,8	0,4	0,1
	2º dec.	0,0	0,0	1,0	3,5	16,4	42,2	56,5	45,3	16,7	0,3	0,1
	3º dec.	0,0	0,0	2,9	4,4	19,1	42,4	62,1	49,1	15,5	0,4	0,0
	Mensal	0,0	0,0	6,1	10,8	46,9	121,3	174,7	142,7	49,0	1,1	0,2
	Anual	552,8										
Cenário Cultural II	1º dec.	0,0	0,0	2,0	2,7	10,5	33,8	51,8	44,5	15,3	0,3	0,1
	2º dec.	0,0	0,0	1,0	3,4	15,2	38,9	52,2	41,5	15,2	0,3	0,1
	3º dec.	0,0	0,0	2,8	4,3	17,7	39,2	57,4	44,9	13,8	0,3	0,0
	Mensal	0,0	0,0	5,8	10,4	43,4	111,9	161,4	130,9	44,3	0,9	0,2
	Anual	509,2										

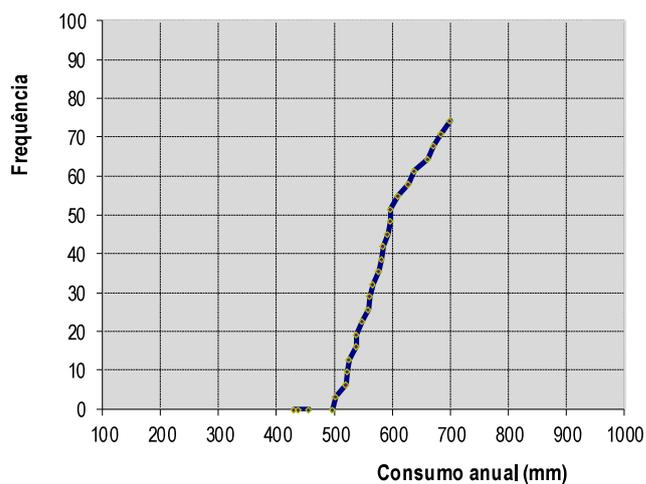
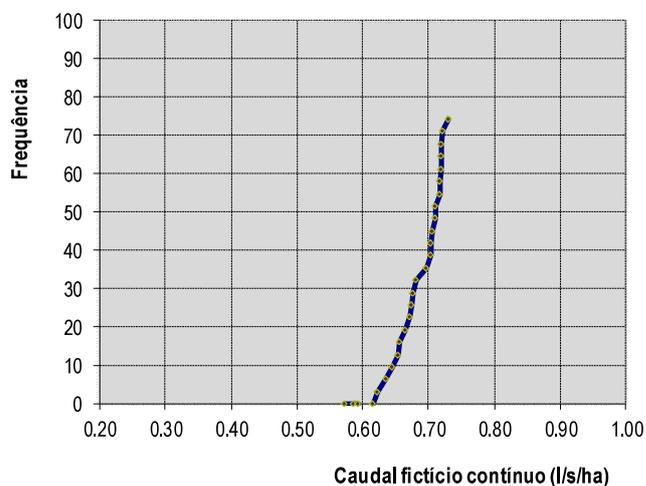
Na Figura 3.8 e na Figura 3.9 e Quadro 3.10 são apresentadas para os cenários I e II a análise de frequência das necessidades totais de água para rega ao nível da rede primária de rega.

O caudal específico de projeto, ao nível da rede primária de rega, com uma probabilidade de não excedência de 80%, é de 0,72 l s⁻¹ ha⁻¹ para os cenários I e de 0,67 l s⁻¹ ha⁻¹, para o cenário II. O caudal específico de dimensionamento da rede primária para o cenário II é cerca de 7% inferior ao do cenário I.

ANÁLISE FREQUENCIAL

SÉRIES DAS NECESSIDADES ANUAIS E DO CAUDAL DE PONTA

FREQUÊNCIA (%)	CONSUMO DE PONTA			CONSUMO ANUAL	
	Caudal específico (l/s/ha)	mm/dia	Ano	Consumo (mm)	Ano
3.23	0.53	4.6	1997	378	1988
6.45	0.57	4.9	2014	422	1997
9.68	0.57	5.0	1994	429	1993
12.9	0.59	5.1	1988	438	1998
16.13	0.59	5.1	1987	454	2007
19.35	0.60	5.2	2003	477	2014
22.58	0.61	5.3	2001	496	1987
25.81	0.62	5.4	1995	502	2008
29.03	0.64	5.5	1999	519	2000
32.26	0.64	5.6	2013	522	1994
35.48	0.65	5.7	2006	524	1996
38.71	0.66	5.7	2008	537	1999
41.94	0.66	5.7	1991	538	2013
45.16	0.67	5.8	2000	547	2002
48.39	0.67	5.8	2007	559	1989
51.61	0.68	5.8	2009	560	2001
54.84	0.68	5.9	2015	566	1986
58.06	0.70	6.0	2005	575	2011
61.29	0.70	6.1	2004	580	1995
64.52	0.70	6.1	1986	584	2006
67.74	0.71	6.1	1992	592	2003
70.97	0.71	6.1	1993	595	2010
74.19	0.71	6.1	2012	596	1992
77.42	0.72	6.2	1996	609	2004
80.65	0.72	6.2	1989	628	1990
83.87	0.72	6.2	1998	639	2012
87.1	0.72	6.2	2010	661	2009
90.32	0.72	6.2	2002	671	2015
93.55	0.72	6.2	2011	684	1991
96.77	0.73	6.3	1990	700	2005

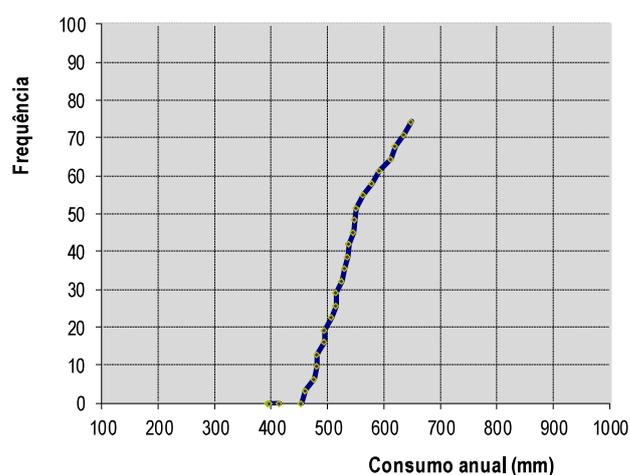
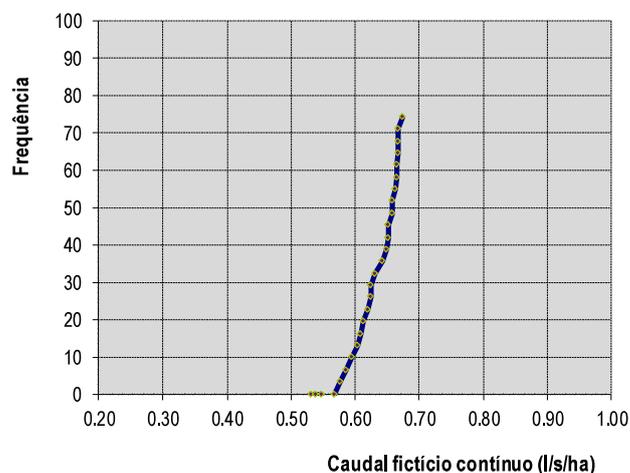


Fonte: Elaboração própria, resultados do modelo ISAREG

Figura 3.8 Cenário I - análise de frequência das necessidades totais de água para rega no período de ponta e anuais

ANÁLISE FREQUENCIAL
SÉRIES DAS NECESSIDADES ANUAIS E DO CAUDAL DE PONTA

FREQUÊNCIA (%)	CONSUMO DE PONTA		CONSUMO ANUAL		
	Caudal específico l/s/ha	mm/dia	Ano	Consumo mm	Ano
3.23	0.49	4.2	1997	344	1988
6.45	0.52	4.5	2014	386	1997
9.68	0.53	4.6	1994	394	1993
12.9	0.54	4.7	1988	398	1998
16.13	0.55	4.7	1987	414	2007
19.35	0.55	4.8	2003	439	2014
22.58	0.57	4.9	2001	454	1987
25.81	0.58	5.0	1995	460	2008
29.03	0.59	5.1	1999	477	2000
32.26	0.60	5.2	2013	482	1996
35.48	0.60	5.2	2006	483	1994
38.71	0.61	5.3	2008	493	1999
41.94	0.61	5.3	1991	495	2013
45.16	0.62	5.4	2000	506	2002
48.39	0.62	5.4	2007	515	1989
51.61	0.63	5.4	2009	515	2001
54.84	0.63	5.5	2015	525	1986
58.06	0.64	5.6	2005	530	2011
61.29	0.65	5.6	2004	536	1995
64.52	0.65	5.6	1986	537	2006
67.74	0.65	5.6	1992	546	2003
70.97	0.66	5.7	1993	548	2010
74.19	0.66	5.7	2012	550	1992
77.42	0.66	5.7	1996	562	2004
80.65	0.67	5.8	1989	579	1990
83.87	0.67	5.8	1998	591	2012
87.1	0.67	5.8	2010	612	2009
90.32	0.67	5.8	2002	620	2015
93.55	0.67	5.8	2011	634	1991
96.77	0.67	5.8	1990	647	2005



Fonte: Elaboração própria, resultados do modelo ISAREG

Figura 3.9 Cenário II - análise de frequência das necessidades totais de água para rega no período de ponta e anuais

Já para o dimensionamento da rede de rega, o caudal específico do cenário cultural II (o cenário recomendado no quadro dos projetos de modernização do AHI), excluindo-se a fração correspondente à eficiência de transporte, é $0,58 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$.

O dimensionamento das bocas de rega é feito também para o cenário cultural e verificado para a cultura mais exigente, tomando em consideração as necessidades de água úteis para rega no mês de ponta em ano seco e os valores padrão (representativos) da eficiência de aplicação, do fator de localização e da duração da rega (Quadro 3.10).

Assim, o caudal fictício contínuo a considerar no dimensionamento das bocas de rega é $0,57 \text{ l/s}$, correspondente a uma dotação de $1\,522,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ no mês de julho em ano crítico. A verificação será feita para o grupo de cultura prado à qual corresponde, ao nível da boca de rega, um caudal fictício contínuo de $0,98 \text{ l/s/ha}$ e uma dotação no mês de julho em ano crítico de $2\,637,5 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Quadro 3.10 Caudal fictício contínuo e dotação de rega ao nível da boca de rega

Grupo de Cultura	Peso (Cenário II)	No pé de planta			Sistema de rega	Eficiência de aplicação (%)	Fator localização	No hidrante/ boca de rega		
		Dotação útil de rega (mm) em ano crítico		Caudal fictício contínuo (l/s/ha)				Dotação de rega (m³/ha) ano crítico		Caudal fictício contínuo (l/s/ha)
		Julho	Ano					Julho	Ano	
Milho silagem	5%	189	379,8	0,71	Aspersão	80%	1	2 363	4 748	0,88
Prado	5%	211	780,0	0,79	Aspersão	80%	1	2 638	9 750	0,98
Tomate	2%	232	625,0	0,87	Gota-a-Gota / microaspersão	85%	0,8	2 184	5 882	0,82
Pessegueiros	5%	156	549,0	0,58	Gota-a-Gota	90%	0,5	867	3 050	0,32
Amendoal	50%	238	803,0	0,89	Gota-a-Gota	90%	0,7	1 851	6 246	0,69
Nogal	2,5%	232	813,0	0,87	Gota-a-Gota	90%	0,6	1 547	5 420	0,58
Olival	27,5%	145	497,7	0,54	Gota-a-Gota	90%	0,5	806	2 765	0,30
Pousio	3%									
Total	100	197	657	0,74	-	-	-	1 523	5 014	0,57

3.4.3 EFEITOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NAS NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA

A análise das projeções das alterações climáticas e dos seus efeitos na evapotranspiração de referência e nas necessidades de água para rega tem por base os dados do IPMA fornecidos no Portal do Clima para o Modelo regional Ensemble, cenários RCP4.5 e RCP 8.5 e horizonte 2041-2070 para a região Centro – Beira Baixa. Observa-se que os dados do Portal do Clima¹, observações de clima passado e projeções simuladas do clima atual e futuro, são baseados em múltiplas combinações de modelos CORDEX (programa EURO-CORDEX) e dos respetivos forçamentos - CMIP5.

Os cenários chamados Patamares de Concentração Representativos (*Representative Concentration Pathways*, RCPs) são identificados pelo seu forçamento radiativo aproximado no ano de 2100 em relação ao ano 1750: 2,6 W m⁻² para RCP2.6, 4,5 W m⁻² para RCP4.5, 6,0 W m⁻² para RCP6.0, e 8,5 W m⁻² para RCP8.5 (IPCC, 2013). Estes patamares incluem assim um cenário de mitigação (RCP2.6), dois cenários intermédios (RCP4.5 e RCP6.0) e um cenário de elevada emissão de gases de efeito de estufa (RCP8.5) (IPCC, 2014). Os RCP's baseiam-se numa combinação de modelos integrados de avaliação, modelos climáticos simples, química atmosférica e modelos globais do ciclo do carbono.

As combinações dos modelos climáticos globais (GCM) e regionais (RCM) considerados no portal do IPMA encontram-se no Quadro 3.11. Na análise efetuada, como já referido, apresentam-se os resultados do conjunto dos modelos ("Ensemble"). A opção pelas projeções fornecidas pelo Ensemble deve-se à incerteza associada às projeções climáticas dos modelos.

¹ <http://portaldoclima.pt/pt/>

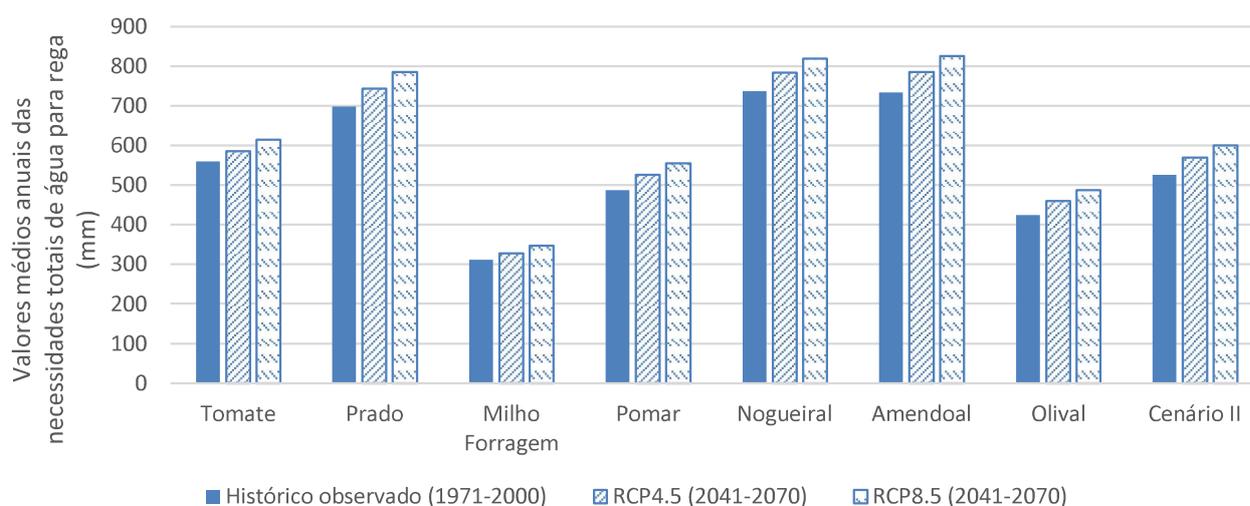
Quadro 3.11 Modelos globais (GCM) e modelos regionais (RCM) considerados no portal do IPMA

GCM	RCM
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM4-8-17
	SMHI-RCA4
ICHEC-EC-EARTH	CLMcom-CCLM4-8-17
	DMI-HIRHAM5
	KNMI-RACMO22E
	SMHI-RCA4
IPSL-IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS-WRF331F
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4-8-17
	SMHI-RCA4

Os cálculos necessidades de água para rega no quadro das alterações climáticas foram efetuados para cada uma das culturas e para o cenário cultural II para o horizonte 2041-2070 e para os cenários climáticos RCP4.5 e RCP 8.5.

A Figura 3.10 apresenta os valores médios anuais das necessidades de água para rega de cada um dos tipos de cultura e do cenário II. Para todos os tipos de culturas é expectável um aumento das necessidades de água para rega, observando-se que o aumento percentual é maior para culturas permanentes do que para as anuais.

No cenário RCP 4.5, o aumento das necessidades de água anuais varia entre 5% (para as hortícolas/tomate) e 8% (pomar, olival e amendoeiras). No cenário RCP.8.5, as variações são superiores a 10%, verificando-se a maior variação no olival, um aumento de 15%.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPMA e dos resultados do modelo ISAREG

Figura 3.10 Valores médios anuais (mm) das necessidades de água para rega das culturas e do cenário cultural II para o período histórico e para o horizonte 2041-2070 e cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5

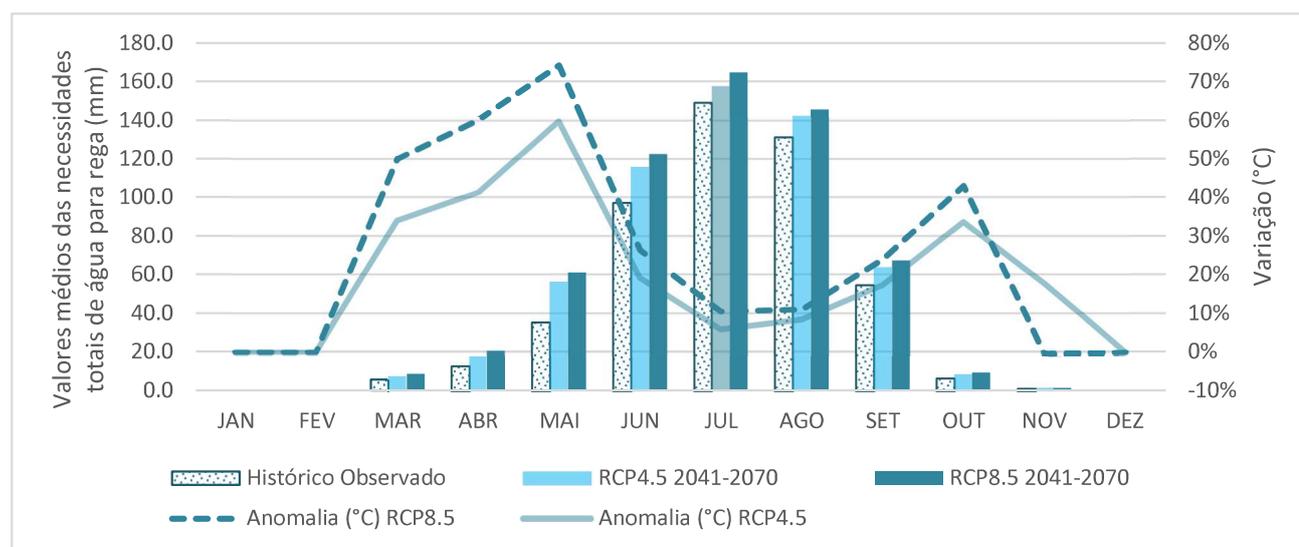
Os resultados apresentados no Quadro 3.12 e Figura 3.11 evidenciam o aumento das necessidades de água em consequência da projeção do aumento da evapotranspiração de referência, que é agravado principalmente no cenário RCP8.5 pelas projeções de diminuição da precipitação no período de março a maio.

Os aumentos percentuais mais severos ocorrem no início da campanha de rega (período de março a maio) e no final da campanha (setembro a outubro). A maior variação absoluta verifica-se no mês de maio (59,7% no cenário RCP4.5 e 74,2% no cenário RCP8.5), seguindo-se os meses de abril (41,2% no cenário RCP4.5 e 60,0% no cenário RCP8.5) e março (33,9% no cenário RCP4.5 e 50,0% no cenário RCP8.5).

Quadro 3.12 Valores médios (mm) das necessidades de água para rega do cenário cultural II para o período histórico e horizonte 2041-2070 e respetiva variação (%) (Portal do clima, Modelo Global e Regional “Ensemble”)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Histórico Observado	0,0	0,0	5,6	12,7	35,1	97,1	149,0	131,3	54,4	6,3	1,1	0,0
RCP4.5 2041-2070	0,0	0,0	7,5	18,0	56,0	115,6	157,6	142,2	63,8	8,4	1,3	0,0
RCP8.5 2041-2070	0,0	0,0	8,4	20,4	61,1	122,6	164,6	145,6	67,5	9,0	1,1	0,0
Variação (%) RCP4.5	0%	0%	33,9%	41,2%	59,7%	19,1%	5,7%	8,3%	17,2%	33,5%	17,5%	0%
Variação (%) RCP8.5	0%	0%	50,0%	60,0%	74,2%	26,3%	10,4%	10,9%	24,0%	43,1%	-0,6%	0%

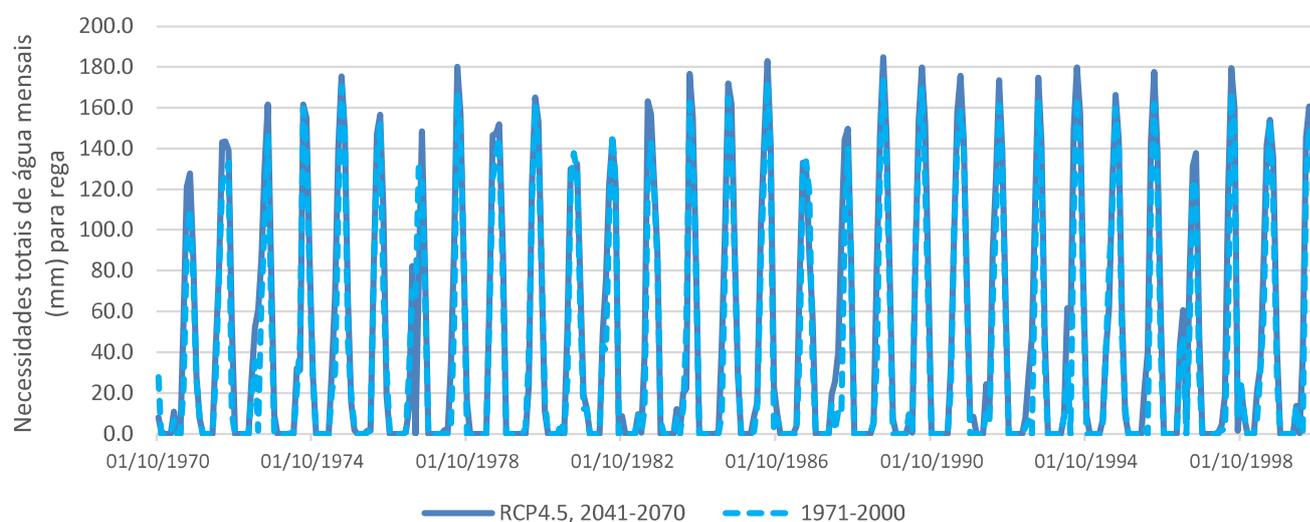
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPMA e dos resultados do modelo ISAREG



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPMA e dos resultados do modelo ISAREG

Figura 3.11 Valores médios (mm) das necessidades de água para rega do cenário cultural II para os cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5 e respetiva variação (%) (Portal do clima, Modelo Global e Regional “Ensemble”)

A Figura 3.12, que mostra a série das necessidades de rega para o cenário II para o horizonte 2041-2070 para cenário RCP4.5 (%) (Portal do clima, Modelo Global e Regional “Ensemble e a série estimada para o período histórico 1971-2000, evidencia o aumento das necessidades de água para rega.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPMA e dos resultados do modelo ISAREG

Figura 3.12 – Séries das necessidades de água para rega mensais estimadas para o período histórico de 1971-2000 e para o horizonte 2041-2070 para cenário RCP4.5 (%) (Portal do clima, Modelo Global e Regional “Ensemble”) com base ETo calculada pela fórmula de Hargreaves-Samani

4 ÁREA A BENEFICIAR PELO PROJETO DE MODERNIZAÇÃO

4.1 REVISÃO DOS LIMITES DA ÁREA BENEFICIADA

Tendo como referência a área potencial de 8 450 ha, foram realizados e apresentados na Nota Técnica N°1 os estudos de revisão dos limites do aproveitamento, tendo como premissas a exclusão da área beneficiada pelo regadio:

- do domínio hídrico das linhas de água principais, que abrange as águas e respetivos leitos e margens; no caso de águas não navegáveis nem fluviáveis (ribeiras, torrentes, barrancos e riachos de caudal descontínuo), a largura da margem é de 10 metros;
- das estradas nacionais e municipais abrangendo a faixa rodoviária e uma margem de 3 metros;
- das áreas urbanas e sociais identificadas no PDM de 1994 de Idanha-a-Nova em vigor dentro do perímetro do AHI.

No âmbito dos estudos foram ainda excluídas algumas manchas com florestas, de montado de azinheiras dispersas e de mato, às quais correspondem solos sem aptidão para regadio. Porém, as alterações mais significativas decorreram da permuta de áreas menos aptas para regadio por outras áreas com maior aptidão, mas pertencentes ao mesmo beneficiário, e na sua maioria já regadas a título precário.

No balanço final foram excluídos 613,4 ha e incluídos 682,4 ha relativamente ao limite estabelecido como ponto de partida.

Na Figura 4.1 apresenta-se os limites propostos para os três blocos no âmbito da revisão da área beneficiada apresentada na Nota Técnica N°1

Considerando os novos limites, a área total beneficiada é de 8 450,5 ha, cumprindo com o limite calculado ao nível da simulação da exploração da albufeira, dividindo-se:

- Bloco da Campina Norte: 2 599,5 ha
- Bloco da Campina Sul: 3 401,6 ha
- Bloco do Aravil: 2 449,4 ha

Com a delimitação proposta, foram incluídos dentro da área beneficiada cerca de 294 ha da área atualmente regada a título precário, por via da compensação das áreas excluídas por razões de conflitos de uso ou pela via da correção dos limites quando os beneficiários com área precária possuíam áreas sem aptidão dentro dos atuais limites.

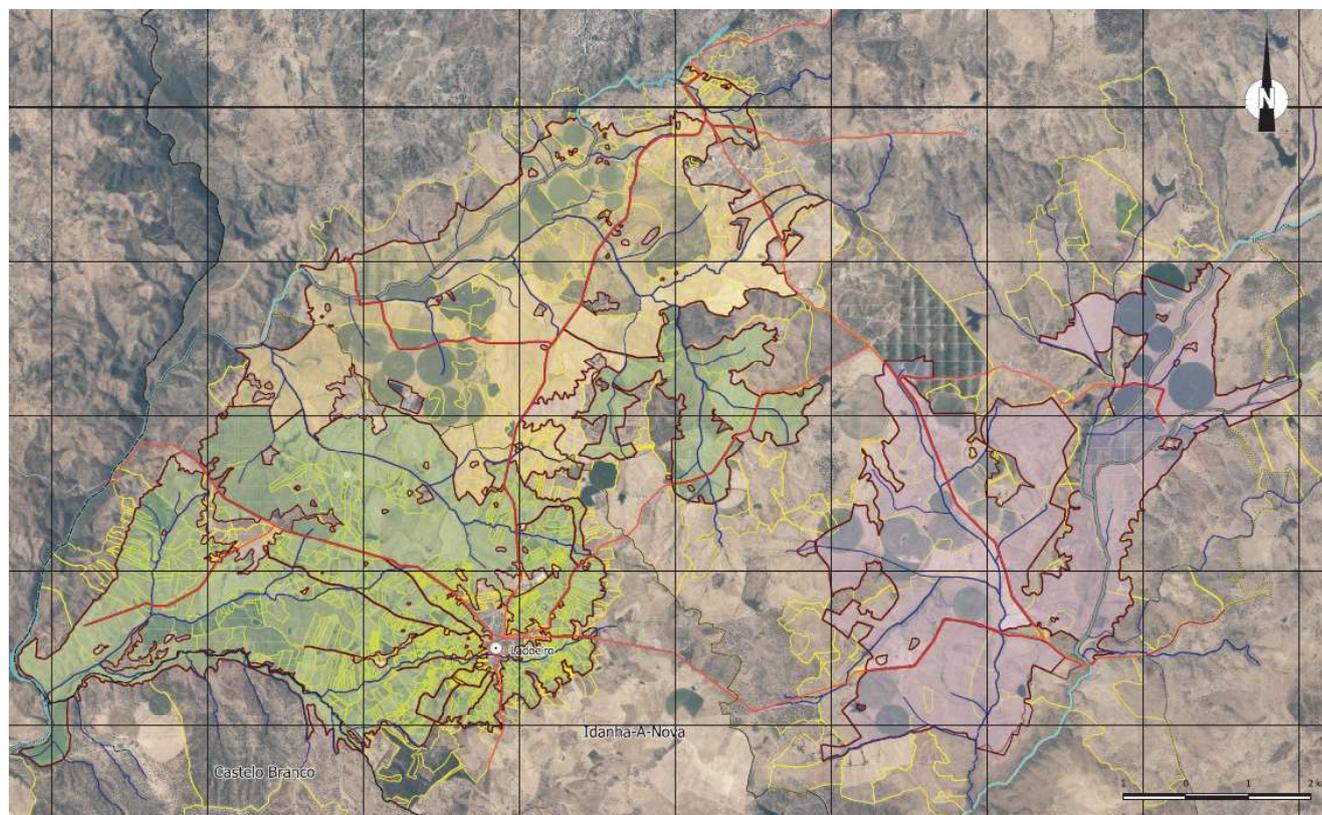


Figura 4.1 Limites dos blocos da Campina Norte, Campina Sul e Aravil no âmbito da revisão da área beneficiada pelo do AH de Idanha-a-Nova

4.2 BLOCO DA CAMPINA SUL

Na ótica do transporte e distribuição da água para rega em superfície livre, o bloco da Campina Sul integra as áreas atualmente beneficiadas pelos distribuidores 14 a 21. Porém, no âmbito dos projetos de modernização e com o objetivo de reduzir as extensões de tubagem das futuras redes de rega foram feitos ajustamentos à área do bloco da Campina Sul (Figura 4.1) irá integrar as áreas regadas pelo distribuidor 10, devido à proximidade desta zona do reservatório a prever junto ao CCG para servir o bloco da Campina Sul. E serão excluídas algumas áreas (Carris, Mourinhos e Rochão) atualmente beneficiadas pelo distribuidor 14 que foram integradas no bloco da Campina Norte.

4.3 ALTIMETRIA E DECLIVES

A carta hipsométrica, tal como havia sido mencionado na Nota Técnica Nº 1, foi gerada a partir do modelo digital do terreno SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com pixel de 25 m. Na Figura 4.2 apresenta-se esta carta para a área correspondente ao bloco da Campina Sul, e no Quadro 4.1 as áreas que se enquadram em cada uma das classes altimétricas.

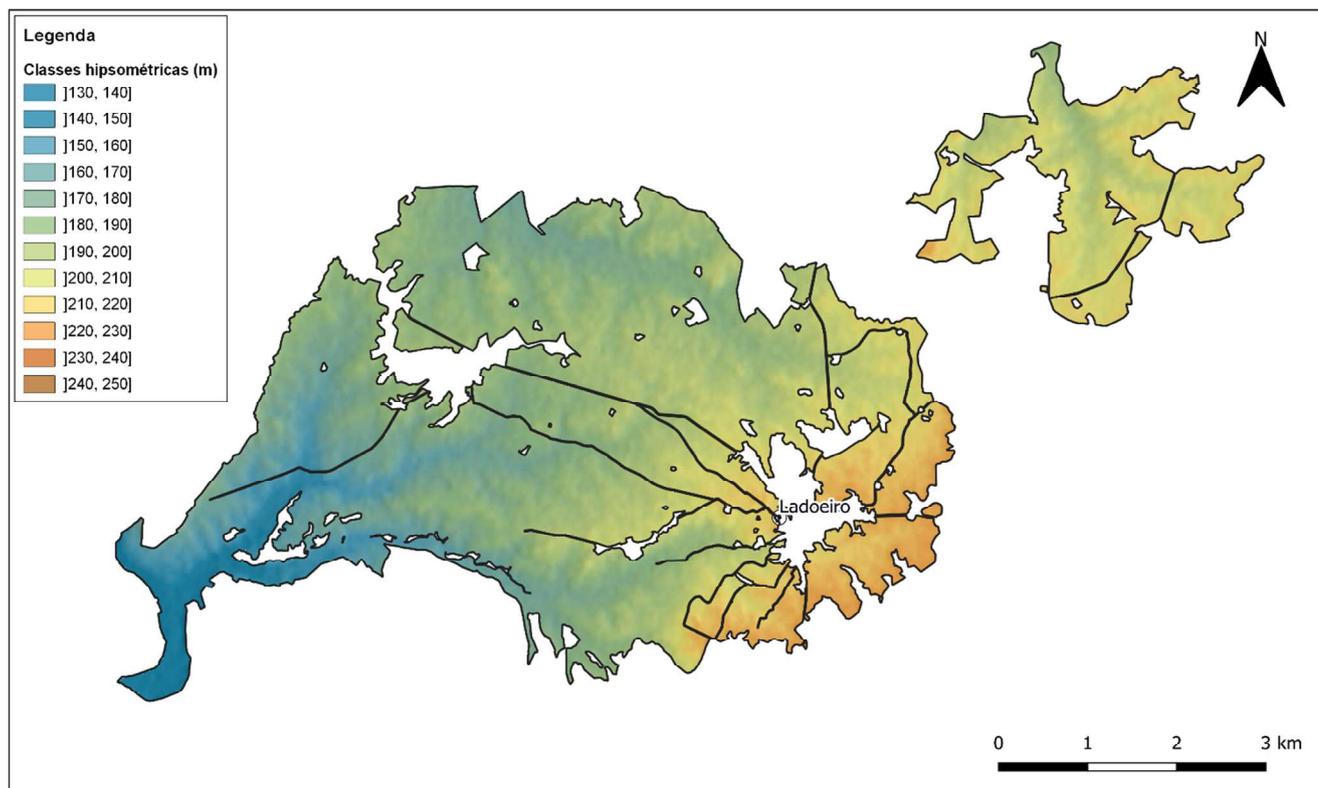


Figura 4.2 Carta hipsométrica da área do regadio do bloco da Campina Sul

Quadro 4.1 Classes de altimetria na área do regadio do bloco da Campina Sul

Classes de altitude (m)	Área (ha)	Área (%)
]130, 140]	71,1	2,1%
]140, 150]	89,9	2,6%
]150, 160]	141,8	4,2%
]160, 170]	233,5	6,9%
]170, 180]	465,5	13,7%
]180, 190]	748,4	22%
]190, 200]	596,9	17,5%
]200, 210]	536,9	15,8%
]210, 220]	342,2	10%
]220, 230]	175,7	5,2%
]230, 240]	0,1	0,0%
]240, 250]	0	0,0%
Total	3 402	100,0%

Relativamente à altimetria, observa-se que mais de metade da área do bloco (65,3%) se encontra entre os 180 e os 220 metros de altitude, enquanto a restante área se distribui pelas classes compreendidas entre os 130 e os 180 m (29,5%) e

nas classes entre os 220 e os 250 m de altitude (representando apenas 5,2% da área total). Verifica-se ainda que as cotas mais altas ficam a leste do Ladoeiro.

Posteriormente, foi elaborada a carta de declives, que divide a área de regadio do bloco da Campina Sul em 7 classes distintas, como se pode observar na Figura 4.3 e no Quadro 4.2.

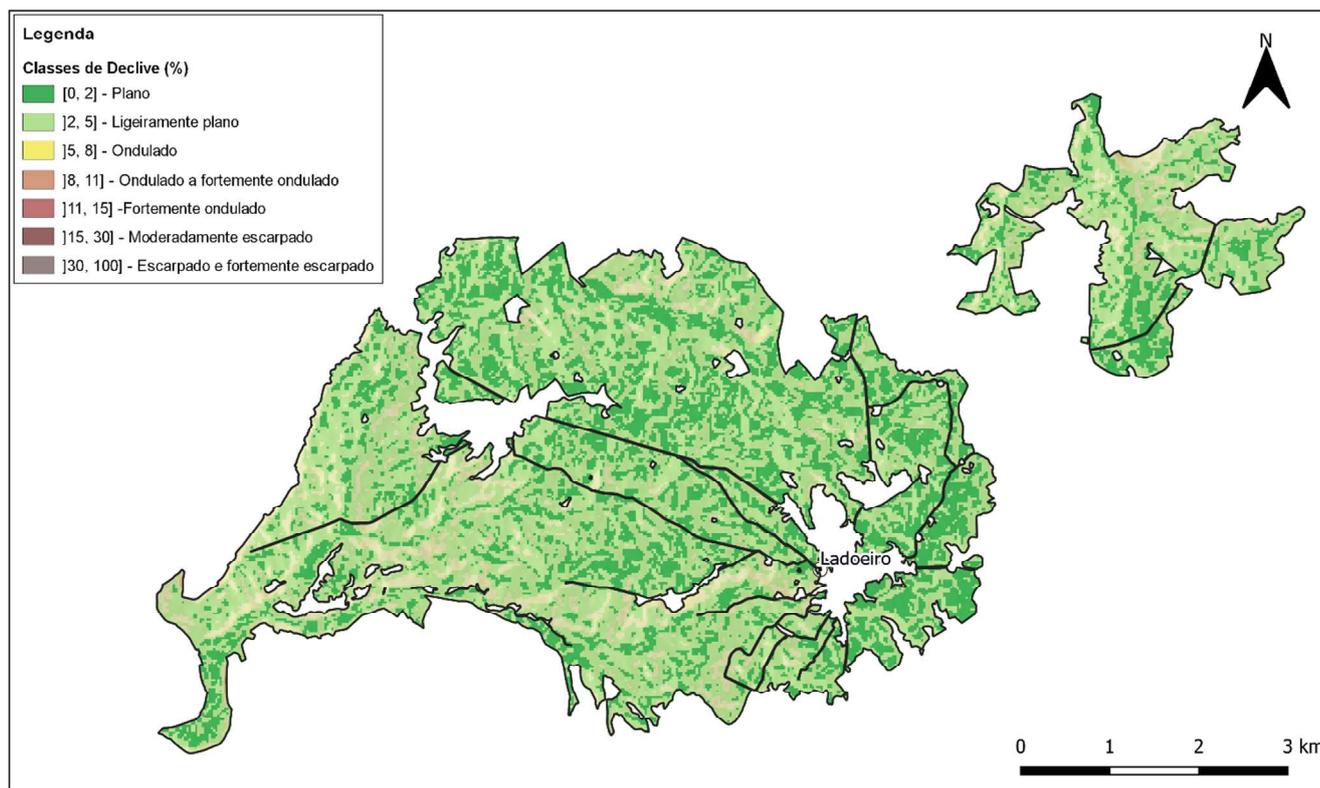


Figura 4.3 Carta de declives da área do regadio do bloco da Campina Sul

Quadro 4.2 Classes de declive na área do regadio do bloco da Campina Sul

Classes de Declive (%)	Área (ha)	Área (%)
[0%, 2%] - Plano	38,6	1,1%
[2%, 5%] - Ligeiramente plano	1007,9	29,6%
[5%, 8%] - Ondulado	2012,5	59,2%
[8%, 11%] - Ondulado a fortemente ondulado	310,5	9,1%
[11%, 15%] - Fortemente ondulado	28,9	0,9%
[15%, 30%] - Moderadamente escarpado	3,3	0,1%
[30%, 100] - Escarpado e fortemente escarpado	0,3	0,0%
Total	3 402	100,0%

Na região do bloco da Campina Sul há uma predominância evidente (88,8%) de áreas com declive ligeiramente ondulado a ondulado, isto é, variando entre os 2% e os 8%. Seguidamente seguem-se os declives entre os 8 e os 11% (ondulado a

fortemente ondulado) que representam 9,1% da área do bloco. Apenas 1% da área do bloco apresenta um declive superior a 11%.

Por fim, verifica-se que apenas 1,1% da área se pode classificar como “plana” no que diz respeito ao declive que a caracteriza.

4.4 SOLOS

Na Figura 4.4 apresenta-se a carta dos subgrupos de solos que ocorrem na área correspondente ao bloco da Campina Sul. Para possibilitar uma análise mais detalhada dos solos estão registadas, no Quadro 4.3, as áreas correspondentes a cada uma das ordens, subgrupos e famílias de solos.

Legenda - Classificação de Solos (Família/Fase)

ASoc	Pag	Srt(p)	Vag	Al	Sb	Vt(a)
Pac	Pag(p)	Va	Cal	Al(h)	Par	Vt(d)
Pat	Srt	Vtc	Atl	Ex	Par(a)	Vt(p)
Pat(d)	Srt(d,p)	Vtc(h)	Atl(p)	Sbl	Par(p)	
Pa	Srt(d)	Vtc(p)	A	Sbl(h)	Vt	

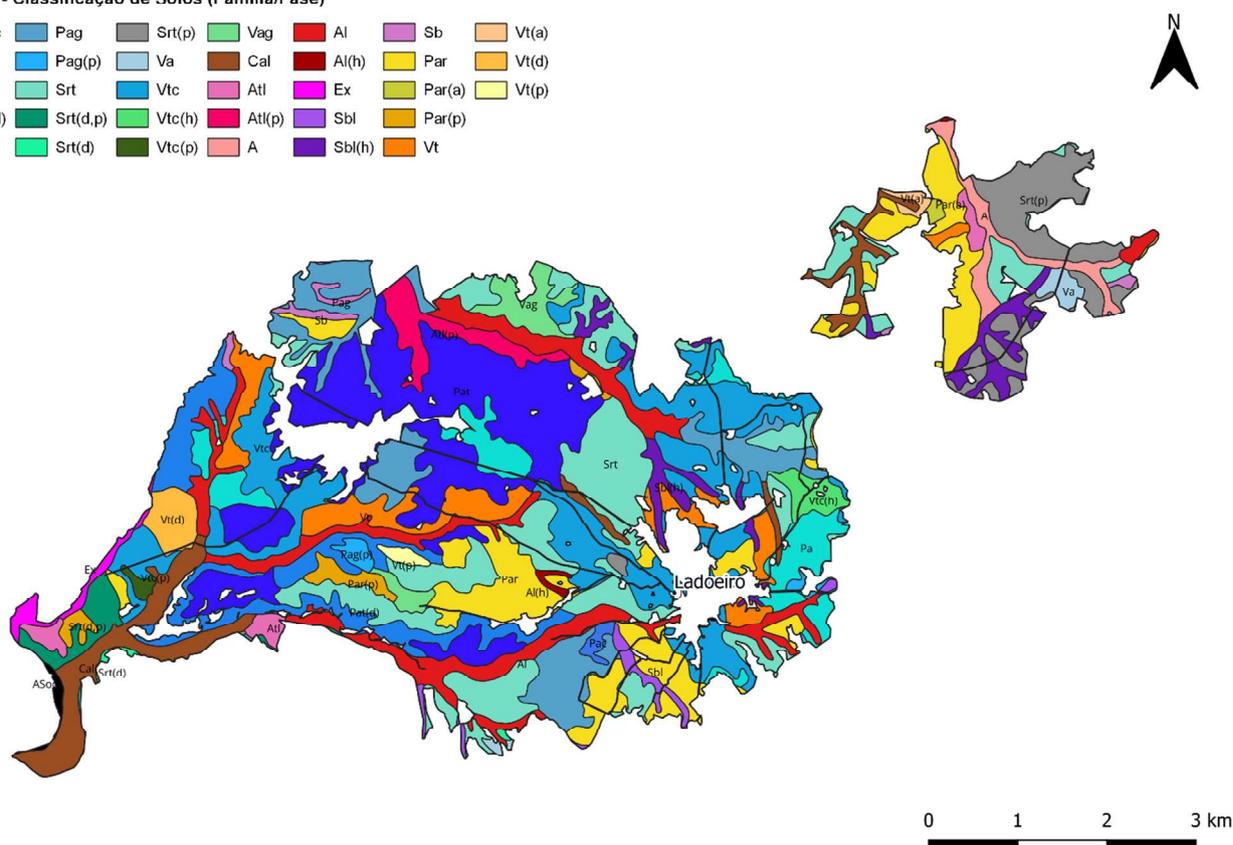


Figura 4.4 Carta dos subgrupos de solos na área de regadio do bloco da Campina Sul

Quadro 4.3 Representatividade dos Solos, ao nível das classes taxonómicas da Ordem, Subgrupo e Família/Fase

Ordem			Subgrupo			Família/fase		
Designação	Área		Designação	Área		Símbolo	Área	
	(ha)	%		(ha)	%		(ha)	%
Área Social	5,60	0,002	Área Social	5,60	0,002	ASoc	5,60	0,002
Solos Argiluvitados Pouco Insaturados	2182,83	0,642	Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários	8,75	0,003	Pac	8,75	0,003
			Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários, Normais	784,85	0,231	Pat	642,45	0,189
					Pa	142,39	0,042	
			Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários, Para-Solos Hidromórficos	239,70	0,070	Pag	239,70	0,070
			Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários, Normais	1093,86	0,322	Srt	663,70	0,195
					Va	17,01	0,005	
Solos Hidromórficos	149,69	0,044	Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Materiais Não Calcários, Para-Solos Hidromórficos	55,67	0,016	Vtc	413,15	0,121
					Vag	55,67	0,016	
			Solos Hidromórficos, Sem Horizonte Eluvial, Para-Aluviossolos	149,69	0,044	Cal	149,69	0,044
Solos Incipientes	539,81	0,159	Aluviossolos Antigos, Não Calcários	89,22	0,03	Atl	89,22	0,026
			Aluviossolos Modernos, Não Calcários	303,19	0,09	A	49,77	0,015
					AI	253,42	0,074	
			Litossolos dos Climas de Regime Xérico	19,97	0,006	Ex	19,97	0,006
			Coluviossolos, Não Calcários	127,43	0,04	Sbl	106,51	0,031
Solos Litólicos	524,04	0,154			Sb	20,92	0,006	
			Solos Litólicos, Não Húmicos, Pouco Insaturados Normais	524,05	0,15	Par	334,13	0,098
					Vt	189,93	0,056	

Verifica-se uma predominância das unidades de solos classificadas como Solos Argiluvitados Pouco Insaturados, ocupando aproximadamente 65% da área do bloco. Por ordem decrescente, seguem-se os Solos Incipientes (16%), os Solos Litólicos (15%) e os Solos Hidromórficos (0,04%). Existe também, no extremo oeste do bloco, uma pequena porção ocupada por áreas sociais.

4.5 DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE REGA E IMPLANTAÇÃO DOS HIDRANTES

Por definição, uma Unidade de Rega (UR), também muitas vezes designada como Unidade Terciária de Rega (UTR), é a área dominada por uma boca de rega à qual corresponde também uma determinada área equipada ou regável. Os conceitos de área dominada e de área equipada usados nesta Nota Técnica estão de acordo com as orientações da DGADR:

- Área dominada: abrange área social a qual corresponde a uma parcela fixa que não é regada por estar ocupada por infraestruturas hidráulicas, assentos de lavoura (conjunto principal de edificações destinadas a habitação, alojamento dos animais, armazenagem de fatores de produção e outros edifícios relacionados com a exploração agropecuária), habitações, caminhos e estradas, redes de drenagem, cursos de água e suas faixas de proteção e outros acidentes no terreno;
- Área equipada: área da parcela agrícola a que foram retiradas as áreas mencionadas no ponto anterior.

A delimitação das unidades de rega é condicionada por diversos fatores, nomeadamente a dimensão das propriedades, as características topográficas, os limites naturais existentes (caminhos, muros, linhas de água, etc.), interesse dos agricultores e fatores de natureza económica.

Nos prédios de grande dimensão, uma unidade de rega é de uma forma geral constituída pela totalidade da área do prédio. Porém, na zona do minifúndio não é viável financeiramente atribuir uma boca rega a cada prédio, sendo necessário agregar dois ou mais prédios em torno de uma boca de rega (Figura 4.5). Nestas situações e ainda que a rede de rega seja dimensionada para funcionar a pedido, o acesso do beneficiário à boca de rega terá de obedecer a um calendário estabelecido por acordo ou a um esquema de rotação entre os utilizadores dessa boca.

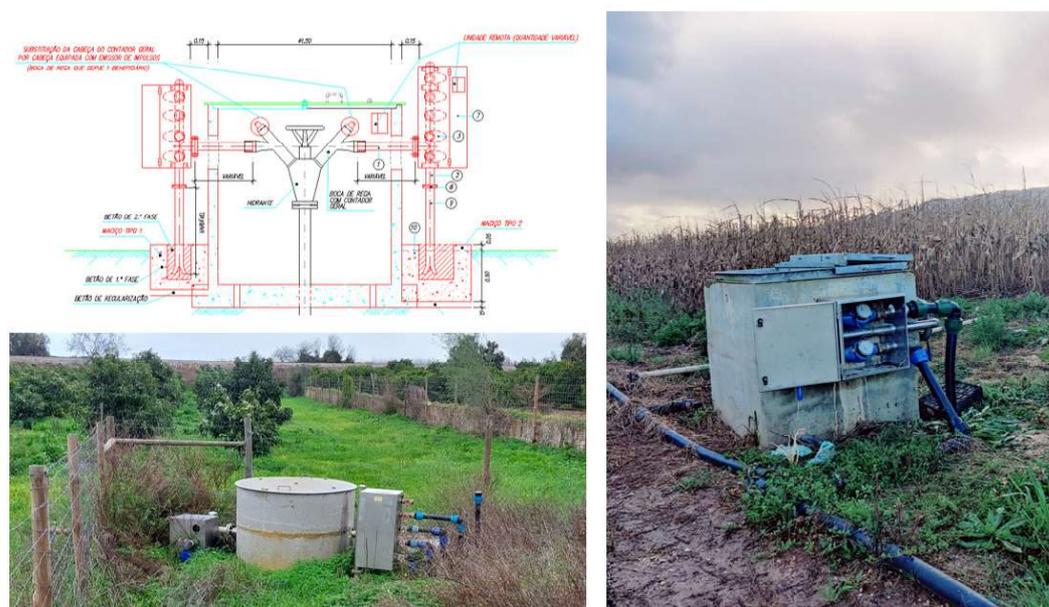


Figura 4.5 Boca de rega partilhada por mais de um beneficiário equipada com contadores individuais

Pelo que, nas bocas de rega partilhadas há a necessidade de procurar um equilíbrio entre a área dominada pela boca de rega e o número de beneficiários agrupados.

Tendo em conta o referido, a cada prédio foi atribuído uma boca de rega com exceção:

- Dos prédios com uma área inferior 2 ha.
- Dos prédios divididos por estradas nacionais e rios.
- Dos prédios com mais de 50 ha, quando tecnicamente e economicamente viável.

No agrupamento de prédios em torno de uma boca de rega, foram consideradas as seguintes diretrizes:

- A área da unidade rega não deverá ser inferior a 4 ha (área da unidade mínima de cultura para terrenos de regadio estabelecida para a região da Beira Baixa)
- O número máximo de proprietários não deverá ser superior a 8.
- As bocas de rega partilhadas serão equipadas com contadores individuais

As unidades de rega, tendo por referência os critérios gerais definidos para o estabelecimento das mesmas, foram definidas com base nos elementos cadastrais disponíveis, na cartografia, nos ortofotomapas de 2018², e nos reconhecimentos realizados nas visitas de campo.

Assim, definiram-se 402 unidades de rega, com áreas equipadas entre os 0,17 e 95,50 ha, o que corresponde a uma área equipada média de 8,41 ha. Na Figura 4.6 encontram-se representadas as unidades de rega definidas para o bloco da Campina Sul, bem como a respetiva classe de área em que cada uma se insere.

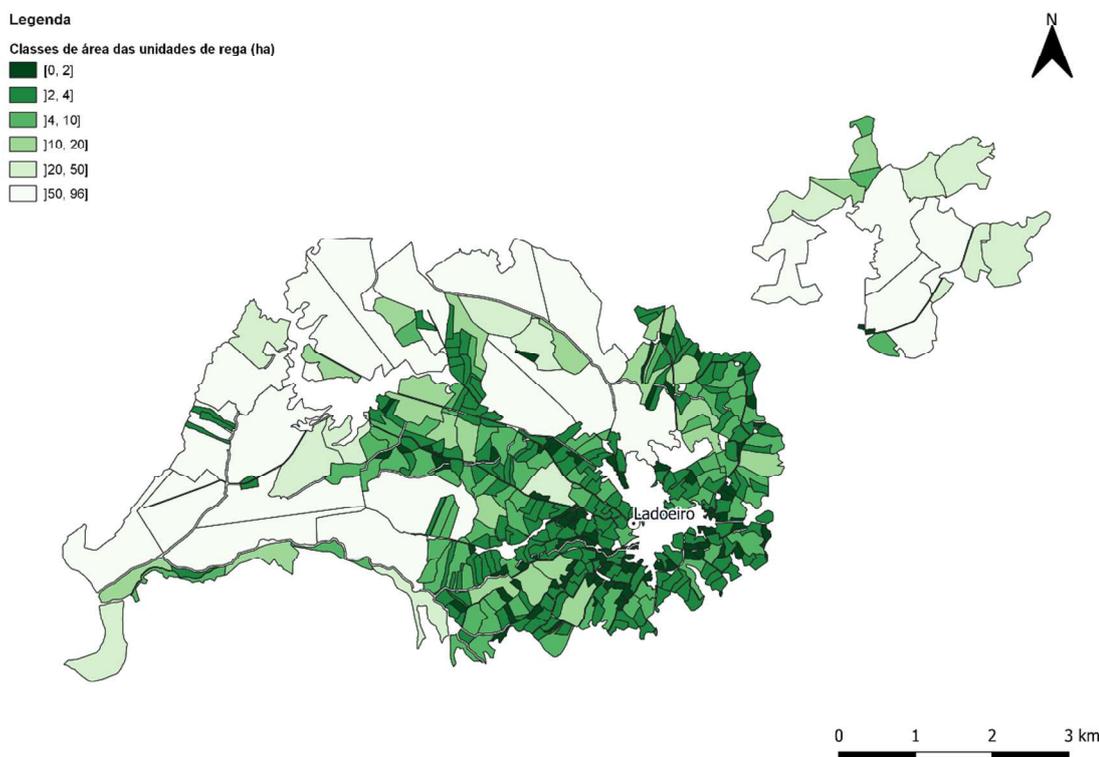


Figura 4.6 Classes de área das unidades de rega do bloco da Campina Sul

² Adquiridos à Direção Geral do Território para realização dos estudos de modernização.

Para efeitos de análise da dimensão das unidades de rega, distinguiram-se 6 classes de área (Figura 4.6 e Quadro 4.4), observando-se uma predominância de unidades de rega com dimensão inferior a 10 hectares. A Figura 4.6 permite também constatar que estas unidades de menor dimensão encontram-se maioritariamente nas proximidades da freguesia de Ladoeiro, sendo as unidades de rega maiores à medida que há um afastamento da área urbana.

Para melhor analisar os resultados apresentados na Figura 4.6 identificam-se, no Quadro 4.4, o número de unidades de rega e áreas atribuídas a cada uma das classes.

Quadro 4.4 Distribuição das unidades de rega pelas diferentes classes no bloco da Campina Sul

Classes de área (ha)	N.º de unidades de rega	N.º de unidades de rega (%)	Área (ha)	Área (%)
[0, 2]	90	22,4	118,7	3,5
]2, 4]	180	44,8	521,0	15,3
]4, 10]	75	18,7	440,7	13,0
]10, 20]	23	5,7	325,4	9,6
]20, 50]	13	3,2	402,3	11,8
]50, 96]	21	5,2	1 593,8	46,9
Total	402	100,0%	3 402	100,0%

Ainda que um dos critérios fixados para a delimitação das unidades de rega, assinale que as unidades de rega devam possuir uma área superior a 4 ha, verifica-se que 67,2% das unidades, devido à estrutura do minifúndio, não cumprem esta condição. É, no entanto, importante realçar que este número de unidades de rega bastante elevado não se reflete do mesmo modo na área, representando apenas 18,8% da área total.

Por outro lado, 46,9% da área total (1 593,8 ha) do bloco possui unidades de rega (21) que se enquadram na classe de maior dimensão, isto é, com áreas maiores que 50 ha.

No que diz respeito às unidades prediais verificou-se que a área do bloco abrange 1 264 prédios, dos quais 717 prédios são parcialmente beneficiados, o que corresponde a 57% da sua totalidade.

A localização dos hidrantes foi efetuada de acordo com as unidades terciárias de rega, tendo sido, sempre que possível, adotados os seguintes critérios:

- os hidrantes devem localizar-se, sempre que possível, junto aos reservatórios/charcas existentes, ou junto dos centros de bombagem e distribuição existentes;
- os hidrantes devem beneficiar o maior número possível de unidades de rega por forma a reduzir os custos de investimento por hectare;
- os hidrantes, sempre que possível, são localizados nos pontos de maior cota da parcela;
- os hidrantes devem situar-se em locais de fácil acesso; e
- os hidrantes, sempre que sirvam mais que um proprietário, devem ser localizados nos limites das propriedades por forma a permitir o fácil acesso a todos os proprietários abrangidos.

5 CONSULTA PÚBLICA

No âmbito dos estudos de delimitação e traçado das redes secundárias de rega foi realizada uma consulta pública aos regantes e beneficiários que decorreu presencialmente nos dias 4 e 5 de julho nas instalações da ARBI. Porém, o período da consulta foi estendido até ao dia 31 de julho, durante o qual, os proprietários e/ou beneficiários puderam consultar as cartas com a delimitação das unidades de rega, a implantação dos hidrantes e rede de rega do bloco da Campina Sul/Ladoeiro nas instalações da ARBI e transmitir as suas observações aos técnicos da Associação. Durante o mesmo período, alguns proprietários/beneficiários foram recebidos a seu pedido nas instalações da COBA.

A análise caso a caso, com estes beneficiários, quer dos limites das unidades de rega quer da localização dos hidrantes e traçados das condutas, permitiu ou a validação das opções tomadas ou a realização das correções/ajustamentos decorrentes dessa análise. A Consulta Pública permitiu ainda explicar os grandes objetivos do projeto de modernização em curso que irá proporcionar aos regantes a distribuição da água a pedido.

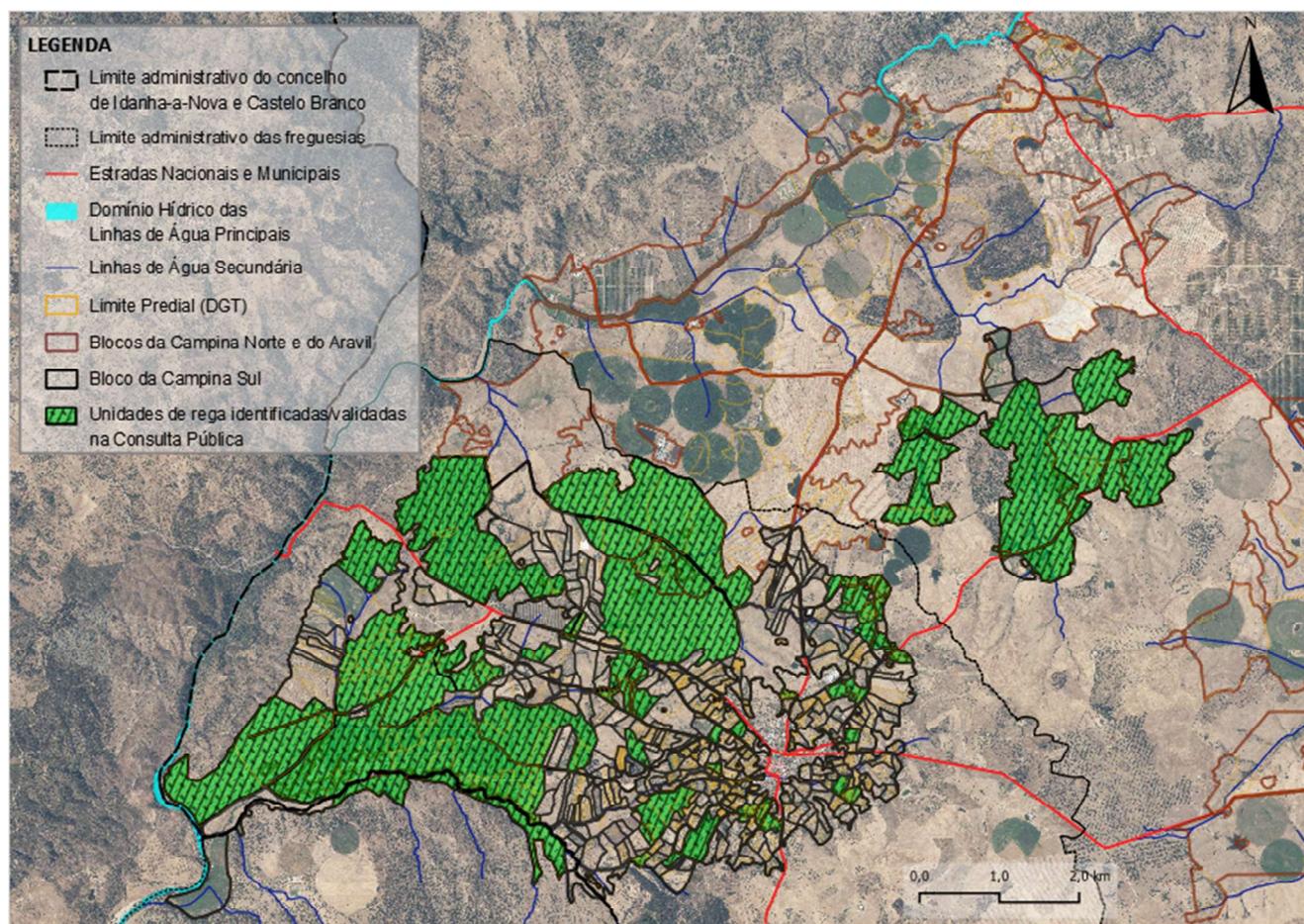


Figura 5.1 Distribuição das unidades de rega identificadas/validadas na consulta pública realizada nas instalações da ARBI nos dias 4 e 5 de julho de 2023 e estendida até ao dia 31 de julho

A consulta pública realizada permitiu a confirmação de 70 unidades de rega num total de 402, ou seja, cerca de 17% do número total de unidades de rega.

As unidades de rega confirmadas (Figura 5.1) pertencem a um total de 142 beneficiários. Porém, algumas destas unidades de rega beneficiam mais do que um beneficiário/regante e, na grande maioria das situações, apenas um dos beneficiários compareceu à Consulta Pública. Houve algumas situações em que a identificação da unidade, a localização dos hidrantes e o traçado da rede foi visto com o proprietário e com o regante.

As unidades de rega identificadas totalizam uma área dominada total de 1 886,4 ha, correspondendo a 56% da área dominada do bloco da Campina Sul (3 378,6 ha).

Importa referir que o bloco da Campina Sul beneficia toda a zona de minifúndio do Ladoeiro, que ainda representa cerca 570 ha³ da área dominada do bloco. A participação dos beneficiários das zonas de minifúndio nas Consultas Públicas é de um modo geral pouco expressiva em termos de representação da área total.

Por últimos, acresce que foram ainda recebidos durante os dias 4 e 5 de julho alguns beneficiários cujas áreas de rega foram excluídas no âmbito da revisão dos limites do AH de Idanha, apresentada na Nota Técnica N°1. Aos atuais beneficiários que estão nestas condições, foi esclarecido que a o AH de Idanha continuará a entregar os volumes de água necessários para a rega, mas que toda a gestão (operação, manutenção e conservação) da rede de rega que fica fora do limite do AH de Idanha na proximidade da área urbana do Ladoeiro será feita pela junta de freguesia e pela Câmara Municipal de Idanha.

³ Incluíram-se todas as áreas parcelas com menos de 4 ha (unidade mínima de cultura para terrenos de regadio estabelecida para a região da Beira Baixa)

6 PRINCIPIOS BASE DO PROJETO DE MODERNIZAÇÃO

O presente projeto de modernização do AH de Idanha pretende uma reconversão de todo o sistema de transporte e distribuição dotando-o de infraestruturas que garantam a eficiência hídrica do aproveitamento incluindo a medição dos volumes de água entregues aos utilizadores, que possibilitem o fornecimento da água para rega “a pedido” e garantindo o caudal e pressão nos pontos de entrega de água que permitem aos agricultores uma condução da rega na parcela mais eficiente e adotando métodos de rega mais adequados.

Neste contexto, e como já, referido no ponto 2.3, foi preconizada a construção de uma rede de rega em pressão a pedido, com bombagem para um reservatório elevado e posterior distribuição gravítica. Além do reservatório elevado, a solução de modernização prevê um reservatório junto ao CCG que irá servir a estação elevatória.

O reservatório junto ao CCG é fundamental quer para a flexibilização da operação quer para a eficiência do sistema primário. Observa-se que este reservatório será a infraestruturas terminal do CCG, devendo por isso ter capacidade, em conjugação com o volume do reservatório elevado, para responder aos tempos de resposta do sistema primário.

A solução inicial, patenteada no Caderno de Encargos, previa a construção de uma tomada de água no CCG para o bloco da Campina Sul junto à estação elevatória do Ladoeiro, prevendo o aproveitamento do espaço da atual estação para a construção da nova estação, mas mantendo em funcionamento o atual sistema. Para além da complexidade que seria criada ao processo construtivo com custos acrescidos, o espaço disponível é insuficiente quer para a construção do reservatório quer da EE.

Assim, mantendo-se a linha da solução de modernização preconizada para o bloco da Campina Sul, a tomada no Canal Condutor Geral deverá ser construída cerca do km 19+050, junto à estrada para a Estação Elevatória, a montante do descarregador do Cabeludo (Figura 6.1). Esta localização tem ainda as vantagens seguintes em relação ao sítio proposto no CE:

- A capacidade hidráulica do canal nesta secção é maior. Assim não deverá haver limitações ao transporte do caudal de dimensionamento do bloco da Campina Sul, o que poderia acontecer na secção junto à EE do Ladoeiro.
- Diminui a extensão do CCG (em cerca de 4 650 m), uma vez que na solução de modernização, o CCG terminará na tomada de derivação para o reservatório que servirá a EE da Campina Sul.
- As cotas dos níveis da água no canal são também maiores, sendo por isso, do ponto de vista da eficiência energética uma localização mais favorável.

Observa-se, ainda, que esta nova localização não aumenta a extensão da conduta elevatória relativamente à solução proposta no Caderno de Encargo.

Por último, refere-se que esta alteração fazia parte dos documentos sujeito à Consulta Pública.

As condições de serviço da rede secundária de rega são também decisivas na estruturação da solução de modernização. Ainda que no Caderno de Encargos seja estabelecido que a pressão mínima a garantir é 35 m c.a. a montante da boca de rega - **Alternativa 1**, admitindo-se uma pressão menor nos hidrantes localizados nos pontos mais desfavoráveis, nesta Nota Técnica é também equacionada a hipótese de se entregar a água de rega em baixa pressão - **Alternativa 2**.

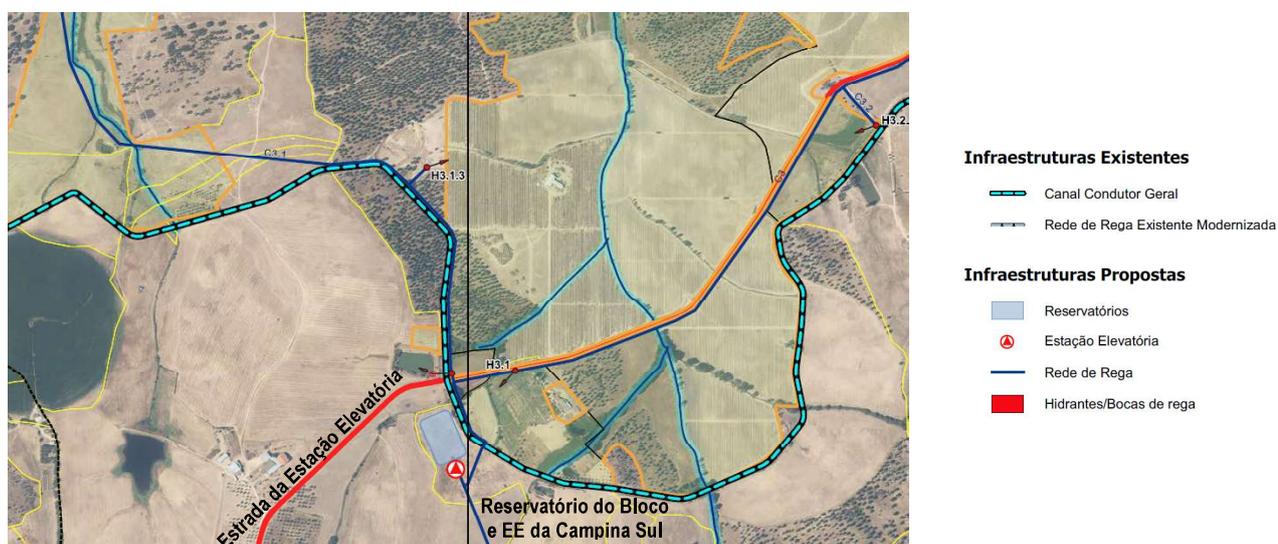


Figura 6.1 Localização do reservatório e da estação elevatória do bloco da Campina Sul (na zona do Cabeludo)

No pressuposto de um sistema de distribuição da água de rega em baixa pressão, existe a possibilidade de beneficiar uma parte do bloco da Campina Sul graviticamente - **Alternativa 3**.

Porém, observa-se que a distribuição da água de rega em baixa pressão revela-se desadequada à zona do minifúndio, exigindo que os beneficiários façam investimentos consideráveis que poderão, quer do ponto de vista financeiro quer económico, não ser viáveis para os agricultores.

Pelo que, e tendo em consideração que a área possível de ser beneficiada em baixa pressão graviticamente é dominada pela grande e média propriedade, optou-se por considerar duas variantes ao nível da Alternativa 3: beneficiar o minifúndio com pressão (como na Alternativa 1) ou, tal como na Alternativa 2, em baixa pressão.

Por fim, observa-se que todas as soluções pressupõem a filtração da água de rega e um sistema de automação e telegestão.

7 CRITÉRIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO

7.1 CAUDAIS DE FICTÍCIOS CONTÍNUOS NO PERÍODO DE PONTA EM ANO SECO

O dimensionamento das bocas de rega e da rede de rega é feito tendo por base as necessidades de água para o mês de maior consumo (mês crítico/período de ponta) e com uma probabilidade de não excedência de 80% (ano seco) para o cenário cultural proposto e as eficiências do sistema de rega na parcela e do sistema de distribuição.

No Quadro 7.1 apresentam-se os valores dos caudais fictícios contínuos do cenário cultural definido para uma probabilidade de não excedência de 0,80 e utilizados para o dimensionamento das bocas de rega e das redes secundárias de rega.

Quadro 7.1 Caudal fictício contínuo, q_{fc} ($l\ s^{-1}\ ha^{-1}$), para o cenário cultural e uma probabilidade de não excedência de 80%

Cenário cultural proposto	q_{fc} ($l\ s^{-1}\ ha^{-1}$)	
	na parcela / no hidrante	no início da rede secundária de rega
	0,57	0,58

7.2 CLASSES DE BOCAS DE REGA

Tendo por base o caudal fictício na parcela/hidrante, o caudal nominal (classe) atribuído a uma determinada boca de rega é determinado considerando a seguinte expressão:

$$A_{m\acute{a}x} = \frac{Q_{boca}}{(gl \times q_{fc})}$$

onde:

- $A_{m\acute{a}x}$ – área máxima regável pela boca de rega considerada (ha);
- Q_{boca} – caudal nominal da boca de rega (l/s);
- gl – grau de liberdade mínimo associado à boca de rega de Q_{boca} (adimensional);
- q_{fc} – caudal fictício contínuo à entrada da parcela l/(s·ha).

No Quadro 7.2 e na Figura 7.1 são indicadas as classes de bocas de rega propostas, em função da área regável e do grau de liberdade mínimo atribuído a uma determinada classe. O grau de liberdade mínimo associado às bocas de rega varia em função da dimensão da propriedade, ou seja, quanto menor a área da unidade de rega, maior será o grau de liberdade.

Quadro 7.2 Classes de bocas de rega

Classe	Caudal		Grau de liberdade		Área regável [ha]	
	(m^3/h)	(l/s)	Máximo	Mínimo	Mínimo	Máximo
1	15	4,17		2,00		3,66
2	20	5,56	2,67	2,00	3,67	4,89
3	30	8,33	3,00	2,00	4,89	7,33

Classe	Caudal		Grau de liberdade		Área regável [ha]	
	(m³/h)	(l/s)	Máximo	Mínimo	Mínimo	Máximo
4	40	11,11	2,67	2,00	7,33	9,77
5	60	16,67	3,00	2,00	9,77	14,66
6	80	22,22	2,67	2,00	14,66	19,54
7	100	27,78	2,50	1,90	19,54	25,72
8	120	33,33	2,28	1,90	25,72	30,86
9	140	38,89	2,22	1,90	30,86	36,00
10	160	44,44	2,17	1,90	36,00	41,14
11	180	50,00	2,14	1,90	41,15	46,29
12	200	55,56	2,11	1,60	46,29	61,07
13	220	61,11	1,76	1,60	61,07	67,18
14	240	66,67	1,75	1,60	67,18	73,29
15	260	72,22	1,73	1,60	73,29	79,40
16	280	77,78	1,72	1,60	79,40	85,50
17	300	83,33	1,71	1,60	85,50	91,61
18	320	88,89	1,71	1,60	91,61	97,72

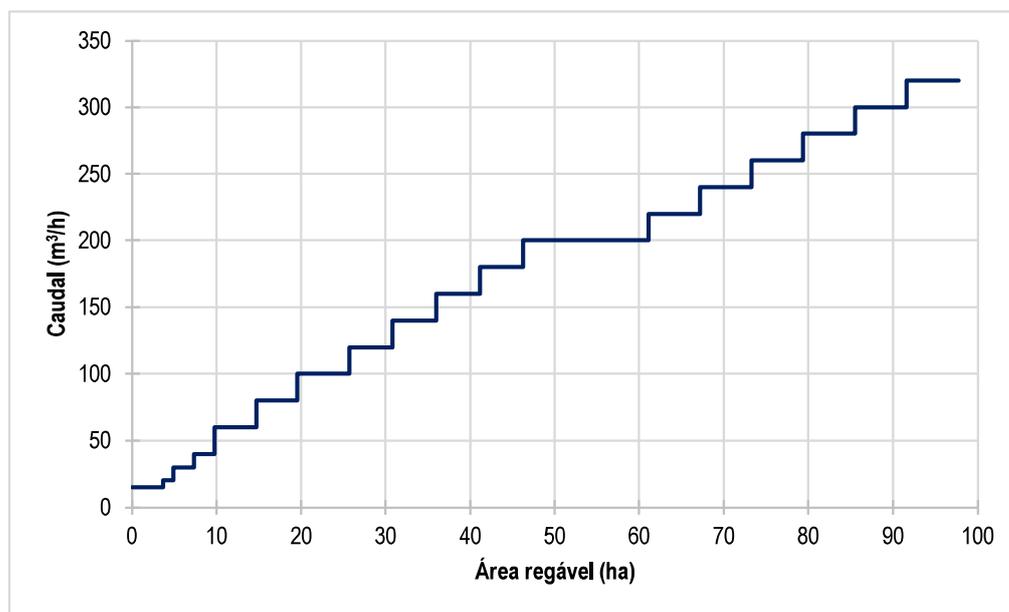


Figura 7.1 Diagrama das classes das bocas de rega

Embora o dimensionamento das bocas de rega seja realizado para o cenário cultural é feita a verificação para a cultura mais exigente (prado). A Figura 7.2 compara o grau de liberdade das classes de boca de rega para o cenário cultural com o grau de liberdade para a cultura mais exigente.

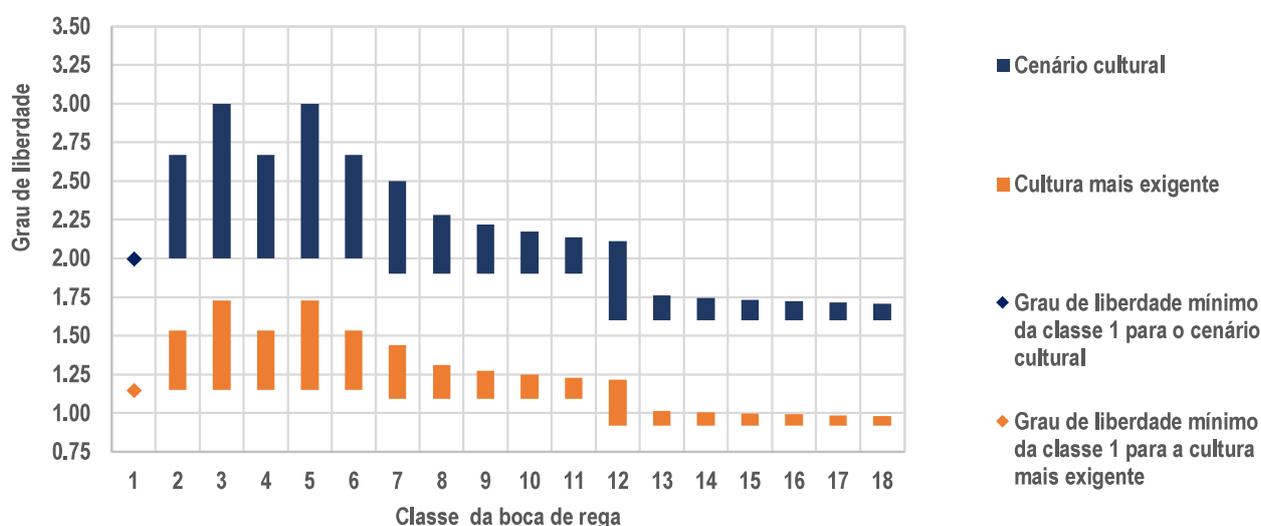


Figura 7.2 Grau de liberdade mínimo das classes de boca de rega para o cenário cultural e para a cultura mais exigente

Esta Figura mostra que para as classes 1 a 11, o grau de liberdade é maior que 1 mesmo para cultura mais exigente, o que significa que o caudal fornecido é suficiente para satisfazer as necessidades de rega da cultura mais exigente no período de ponta e para uma probabilidade de não excedência de 0,8.

Porém, para as classes de boca de rega 12 a 18, o grau de liberdade varia entre 0,91 e 1,21, sendo sempre inferior a 1 a partir da classe 16. O que significa que o caudal atribuído a estas bocas de rega poderá não ser suficiente para satisfazer as necessidades de rega da cultura mais exigente no período de ponta e em ano seco. Observa-se que no cálculo das necessidades de rega da cultura mais exigente (pardo) foi considerada uma eficiência de aplicação de 80%. Pelo que, um sistema de rega mais eficiente (com uma eficiência de aplicação de cerca dos 85%) associado a uma boa gestão da reserva da água no solo permitirá regar a área total sem défice, mesmo em ano seco. Os agricultores que disponham de charcas/barragens poderão ainda usar a capacidade de armazenamento dos seus reservatórios para compensar o caudal da boca de rega e fornecer a dotação de rega requerida pela cultura mais exigente.

7.3 PRESSÕES MÍNIMAS A GARANTIR À SAÍDA DO HIDRANTE

As pressões mínimas a garantir à saída das bocas de rega dependerão do tipo de sistema de distribuição de água que vier a ser adotado.

▪ Rede de rega em pressão

Nas redes de rega coletiva em pressão é garantida uma pressão mínima no hidrante que garanta o adequado funcionamento dos sistemas de rega na parcela. Normalmente admite-se que uma pressão mínima de 35 m c.a. a jusante da boca de rega é suficiente para a grande maioria das tipologias dos sistemas de rega na parcela. A este valor é necessário adicionar as perdas de carga no hidrante e boca de rega, cerca de 8 m c.a.. Pelo que, a montante dos hidrantes deverá ser garantida uma pressão mínima de 43 m c.a..

▪ Rede de rega em baixa pressão

Nas redes de rega em baixa pressão deverá ser garantida uma pressão mínima de 10 m c.a. a montante de cada hidrante ou um valor compatível com a curva de funcionamento dos equipamentos dos pontos de entrega. A pressão disponível deverá ser compatível com a entrega da água em perfeitas condições nos reservatórios de armazenamento dos agricultores. Considera-se uma perda de carga máxima no conjunto dos equipamentos hidrante/ boca de rega de 8 m c.a..

Poderão existir situações, que deverão corresponder a situações de exceção, onde a pressão disponível no hidrante é inferior a 10 m c.a.. Nesta situações serão adotados hidrantes de baixa pressão onde a perda de carga poderá ir até 3 m c.a..

7.4 VELOCIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS DE ESCOAMENTO

A otimização de sistema de distribuição de água para rega implica a definição dos limites, mínimo e máximo, da velocidade de escoamento:

- a velocidade mínima é definida por forma a reduzir a deposição de sedimentos prejudiciais ao funcionamento da rede, Para tal definiu-se como valor de velocidade mínima $0,5 \text{ m s}^{-1}$;
- a velocidade máxima deve ser definida com o objetivo de evitar a fadiga precoce das tubagens e eventuais riscos originados pelo golpe de aríete resultantes das manobras na rede e minimizar os custos do equipamento de proteção. O seu valor é função do diâmetro nominal da tubagem. No Quadro 7.3 indicam-se os limites máximos adotados para a velocidade de escoamento.

Quadro 7.3 Valores da velocidade máxima de escoamento

Diâmetro nominal da tubagem, DN (mm)	Velocidade máxima de escoamento (m/s)
$\text{DN} \leq 160$	1,5
$160 > \text{DN} \leq 315$	1,6
$\text{DN} > 315$	1,8

7.5 MATERIAIS A UTILIZAR NAS CONDUTAS E ACESSÓRIOS

7.5.1 Materiais das condutas, suas características e acessórios

Considerando as condicionantes quer de operação quer geológicas e geotécnicas dos terrenos do bloco da Campina Sul procedeu-se à análise do material da tubagem e respetivos acessórios e elementos de ligação entre tubos contíguos “standard”, após consulta aos fabricantes.

Abaixo resumem-se as principais características dos materiais avaliados para a solução de modernização do bloco da Campina Sul.

Quadro 7.4 Principais características dos materiais avaliados

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	
Betão com alma de aço (betão)	Tubagem e acessórios	Solução integral (DN600 a DN1400), PN6 e PN8 Acoplamento mecânico por encaixe macho-fêmea, com junta dupla
	Comprimentos dos tubos	6 m
	Coefficiente de rugosidade (k)	0,1 mm
	Vala / instalação	Aterro controlado com solos selecionados na envolvente da tubagem Preferencialmente assente sobre leito de material granular / Assente sobre coxim de betão Acoplamento e instalação em vala Razoável cadência de instalação
	Comportamento mecânico geral	Bom
	Vantagens	Grande resistência mecânica a cargas exteriores e a pressões internas Baixo custo Pequena condutibilidade térmica
	Desvantagens	Necessidade de proteção catódica das armaduras Elevado peso por metro linear
Ferro fundido dúctil (FFd)	Tubagem e acessórios	Solução integral (DN600 a DN1600), C25 Acoplamento mecânico por encaixe macho-fêmea
	Comprimentos dos tubos	6,95 a 8,19 m (DN400 – DN1600)
	Coefficiente de rugosidade (k)	0,1 mm
	Vala / instalação	Aterro controlado com solos nativos de escavação em toda a vala Assentamento no fundo da vala / sobre material granular / sobre coxim de betão Acoplamento e instalação em vala Razoável cadência de instalação
	Comportamento mecânico geral	Muito bom
	Vantagens	Grande resistência aos choques e roturas Elevada resistência a pressões internas, particularmente aos golpes de ariete Muito resistente à corrosão Grande durabilidade Disponibilidade de acessórios
	Desvantagens	Elevado peso por metro linear, dificultando a montagem Elevado custo
Polietileno de alta densidade (PEAD)	Tubagem e acessórios	Solução integral (DN90 a DN1600, DN equivalentes), MRS26/PE100 (PN6) e MRS17/PE100 (PN10) Acoplamento por soldadura topo a topo Acessórios com ligação através de soldadura topo a topo ou eletrofusão
	Comprimentos dos tubos	6 ou 13 m
	Coefficiente de rugosidade	0,03 mm
	Vala / instalação	Aterro controlado com solos selecionados Assentamento sobre leito de material granular ou sobre coxim de betão

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	
		<p>Acoplamento e instalação à superfície ou em vala em vala, com longitude de instalação até 200-300 m (dependendo dos meios envolvidos e do local da soldadura)</p> <p>(a soldadura à superfície e posterior instalação de tubos de grande diâmetro pode acarretar cuidados especiais, devido à expansibilidade e ovalização do material e devido à elevada massa do conjunto de tubos soldados)</p> <p>A junção entre conjunto de tubos e/ou acessórios pode ser realizada em vala, com mobilização de equipamento para o seu interior</p> <p>Baixa cadência de soldadura</p>
	Comportamento mecânico geral	<p>Bom</p> <p>Comportamento viscoelástico</p> <p>Deformação/ovalização aprox. 2,2% (DN2000, SDR17/PE100 - PN10). O tubo PN10 confere maior rigidez, mas acarreta maior massa específica.</p> <p>(pode acarretar dificuldades acrescidas no processo de soldadura topo a topo entre tubagens e entre tubagens e acessórios, principalmente em DN superiores a 900 mm)</p>
	Vantagens	<p>Bom comportamento mecânico</p> <p>Não necessita do coxim de betão</p>
	Desvantagens	<p>Elevado custo</p> <p>Deformação/ovalização para DN > 900</p> <p>Dificuldades acrescidas no processo de soldadura topo a topo para DN > 900</p>
PVC-O	Tubagem e acessórios	<p>Solução integral (DN90 a DN1200, DN equivalentes), Classe 500 (PN12,5, PN16, PN 20 e PN 25)</p> <p>Acoplamento mecânico por encaixe macho-fêmea</p>
	Comprimentos dos tubos	5,95 m
	Coefficiente de rugosidade	0,03 mm (os fabricantes referem uma rugosidade absoluta da ordem dos 0,001 mm)
	Vala / instalação	<p>Aterro controlado com solos nativos de escavação em toda a vala</p> <p>Assentamento no fundo da vala / sobre material granular / sobre coxim de betão</p> <p>Acoplamento e instalação em vala</p> <p>Boa cadência de instalação</p>
	Comportamento mecânico geral	Muito bom
	Vantagens	<p>Grande resistência aos choques e roturas</p> <p>Elevada resistência a pressões internas, particularmente aos golpes de ariete</p> <p>Bom comportamento a situações de vácuo</p> <p>Muito resistente à corrosão</p> <p>Grande durabilidade</p> <p>Baixo peso por metro linear</p> <p>Baixo custo</p>
	Desvantagens	<p>Elevado coeficiente de dilatação</p> <p>Baixa resistência à temperatura</p> <p>Junta com anéis de borracha</p> <p>Limitação na seleção de acessórios</p>
Poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV)	Tubagem e acessórios	<p>Solução integral (DN800 a DN1800), SN10000 e SN5000</p> <p>Acoplamento mecânico por encaixe macho-fêmea</p>
	Comprimentos dos tubos	12 m

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
	Coefficiente de rugosidade (k) 0,03 mm
	Vala / instalação Instalação cuidada Aterro bem controlado com solos selecionados Assentamento sobre leito de material granular Acoplamento e instalação em vala Boa cadência de instalação
	Comportamento mecânico geral Razoável / Bom Deformação/ovalização aprox. 2,1% (DN1700, SN5000)
	Vantagens Baixo peso por metro linear Baixo custo
	Desvantagens Necessidade de juntas mecânicas de grande tolerância quando se utilizam acessórios em aço - quando mal instaladas, não permitem uma estanqueidade perfeita. Instalação sensível e histórico de roturas, não será considerado na análise comparativa

No Quadro 7.5 indica-se para cada tipo de material a o tipo de elementos de ligação entre tubagem.

Quadro 7.5 Tipo de elementos de ligação entre tubagem

MATERIAL	TIPO DE JUNTA
Betão com alma de aço (betão)	Exclusivamente ou em conjugação - <u>juntas elásticas duplas (ER2) com anel de estanqueidade em borracha</u> , semirrígidas ou travadas (tipo RT - travada) ou rígidas (tipo SL - soldada)
Ferro fundido dúctil (FFd)	<u>Ligações flexíveis do tipo standard</u> ou autotravadas, com anel de estanqueidade em borracha
PEAD	<u>Soldadura topo a topo</u> - interligação do topo de tubos contíguos após aquecimento e compressão com recurso a maquinaria especial, ou eletrofusão
PVC-O	Exclusivamente ou em conjugação – Elastómero EPDM <u>com anilha de PP e um lábio de borracha sintética</u>

Tendo em conta o tipo de tubagem, o seu diâmetro (\varnothing), o comprimento de cada tubo (L), a deflexão angular (DA) bem como o conjunto de informação disponibilizada pelos diversos fabricantes consultados, no Quadro 7.6 indicam-se os raios mínimos de curvatura (R) para cada tipo de material.

Quadro 7.6 Deflexão angular considerada

D (mm)	BETÃO		FFD		PEAD		PVC-O	
	DA (°)	R (m)	DA (°)	R (°)	DA (°)	R (m)	DA (°)	R (m)
90	---	---	---	---	---	12	1,0	255
110	---	---	---	---	---	12	1,0	255
125	---	---	---	---	---	12	1,0	255
140	---	---	---	---	---	12	1,0	255
160	---	---	---	---	---	12	---	---
200	---	---	---	---	---	16	1,0	255
250	---	---	---	---	---	16	1,0	255
315	---	---	---	---	---	16	1,0	255

D	BETÃO		FFD		PEAD		PVC-O	
	DA	R	DA	R	DA	R	DA	R
(mm)	(°)	(m)	(°)	(°)	(°)	(m)	(°)	(m)
355	---	---	---	---	---	47	1,0	255
400	---	---	---	---	---	47	1,0	255
450	---	---	3,0	100	---	47	1,0	255
500	2,5	---	3,0	100	---	47	1,0	255
560	---	---	---	---	---	47	---	---
600	2,8	---	3,0	100	---	47	---	---
800	2,2	260	2,0	150	---	60	---	---
900	2,0	290	1,5	200	---	70	---	---
1 000	1,6	320	1,5	200	---	---	---	---
1 100	1,4	370	1,5	200	---	---	---	---
1 200	1,3	400	1,5	200	---	---	---	---
1 300	1,2	430	---	---	---	---	---	---
1 400	1,1	470	1,5	20	---	---	---	---
1 500	1,1	470	---	---	---	---	---	---
1 600	1,0	520	---	---	---	---	---	---

7.5.2 Análise dos custos compostos

Após consulta aos fornecedores para obtenção dos preços de referência (s/ IVA), foram estimados os preços unitários compostos (custo do tubo, juntas, transporte, instalação, movimento de terras).

Para os custos de instalação da tubagem, à semelhança dos Consultores Campo d'Água e Aqualogus responsáveis pelo projeto de modernização dos blocos da Campina Norte e Aravil, tomou-se com referência os preços apresentados pelo grupo Tragsa em Espanha, que são reportados todos os anos, e que representam os custos reais de execução, para os vários materiais e diâmetros. Esta aproximação permite vencer a dificuldade associada à grande variação nos elementos fornecidos pelos fabricantes no que são os tempos de aplicação dos diversos materiais

Nesta fase, para composição dos custos de movimentos de terra foi considerada uma vala com paredes na vertical com um recobrimento médio (estimado) de 1,5 m. Após análise dos trabalhos de campo geotécnicos serão definidas as valas tipo de instalação da tubagem.

A análise dos preços compostos, permite verificar que:

- Para DN ≤ 315 mm, os materiais com menor custo composto por metro linear é o PEAD e o PVC-O, apresentando um custo da mesma ordem de grandeza.
- Para DN ≥ 400 mm, os custos do PVC-O são bastante inferiores ao do PEAD.
- Para DN ≥ 800 mm, o custo da tubagem de betão armado/pré-esforçado com alma de aço é bastante inferior ao do FFd e do PEAD e similar ao do PVC-O.

Refira-se, contudo, que estes preços compostos resultam das consultas dos preços de referência efetuadas aos fornecedores, nesta fase do estudo e nas atuais condições de mercado, e que os mesmos poderão alterar/condicionar os

resultados acima. Igualmente, os custos de terraplenagens podem variar significativamente consoante a vala de instalação a definir em fase posterior, bem como a eventual necessidade de contenções provisórias ou outras.

7.5.3 Análise multicritério

Atendendo à comparação técnica e económica entre os diversos materiais, baseada nos descritores apresentados nos capítulos anteriores e resumidos no Quadro seguinte.

Os descritores foram objeto de análise e de classificação relativa (em escala variável de 1 a 5, ou seja, variações de 20%) tendo em conta a informação veiculada pelos diversos fabricantes e fornecedores e a vasta experiência da COBA em numerosas obras similares.

Quadro 7.7 Matriz multicritério de comparação técnica

Tipo de tubo / descritor	Características hidráulicas (coeficiente de rugosidade)	Tipo de juntas (diversidade e adaptabilidade à fundação)	Deflexão angular	Resistência à salinidade das águas e dos solos	Peso próprio (resistência à flutuação)	Facilidade e simplicidade de instalação	Tolerância na qualidade das condições de fundação	Total
PEAD	5	5	5	5	4	3	5	32
PVC-O	5	4	4	5	4	3	4	29
BETÃO	4	4	4	4	5	3	5	29
FFD	4	5	4	4	4	4	5	30

Tendo em conta os pequenos desvios da pontuação técnica total, pode concluir-se que qualquer das tubagens se adapta satisfatoriamente às condicionantes previsíveis da obra.

7.5.4 Considerações finais

O estudo comparativo dos materiais da tubagem a utilizar na modernização do bloco de rega da Campina Sul foi efetuado considerando os seguintes tipos: betão armado com alma de aço, ferro fundido dúctil, PEAD e o PVC-O. O PRFV não foi considerado adequado pela exigência de instalação e histórico de roturas.

O estudo (técnico-económico) comparativo entre o Betão, FFd, PEAD e PVC-O o, com recurso a consultas de fornecedores que comprovadamente apresentam experiência e produtos de qualidade que interessem às particulares condições da obra, não permite afirmar com clareza e féaldade qual o melhor material a instalar, pois todos eles apresentam características capazes de eficientemente desempenhar as funções pretendidas para a obra, quer durante a sua execução quer durante a sua exploração.

Porém, e pesando nesta decisão, a componente económica, o PEAD, o PVC-O e Betão são os materiais mais interessantes. Assim, e também tendo em consideração as características técnicas, propõe-se a adoção dos seguintes materiais em função do diâmetro da tubagem:

- Para $DN \leq 315$ mm - PEAD (MRS 100) com soldadura topo a topo e com os acessórios do mesmo material com soldadura topo a topo.
- Para $400 \leq DN \leq 710$ mm - PVC-O com os acessórios no mesmo material ou em FFd.
- $DN \geq 800$ mm - Betão com alma de aço com os acessórios no mesmo material ou em aço.

Na zona do minifúndio foi admitido a utilização como diâmetro mínimo nas condutas de rega o DN 90 mm, enquanto na zona da grande propriedade, o diâmetro mínimo a usar nas condutas é DN de 110 mm, para não limitar eventuais expansões/ajustamentos na rede de rega.

7.6 PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO E DECLIVES MÍNIMOS E MÁXIMOS DAS CONDUTAS DE REGA

Na instalação das condutas em perfil será considerado um recobrimento mínimo da conduta (extradorso) de 1,0 m. Porém, nas situações em que as condutas atravessam prédios, será considerada uma profundidade de recobrimento mínima de 1,2 m.

Quanto a inclinações mínimas de instalação propõe-se a utilização dos valores indicados Quadro 7.8

Quadro 7.8 Declive mínimos de instalação das condutas

	Condutas DN ≤ 1200	Condutas DN > 1200
Troços ascendentes	0,3%	0,2%
Troços descendentes	0,5%	0,4%

Em relação aos declives máximos, estes são impostos pelas zonas mais declivosas que serão atravessadas pela rede de rega. Porém, acima de um certo declive, as fricções entre a tubagem e as terras são insuficientes para manter a conduta, sendo necessário prever a utilização de maciços de ancoragem (ou de juntas travadas em situações particulares) que garantam a fixação da conduta.

Como nota complementar refere-se no traçado em perfil longitudinal procurar-se-á evitar o recurso a acessórios.

8 IDENTIFICAÇÃO, DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS PARA MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA SUL

8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No âmbito da presente Nota Técnica e partindo dos princípios base de projeto de modernização analisados no Capítulo 6 foram identificadas 3 alternativas principais:

- Alternativa 1: Distribuição da água de rega em pressão
- Alternativa 2: Distribuição da água de rega em baixa pressão
- Alternativa 3: Distribuição da água de rega graviticamente, a partir do reservatório junto ao CCG, ao patamar altimétrico mais baixo.

A Alternativa 3 foi subdividida em duas variantes, prevendo-se o fornecimento da água para rega em baixa ou em pressão à área do bloco da Campina Sul que não pode ser abastecido sem bombagem.

Quadro 8.1 Alternativas e variantes estudadas para modernização do bloco da Campina Sul

Alternativa		Princípio base da alternativa de modernização
Alternativa 1	A1	Distribuição da água de rega em pressão e a pedido
Alternativa 2	A2	Distribuição da água de rega em baixa pressão e a pedido
Alternativa 3		Priorização da distribuição da água de rega graviticamente - sem bombagem e a pedido
Variante 3.1	A3V1	- Com distribuição da água de rega em pressão e a pedido à área que tem de ser beneficiada com bombagem
Variante 3.2	A3V2	- Com distribuição da água de rega em baixa pressão e a pedido à área que tem de ser beneficiada com bombagem

8.2 CÁLCULO DOS CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE REGA

As redes de rega, para todas as alternativas delineadas, serão dimensionadas para operar a pedido, tomando em consideração a dimensão e a estrutura da propriedade, as formas de gestão e exploração previstas para o bloco de rega.

Nas redes de rega coletivas com um número significativo de bocas de rega é, frequentemente, adotada a 1ª fórmula de Clément, que tem em conta os seguintes pressupostos:

- o tempo médio de funcionamento de uma boca de rega (tf);
- a probabilidade elementar duma boca de rega estar aberta (pi), no período de ponta (Tp); e
- o coeficiente de utilização da rede (r), que deve ser interpretado como um coeficiente de ajustamento do modelo à realidade, de forma a permitir tomar em consideração o facto de que a abertura das bocas de rega não se efetua de uma forma completamente aleatória,

Formulação teórica da 1 Fórmula de Clément

Clément inicia a formulação do modelo com a definição do tempo médio de funcionamento de uma boca de rega, tf , no período de ponta de duração T_p . Sendo NR o número total de bocas de rega da mesma classe (i.e., com o mesmo caudal nominal, d), o tempo médio de funcionamento de uma boca de rega é dado por:

$$tf = \frac{q_s AT}{dNR}$$

A probabilidade elementar de uma boca de rega estar aberta, p_i , no período de ponta T_p , admitindo que a rede de rega funciona apenas durante um período de tempo T_p' ($T_p' < T_p$), é definida como:

$$p = \frac{tf}{T_p'} = \frac{tf}{rT_p} = \frac{Aq_s}{rNRd}$$

sendo r o coeficiente de utilização da rede, definido por Clément como a razão T_p'/T_p . As bocas de rega são caracterizadas pelo seu caudal nominal, d , e pela probabilidade elementar de abertura, p .

Considerando que as NR bocas de rega definem uma população homogénea, se a probabilidade de uma boca de rega estar aberta, é dada por p , então $(1-p)$ é a probabilidade da boca de rega estar fechada, e o número de hidrantes em funcionamento simultâneo é uma variável aleatória com distribuição binomial.

Deste modo, para uma população de dimensão NR , a probabilidade, P_q , relativa ao número máximo de bocas de rega em funcionamento simultâneo é:

$$P_q = \sum_{k=1}^N C_{NR}^k p^k (1-p)^{NR-k}$$

onde:

$$C_{NR}^k = \frac{NR!}{k!(NR-k)!}$$

é o número de combinações de NR elementos, k a k . A probabilidade P_q é denominada qualidade de funcionamento da rede. Quando a dimensão da população é suficientemente grande ($NR > 10$) e a probabilidade elementar $p > 0,2-0,3$, a distribuição Binomial aproxima-se da distribuição Normal. Neste caso, a probabilidade, P_q , de que haja no máximo NO ($0 < NO < NR$) bocas de rega em funcionamento simultâneo é dada por:

$$P_q = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{U(P_q)} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

onde $U(P_q)$ é o valor da *variável normal reduzida* correspondente à probabilidade acumulada P_q e u é a *variável aleatória reduzida* dada por:

$$u = \frac{x - NRp}{\sqrt{NRp(1-p)}} \quad [2.8]$$

Deste modo, fixando a probabilidade P_q , o número máximo de bocas de rega em funcionamento simultâneo é obtido a partir do valor $U(P_q)$ cujos valores estão tabelados:

$$NO = NR p + U(P_q)\sqrt{NR p (1-p)}$$

Numa rede de rega, normalmente existe *mais de uma classe de bocas de rega* (i.e., bocas de rega com diferentes caudais nominais e diferentes probabilidades de abertura). Supondo que as diferentes classes de bocas de rega são independentes entre si, o caudal de dimensionamento dos troços da rede de rega, Q_k , é dado pela seguinte fórmula:

$$Q_k = \sum_i NR_i p_i d_i + U(P_q)\sqrt{\sum_i NR_i p_i (1-p_i) d_i^2}$$

sendo Nr_i o número de bocas de rega da classe i servidas pelo troço k ; p_i a probabilidade de abertura duma boca de rega da classe i ; d_i o caudal nominal das bocas de rega da classe i ; e U a variável reduzida da distribuição Normal correspondente à qualidade de funcionamento P_q .

Aplicação da 1ª Fórmula de Clément

A aplicação da 1ª Fórmula de Clément exige que o número de bocas de rega não seja reduzido, não sendo aplicável nos troços em que o número de bocas de rega a jusante é inferior a 10. Para estes troços, os caudais de dimensionamento são dados pelo somatório dos caudais das bocas de rega a jusante.

Coefficiente de utilização da rede

O coeficiente de utilização da rede, definido como a razão entre o tempo de funcionamento da rede durante o período de ponta, T_p' , e a duração do período de ponta, T_p . Esta definição, inicialmente formulada por Clément, tem sido posta em causa por vários autores uma vez que *uma rede operando a pedido funciona permanentemente durante o período de ponta*. De facto, o parâmetro r deve ser antes interpretado como um coeficiente de ajustamento do modelo à realidade, de forma a permitir tomar em consideração o facto de que a abertura das bocas de rega não se efetua de uma forma completamente aleatória.

Na fase de projeto, o parâmetro r deve ser fixado com base em valores obtidos por calibração em perímetros de rega com características idênticas às da rede que se pretende dimensionar, de preferência inseridos na mesma região.

A calibração do valor do parâmetro r foi feita para região de Aix-en-Provence em França pela Sociedade do Canal de Provence e pelo CTGREF e no distrito 4 do perímetro de rega de Sinistra Ofanto, em Itália, por Lamaddalena e Ciollaro. O seu valor depende fundamentalmente das culturas e das características das instalações de rega Quadro 8.2. No caso de

redes de rega onde dominam os sistemas de rega gota-a-gota e rampas pivotantes o valor do parâmetro r varia entre 0,90 e 1,0 no período de ponta (Bethéry *et al.*, 1981).

Quadro 8.2 Valores do parâmetro r da 1ª fórmula de Clément (Bethéry *et al.*, 1981)

Rede de Rega	Área (ha)	Culturas	Sistema de rega	r
Grezieux	390	Milho e culturas forrageiras	Rampas pivotantes e cobertura total	1,00
Chalains Le Comtal	580	Milho e culturas forrageiras	Rampas pivotantes	0,93
Chanas	140	Pomares	Aspersão clássica	0,60
Saulce	860	Pomares e milho	Cobertura total e rampas pivotantes	0,95
Les Milles	210	Hortícolas, milho e culturas forrageiras	Aspersão Clássica	0,75
Berre Sud	1140	Hortícolas	Aspersão Clássica	0,75
Chanteperrix	3480	Hortícolas, milho e culturas forrageiras	Aspersão Clássica	0,75

O bloco de rega da Campina Sul, principalmente o sub-bloco do Ladoeiro, caracteriza-se por apresentar uma grande disparidade na estrutura fundiária.

Na grande propriedade deverão dominar os sistemas de rega localizada (culturas permanentes) assim como rampas pivotantes e os sistemas de cobertura total (no caso da rega dos cereais, pastagens e forragens), prevendo-se por isso horários de rega que no período de ponta poderão ir até 22. Na pequena propriedade, prevê-se um predomínio dos sistemas de rega por aspersão e micro-aspersão com horários de rega que poderão variar deverão variar entre as 2 e as 16 horas.

A área atualmente beneficiada pelos distribuidores 9 e 10 agrupa parcelas na sua maioria de grande dimensão. A área média das unidades de rega é de 30 ha, ainda que beneficie 3 unidades com menos de 5 ha. Pelo que, o coeficiente de utilização da rede no período de ponta será superior ao admitido para sub-bloco do Ladoeiro.

Porém, e de modo a dar alguma flexibilidade à rede de rega secundária, na possibilidade de alteração do cenário cultural, no presente estudo, na aplicação da 1ª Fórmula de Clément foi admitido que o coeficiente de utilização da rede é 0,85 no dimensionamento da rede que irá servir o distribuidor 10 e o coeficiente 0,70 no dimensionamento da(s) rede(s) que irão servir a área dos distribuidores 14 a 21 (bloco do Ladoeiro).

Aplicação da 1ª fórmula de Clément ao bloco da Campina Sul

Nos cálculos dos caudais pela 1ª fórmula de Clément foi usado o módulo “Cálculo de Caudais de Projeto” do software SIGOPRAM.

O cálculo do caudal de dimensionamento das redes de rega da Campina Sul para as Alternativas 1 e 2 e para a Alternativa 3 é apresentado, respetivamente, no Quadro 8.3 e no Quadro 8.4.

Quadro 8.3 Caudal de dimensionamento das redes de rega do bloco da Campina Sul para as alternativas A1 e A2

Parâmetro	Sub-bloco CS-D10	Sub-bloco CS-Ladoeiro
Área beneficiada (ha)	3 404	
Área dominada (ha)	481,6	2 897,6
Área equipada ou regável (ha)	455,7	2 778,5

Parâmetro	Sub-bloco CS-D10	Sub-bloco CS-Ladoeiro
Número total de hidrantes	12	261
Número total de bocas de rega	15	387
Área regável por boca de rega (ha)	30,4	7,2
Caudal fictício contínuo (no início da rede), q ($l\ s^{-1}\ ha^{-1}$)	0,569	0,569
Parâmetro de calibração da fórmula de Clément, r	0,85	0,70
Qualidade de serviço da rede, U (P_q)	1,645	1,645
Caudal equipado ($l\ s^{-1}$)	504	3 534
Caudal de dimensionamento da rede, Q_0 ($l\ s^{-1}$)	415	2 337
Razão entre Q_0 e Caudal equipado	0,82	0,66
Razão entre Q_0 e ($q \times$ área equipada)	1,60	1,48

Quadro 8.4 Caudal de dimensionamento das redes de rega do bloco da Campina Sul para as alternativas A3V1 e A3V2

Parâmetro	Sub-bloco CS-Gravítico	Sub-bloco CS-D10	Sub-bloco CS-Ladoeiro
Área beneficiada (ha)	3 404		
Área dominada (ha)	1 594,0	481,6	1 303,6
Área equipada ou regável (ha)	1 516,9	455,7	1 261,7
Número total de hidrantes	48	12	213
Número total de bocas de rega	76	15	311
Área regável por boca de rega (ha)	21,0	30,4	4,2
Caudal fictício contínuo (no início da rede), q ($l\ s^{-1}\ ha^{-1}$)	0,569	0,569	0,569
Parâmetro de calibração da fórmula de Clément, r	0,85	0,85	0,70
Qualidade de serviço da rede, U (P_q)	1,645	1,645	1,645
Caudal equipado ($l\ s^{-1}$)	1 618	504	3 534
Caudal de dimensionamento da rede, Q_0 ($l\ s^{-1}$)	1 234	415	1,077
Razão entre Q_0 e o caudal equipado	0,76	0,82	0,56
Razão entre Q_0 e o ($q \times$ área equipada)	1,43	1,60	1,50

8.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE DE REGA

O dimensionamento hidráulico da rede de rega foi efetuado com o software SIGOPRAM que possui um módulo para otimização dos diâmetros numa rede de distribuição que usa um algoritmo de programação linear,

As etapas da aplicação do modelo, com os parâmetros de dimensionamento hidráulico definidos *a priori*, foram as seguintes:

- identificação dos troços e respetivos comprimentos e caudal de dimensionamento;
- definição da velocidade mínima, por forma a reduzir a deposição de sedimentos prejudiciais ao funcionamento da rede. Para tal definiu-se como valor de velocidade mínima $0,5\ m\ s^{-1}$;

- definição da velocidade máxima, com o objetivo de evitar a fadiga precoce das tubagens e eventuais riscos originados pelo golpe de ariete resultantes das manobras na rede e minimizar os custos do equipamento de proteção. A velocidade máxima admitida é função do diâmetro da tubagem, tendo sido considerados os limites estabelecidos no ponto 7.4;
- seleção dos diâmetros candidatos para cada troço através da equação da continuidade, com base na velocidade mínima e máxima (anteriormente definidos) e tendo por base os diâmetros comerciais normalizados para os diferentes tipos de materiais;
- para os diâmetros obtidos determinaram-se os respetivos valores de perda de carga unitária através da lei de escoamento de Colebrook-White e para a rugosidade absoluta utilizaram-se os valores propostos para os diversos materiais pelas normas nacionais e internacionais, tendo como base as informações dos fabricantes; e
- quanto às perdas de carga localizadas inerentes às diversas singularidades existentes ao longo do percurso, estima-se uma majoração equivalente a 10% das perdas de carga contínuas,

No dimensionamento da rede de rega considerou-se ainda que a área efetivamente rega é igual à a área regável e foi admitida uma taxa de adesão de 100%, não sendo por isso aplicado por isso coeficiente de redução de probabilidade de abertura das bocas de rega.

A otimização da rede consiste na possibilidade de combinar diferentes gamas de diâmetros para atingir os objetivos pretendidos, ou seja, garantir determinados caudais e pressões nas bocas de rega e que minimizem os custos da rede. Para a otimização económica dos diâmetros, e seleção de material, foram utilizados os preços compostos, isto é, que consideram o custo da tubagem, o custo do movimento de terras, o transporte, descarga e colocação da tubagem obra e o custo de instalação.

A otimização foi efetuada para vários valores para a cota do NmE do reservatório.

8.4 OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COM BOMBAGEM

8.4.1 Enquadramento do problema

Nos sistemas de distribuição de água com bombagem, a solução mais vantajosa em termos económicos é a que minimiza os custos totais de investimento, de operação e de manutenção das duas componentes, isto é, da rede de rega e do sistema elevatório. De uma maneira geral, o custo de investimento na rede de rega diminui, à medida que a carga piezométrica disponível na origem aumenta, e inversamente os custos de investimento, de manutenção e exploração das estações elevatórias aumenta.

No presente estudo, procedeu-se à determinação das curvas de custos relacionadas com o investimento e funcionamento de cada uma das componentes, tendo-se incluído os custos de manutenção e de exploração para cada valor de cota piezométrica disponível na origem das redes de rega.

A análise foi realizada considerando um período de 30 anos, tendo-se atualizado para o ano de 2023 todos os investimentos e despesas de exploração e de manutenção. Para o efeito foram consideradas taxas de atualização de 4%, 6% e 8%.

8.4.2 Custos de exploração

Para a estimativa dos custos de exploração cálculo, foram considerados os seguintes pressupostos:

- Necessidades totais de água para rega em ano médio (série 1986-2015) para o cenário cultural II – 5 092 m³/hectare.
- Eficiência da EE – 85%.
- Adesão ao regadio após a conclusão das obras de modernização

A dinâmica que se tem observado no AH Idanha-a-Nova, com a implementação de culturas permanentes, indicia que a taxa de regadio será elevada no futuro. Assim, foi assumido que à data da conclusão das obras de modernização a taxa de adesão será já da ordem dos 70%, prevendo-se o seu contínuo crescimento até aos 90%:

Quadro 8.5 Evolução da taxa de adesão ao regadio após a conclusão das obras de modernização

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5 ao ano 30
Taxa adesão	70%	75%	80%	85%	80%

- Custo do kWh

Para os preços de energia foram considerados 3 cenários (Quadro 8.6). O primeiro cenário admite que toda a energia é fornecida pela E-redes e que tem um custo médio de 0,15 €/kWh⁴, englobando a componente do custo com a potência.

O Cenário 2 admite que 60% da energia consumida é proveniente da E-redes sendo os restantes 40% fornecidos pela Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) através da tecnologia solar fotovoltaica. Admitindo que a potência máxima é de 1 MVA, considerou-se que o custo de energia proveniente da central fotovoltaica é de 0,05 €/kWh.

O cenário 3 corresponde a um cenário pessimista que parte da atual conjuntura dos preços da energia e admite que toda a energia será fornecida pela E-redes (como no cenário 1) e que o custo da energia ascende a 0,30 €/kWh.

Quadro 8.6 Cenários de custo de energia considerados para estimação dos custos de exploração

Cenário de custo de energia		Preço do kWh
Cenário 1	- 100% da energia fornecida pela E-redes	0,15 €/kWh
Cenário 2	- 60% da energia fornecida pela E-Redes	0,15 €/kWh
	- 40% da energia fornecida Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) através da tecnologia solar fotovoltaica	0,05 €/kWh
Cenário 3	- 100% da energia fornecida pela E-redes	0,30 €/kWh

8.4.3 Custos de manutenção e conservação

Para as estimativas de encargos de manutenção e conservação, quer da componente de construção civil quer dos equipamentos (incluindo as instalações elétricas), foram utilizados os rácios apresentados no Quadro 8.7.

⁴ Este valor foi também usado pelo Consultor Campo d'Água e Aqualogus no âmbito dos estudos do projeto de modernização dos blocos da Campina Norte e Aravil e foi estabelecido tendo por base a análise dos custos energéticos de vários anos recentes da EE da Laje do Empreendimento de Fins Múltiplos dos Alqueva (EFMA). Foram ainda analisados os custos energéticos das estações elevatórias do Aravil e do Ladoeiro com uma potência contratada igual ou inferior a 0,6 MVA. Observa-se que custo de energia destas duas estações no ano de 2022 foi de 0,30 €/kWh, ainda que na campanha de rega de 2023 o custo tenha descido para valores entre os 0,12 €/kWh e os 0,15 €/kWh.

Quadro 8.7 Percentagens do custo de investimento para cálculo dos encargos de manutenção e conservação

Elemento de obra	% do custo de investimento		
	1ª década	2ª década	3ª década
C. Civil	0,5% ¹	0,7%	1,0%
Equipamentos	1,5%	2,0%	2,5%

Os valores apresentados no Quadro 8.7 são indicativos, sendo fixados em função das características do aproveitamento. A sua definição teve em conta a experiência do consultor e da informação recolhida de diferentes donos de obra de aproveitamentos semelhantes.

8.5 RESERVATÓRIOS

Com a modernização da rede de rega do bloco da Campina Sul pretende-se a distribuição da água a pedido aos regantes, sem restrições quanto à oportunidade de rega. Porém, a solução de modernização pressupõe a utilização do CCG, ainda que, apenas com função de transporte (e eventualmente de armazenamento).

O CCG deixará de ter tomadas de rega diretas e passará a ter função de transporte, mas todo o seu funcionamento continuará a assentar na regulação por montante. Pelo que, será necessário prever reservatório(s) de compensação à cabeça dos sistemas de rega secundários que façam a ligação entre o modo de funcionamento do CCG e o modo de distribuição da água de rega a pedido.

Assim, e de modo assegurar o funcionamento a pedido das redes de rega secundárias, a avaliação do volume dos reservatórios deverá atender aos critérios de exploração:

- Armazenar/compensar o caudal transportado pela rede primária de rega com um funcionamento contínuo no período de ponta (24 horas) e os caudais aduzidos pelas redes secundárias de rega com um coeficiente de utilização que em função das características da propriedade poderá ser de 0,7 (equivalente a um funcionamento durante 18 h por dia e 7 dias por semana) e 0,85 (equivalente a um funcionamento durante 21,6 h por dia e 7 dias por semana).
- Permitir o funcionamento das redes de rega secundárias quando os canais entram em operação, de acordo com o tempo de resposta do CCG.
- Assegurar o funcionamento das redes secundárias de rega durante oito horas no período de ponta num cenário de interrupção do funcionamento do CCG e/ou da estação elevatória.
- Assegurar o funcionamento das redes de rega secundárias durante o período de inverno (outubro a março) sem ser necessário colocar em operação o CCG e a estação elevatória

A garantia destes quatro critérios é fundamental para assegurar a flexibilidade e eficiência da solução de modernização do Aproveitamento.

Como assinalado no Caderno de Encargos, a utilização do CCG como reservatório ou não condicionará os volumes de regularização necessários dos reservatórios: junto ao CCG e do reservatório elevado (possivelmente no lugar de Mascarenhas para distribuição da água de rega com pressão).

8.6 A1: DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA EM PRESSÃO

8.6.1 Descrição geral da alternativa

A alternativa A1 corresponde à solução de modernização equacionada no Caderno de Encargos para o bloco da Campina Sul. Prevendo-se a construção de um reservatório junto ao CCG que irá servir a EE da campina Sul. Este reservatório, infraestrutura terminal da rede primária, deverá permitir para uma operação eficiente do Canal Conductor Geral.

A EE da Campina Sul irá elevar a água do reservatório junto ao CCG para o reservatório de Mascarenhas que alimentará as redes de rega em pressão do Bloco da Campina Sul que deverão assegurar uma pressão mínima de 35 m ca a jusante da boca de rega.

O reservatório de Mascarenhas além de pressurizar as redes deverá assegurar a sua distribuição da água de rega a pedido. Embora toda a área seja servida a partir do reservatório de Mascarenhas, a solução compreende duas redes de rega independentes: i) a rede de rega sub-bloco da CS-D10 e ii) a rede de rega do sub-bloco do Ladoeiro.

Para filtração da água a admitir na rede de rega do sub-bloco CS-D10 poderá ser feita em superfície livre ou eventualmente em pressão e com diferentes localizações. A solução de filtração será detalhada no âmbito dos estudos de otimização da solução de modernização.

A rede de rega do sub-bloco da CS-D10, embora alimentada pelo reservatório de Mascarenhas, tem origem na conduta elevatória, prevendo-se a instalação de uma estação de filtração em pressão no início da rede de rega.

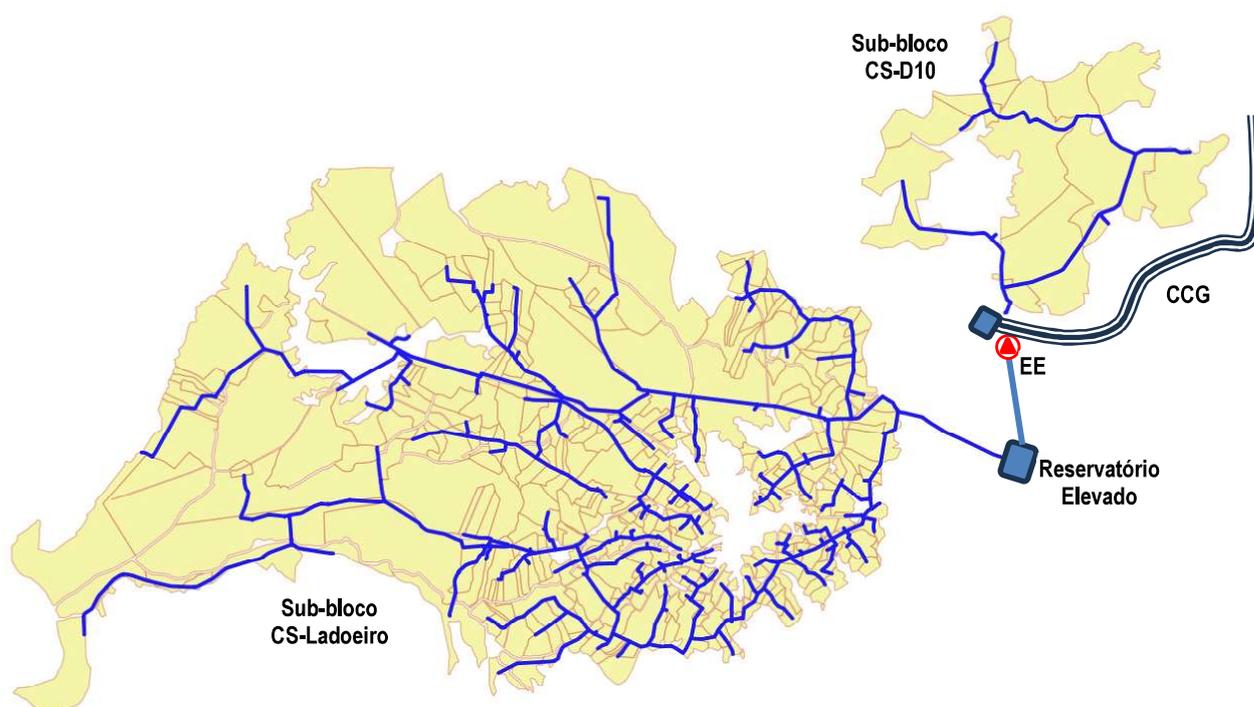
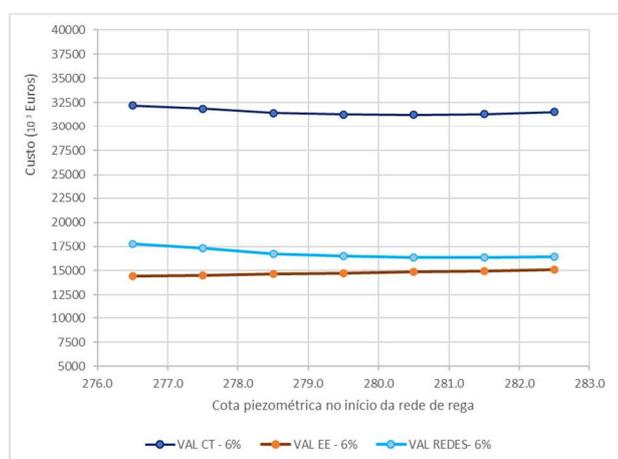


Figura 8.1 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A1

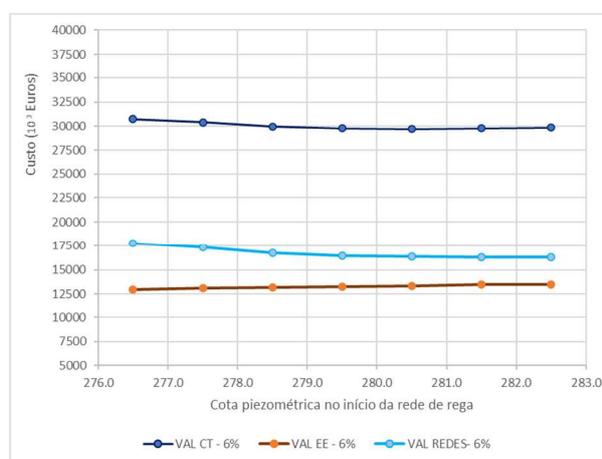
8.6.2 Otimização da solução

A otimização de um determinado sistema é realizada de modo a cumprir com um determinado nível de desempenho previamente estabelecido. No caso da alternativa A1, a otimização da rede de rega e do sistema de bombagem deveria garantir uma pressão mínima de 35 m c.a. a jusante das bocas de rega. Esta condição de funcionamento das redes de rega só é possível de ser garantida com uma cota piezométrica no início da rede igual ou superior a 276,50, sendo a solução económica mais vantajosa a que corresponde a uma cota no início das redes secundárias de rega de 281. Porém não existem locais que possibilitem a implantação de um reservatório às cotas determinadas.

Cenário 1: E-redes – 0,15 €/kWh



Cenário 2: E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh



Cenário 3: E-redes – 0,30 €/kWh

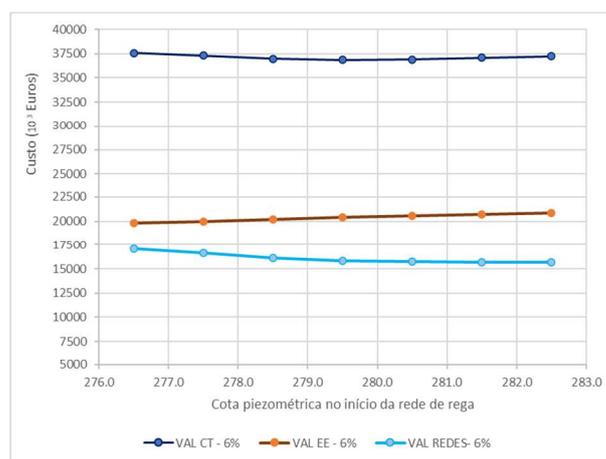


Figura 8.2 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A1 para os cenários 1, 2 e 3 dos custos energéticos

Atendendo às cotas dos terrenos e à orografia propõe-se a construção do reservatório em escavação e aterro com o NPA=271,0 e o NmE=267,0 (cota do coroamento=272,0; inclinações dos taludes 1(V)/2(H); largura do coroamento=4 m).

Assim, e partindo da cota NmE do reservatório de Mascarenhas, foi efetuado o dimensionamento hidráulico das redes de rega dos sub-blocos CS-D10 e CS-Ladoeiro.

Para esta cota piezométrica disponível no início da rede, existem 38 bocas de rega com uma pressão a jusante inferior a 35 m c.a. no sub-bloco CS-Ladoeiro. Porém, apenas 4 bocas de rega possuem uma pressão mínima inferior a 30 m c.a. (Figura 8.3). As situações mais críticas correspondem aos hidrantes CS.H02-14, CS.H02.8, CS.H02.20 e CS.H02-4.

Por outro lado, como se mostra na Figura 8.4, existe um grande número de bocas de rega com pressão muito elevada, maior que 60 m c.a.. Existindo mesmo algumas bocas de rega com valores de pressão entre os 80 e os 113 m c.a.. Pelo que, será necessário prever a instalação de redutores de pressão nos troços com pressão excessiva.

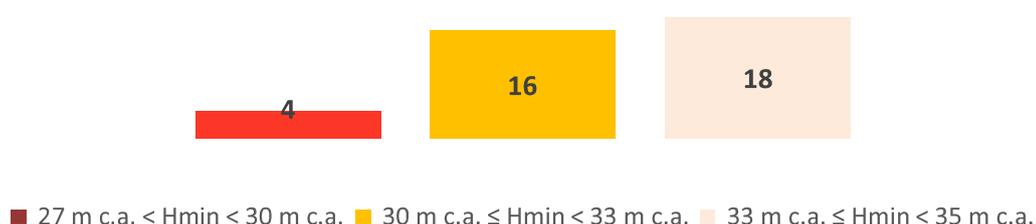


Figura 8.3 Histograma dos valores de pressão menores que 35 m c.a. para a alternativa A1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)

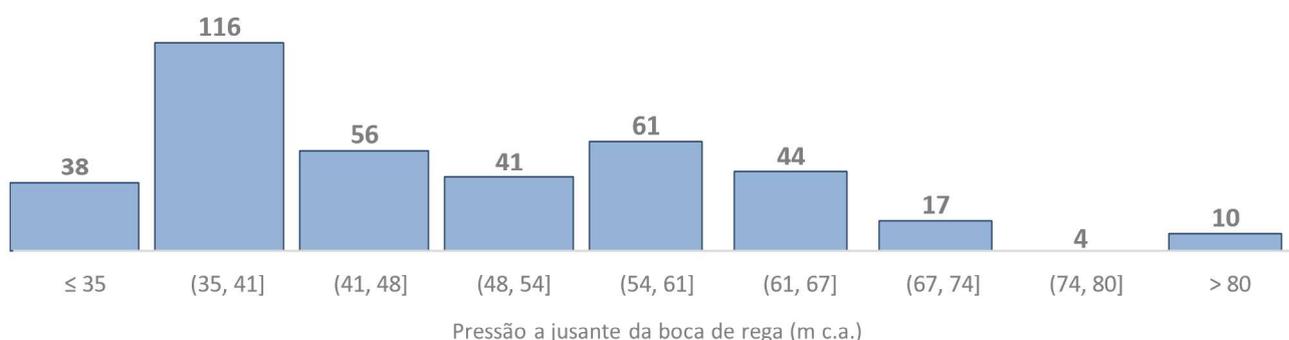


Figura 8.4 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para a Alternativa A1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)

No sub-bloco CS-D10 é possível garantir a pressão mínima de 35 m c.a. a jusante de todas as bocas de rega (Figura 8.5), não existindo situações de pressão excessiva como acontece no sub-bloco CS-Ladoeiro (Figura 8.4).



Figura 8.5 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-D10 para a alternativa A1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)

8.6.3 Reservatórios de regularização

O volume de água a armazenar no reservatório junto ao CCG e no reservatório elevado, que serve as redes secundárias de rega da Campina Sul, foi estimado de modo a cumprir com os critérios apresentados no ponto 8.5.

No Quadro 8.8 indicam-se os volumes de regularização para cada uma das condições. A condição de dimensionamento mais exigente é o volume necessário para assegurar o funcionamento das redes de rega durante 8 horas no período de ponta sem alimentação do reservatório, cerca de 67 814 m³.

Quadro 8.8 Volume de regularização necessário para solução geral de modernização das alternativas A1 e A2

Condição 1: Volume necessário para armazenamento/compensação por via da diferença de horas de funcionamento entre a rede primária e secundária					
Caudal de dimensionamento da rede de rega do Dist. 10 (l/s):		415			
Caudal de dimensionamento da rede do bloco do Ladoeiro (l/s):		2 337			
Tempo médio de funcionamento das redes secundárias de rega (horas/dia):		17,64			
Área total do bloco da Campina Sul (ha)	Adesão ao regadio (%)	Área regável (ha)	Vol. de água diário a fornecer para rega no período de ponta em ano seco (m ³)	Caudal aduzido aos reservatórios (l/s) com funcionamento diário contínuo do CCG	Volume (m ³) necessário para compensar a diferença de horas de funcionamento diário entre a rede primária e a rede secundária
3 404	70%	2 264	122 348	2 023	46 303
	80%	2 587	139 826		
	85%	2 749	148 565		
	90%	2 911	157 304		
	100%	3 234	174 782		
Condição 2: Volume necessário para assegurar o funcionamento das redes de rega durante o tempo de resposta do CCG					
Tempo de resposta do CCG		5 horas			
Volume necessário (m ³):		49 536			
Condição 3: Volume necessário para assegurar o funcionamento das redes de rega durante 8 horas no período de ponta sem alimentação do reservatório					
Volume necessário (m ³):		67 814			
Condição 4: Assegurar o funcionamento das redes de rega secundárias durante algum tempo no período de inverno					
Necessidades de água rega em ano médio entre outubro e fevereiro					
Volume necessário (m ³):		35 576			

As redes de rega dos dois sub-blocos serão alimentadas a partir do reservatório elevado, e por esta razão o reservatório de Mascarenhas deverá possuir um volume de regularização que permita assegurar o funcionamento das redes de rega durante 8 horas no período de ponta sem alimentação do reservatório (Condição 3 do Quadro 8.8), quer seja por paragem da EE quer do CCG.

Quanto ao reservatório junto ao CCG, o seu volume de regularização deverá assegurar a operação eficiente do CCG. Observa-se que este reservatório é a infraestrutura terminal do CCG, pelo que deverá ter capacidade para responder aos tempos de resposta do canal (Condição 2).

Assim, propõem-se os seguintes volumes de armazenamento:

- Reservatório junto ao CCG: 50 000 m³.
- Reservatório elevado (ou de Mascarenhas): 70 000 m³.

8.6.4 Solução adotada para a alternativa A1

Como referido anteriormente, por razões topográficas o sistema de bombagem e a rede de rega foram dimensionados para a implantação do reservatório de Mascarenhas com o NPA à cota 271,0 e com o NmE à cota =267. Para o NmE e para os caudais de Clément, existem 38 bocas de rega (Figura 8.2) num total de 387 no sub-bloco CS-Ladoeiro, onde não é possível garantir uma pressão mínima de 35 mca. Com o reservatório à cota 269 (cota média do reservatório elevado), o número de bocas de rega diminui para 20 e ao NPA apenas 4 bocas tem uma pressão inferior a 35 m c.a. mas superior a 30 m c.a..

Observa-se ainda que esta solução implica naturalmente menores encargos energéticos ainda que o custo de investimento da infraestrutura da rede de rega seja superior, mas com impacto na qualidade de serviço da rede que não garante a pressão mínima de 35 mca a jusante da boca de rega.

No Quadro 8.9 sintetizam-se as principais características da alternativa A1 e no Quadro 8.10 alguns indicadores com relação às redes secundárias de rega.

Quadro 8.9 Principais características da alternativa A1

Reservatório junto ao CCG			EE da Campina Sul		Sub-Bloco da CS-D10		
NmE	NPA	Volume (dam ³)	Cota piezométrica à saída da EE	Caudal (m ³ s ⁻¹) e Potência (kW)	Área equipada (ha)	Caudal dimensionamento	
210,0	212,0	50	270	Q = 2,7 m ³ s ⁻¹ P ≈ 2094 kW	456	415	
Reservatório de Mascarenhas					Sub-Bloco da CS-Ladoeiro		
NmE	NPA	Volume (dam ³)			2 778	2 337	
267,0	271,0	70					

* Para o caudal de dimensionamento

Quadro 8.10 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A1

Bloco	Área equipada (ha)	Extensão total da rede secundária de rega (km) *	Densidade (m/ha)	Ø máximo (mm)	Ø mínimo (mm)
Sub-bloco CS-D10	456	8,936	19,60	900	90
Sub-bloco Ladoeiro	2 778	78,314	28,19	1600	90
Campina Sul	3 234	87,277	26,99	1600	90

* Inclui a rede existente que foi reabilitada

8.7 A2: DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA EM BAIXA PRESSÃO

8.7.1 Descrição geral da alternativa

A alternativa A2 (Figura 8.6) apresenta a mesma estrutura da A1, diferindo na qualidade de serviço das redes secundárias de rega. Na alternativa A2, as redes secundárias de rega dos dois sub-blocos operam a pedido mas o dimensionamento da rede será efetuado para baixa pressão. O que significa que as redes deverão assegurar uma pressão mínima de 10 m c.a. a montante dos hidrantes.

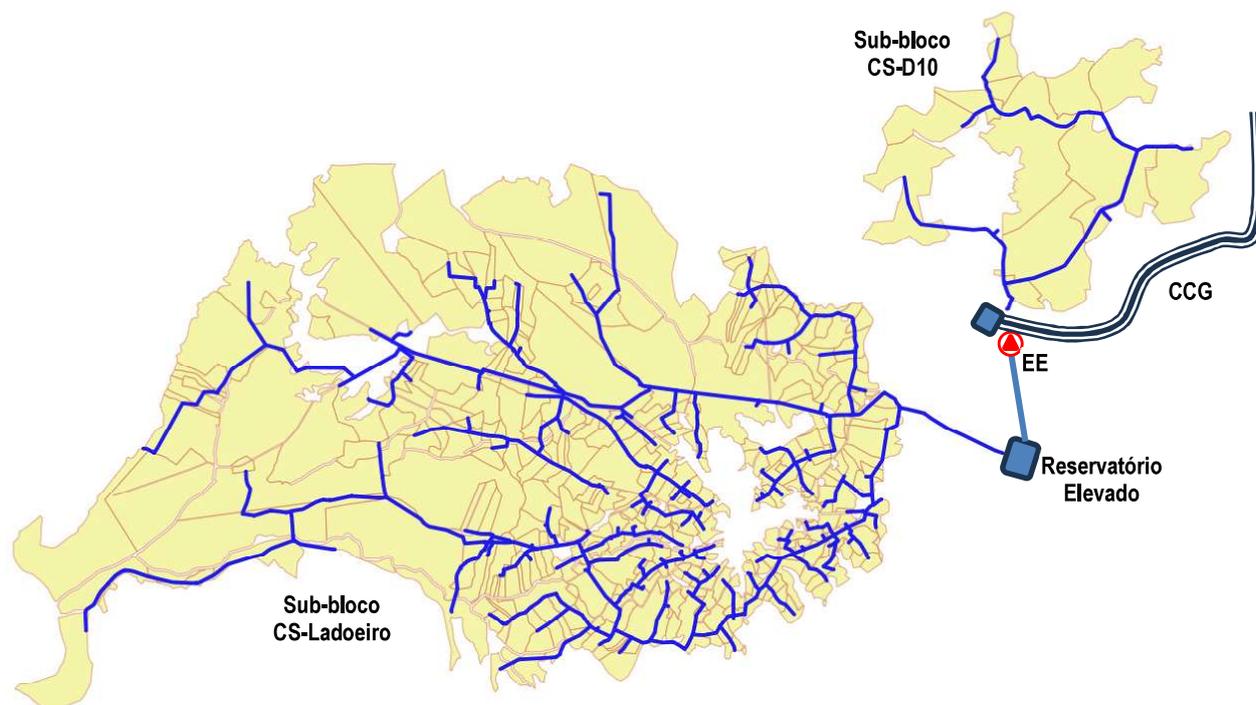
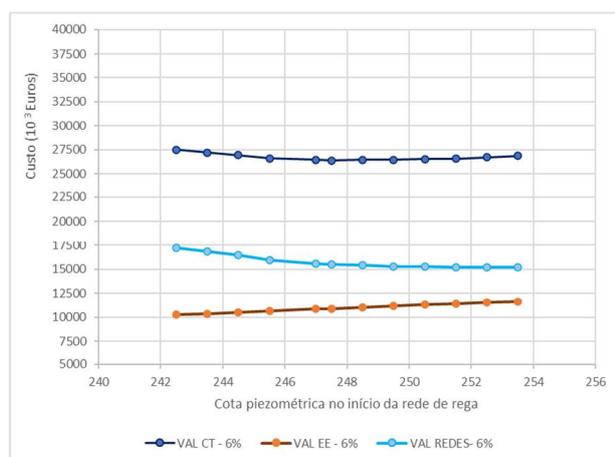


Figura 8.6 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A2

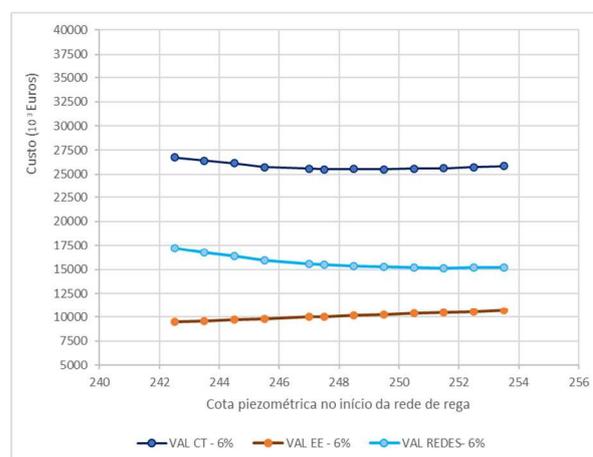
8.7.2 Otimização da solução

Para as condições de funcionamento da alternativa A2 a cota piezométrica no início da rede de rega que minimiza os custos totais, para os três cenários energéticos, é a 248. Ainda que os valores dos custos totais para cota 247 são praticamente iguais. Na Figura 8.7 apresentam-se as curvas do VAL dos custos totais (rede de rega + do sistema de bombagem) para os três cenários energéticos e considerando uma taxa de desconto de 6%. Observa-se que os resultados não são alterados pela taxa de desconto.

Cenário 1: E-redes – 0,15 €/kWh



Cenário 2: E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh



Cenário 3: E-redes – 0,30 €/kWh

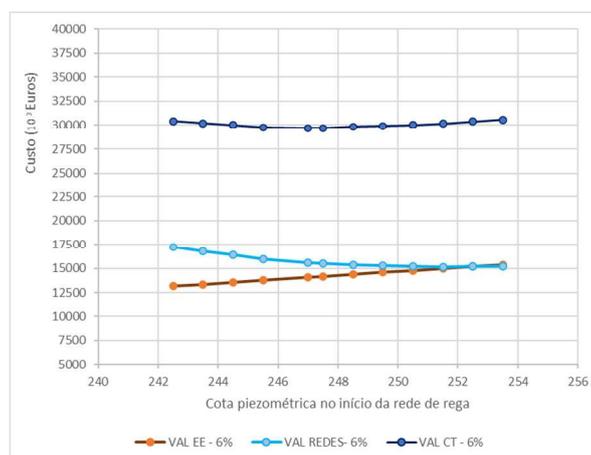


Figura 8.7 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A2 para os cenários 1, 2 e 3 dos custos energéticos

Face à incerteza do preço da energia e aos resultados da otimização para os três cenários, considera-se a rede deverá ser dimensionada para uma cota piezométrica disponível no início de 247.

Como referido, as redes de rega em baixa pressão são dimensionadas para garantir uma pressão mínima de 10 m c.a a montante do hidrante. Esta condição é garantida nos dois sub-blocos (Figura 8.8 e Figura 8.9). Porém, no sub-bloco CS-Ladeiro existe um número significativo de bocas de rega, mais de 109, com pressões superiores a 38 m c.a.. Existindo

mesmo boca de rega com pressões superiores a 50 m c.a.. Isto significa, que apesar da rede ser dimensionada para baixa pressão, existem hidrantes que dispõem de pressão para o funcionamento dos sistemas de rega na parcela (quer seja gota-a-gota quer seja aspersão). Porém, são os hidrantes do minifúndio, situados no patamar altimétrico mais alto, os que possuem menos pressão, com as bocas de rega a cair nas duas primeiras classes (Figura 8.8).

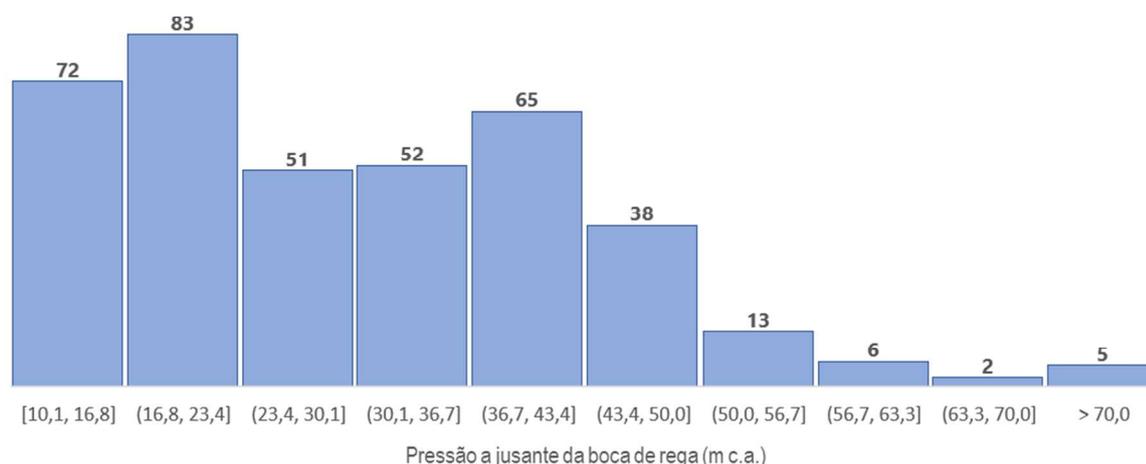


Figura 8.8 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para alternativa A2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 247 (NmE do reservatório elevado)

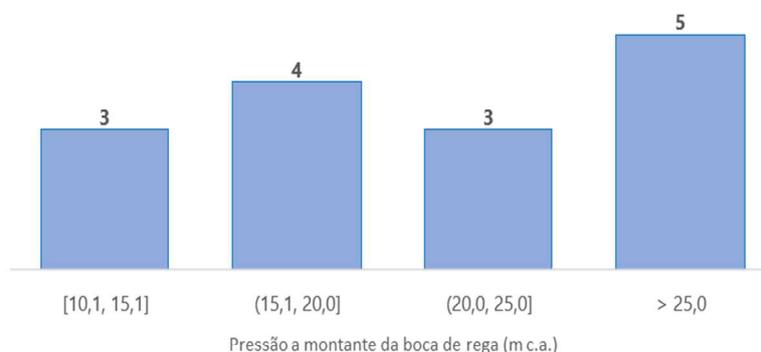


Figura 8.9 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-D10 para Alternativa A2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 247 (NmE do reservatório elevado)

8.7.3 Reservatórios de regularização

Esta alternativa tem a mesma configuração da A1, pelo que os volumes de regularização requeridos nos reservatórios são os determinados para a Alternativa 1 (ponto 8.6.3):

- Reservatório junto ao CCG: 50 000 m³.
- Reservatório de Mascarenhas: 70 000 m³.

8.7.4 Solução adotada para a alternativa A2

A alternativa A2 tem na sua conceção a distribuição da água de rega em baixa pressão a toda a área do bloco da Campina Sul, pelo que o reservatório elevado deverá ser implantado com o NPA à cota 251 e com o NmE à cota =247.

No Quadro 8.11 resumem-se as principais características da alternativa A2 e no Quadro 8.12 indicam-se os valores da extensão total das rede e respetivas densidades, assim como os diâmetros máximos e mínimos das tubagens das redes secundárias de rega.

Quadro 8.11 Principais características da alternativa A2

Reservatório junto ao CCG			EE da Campina Sul		Sub-Bloco da CS-D10	
NmE	NPA	Volume (dam ³)	Cota piezométrica à saída da EE	Caudal (m ³ s ⁻¹) e Potência (kW)	Área equipada (ha)	Caudal dimensionamento
210,0	212,0	50	250	Q = 2,7 m ³ s ⁻¹ P ≈ 1 412 kW	456	415
Reservatório de Mascarenhas					Sub-Bloco da CS-Ladoeiro	
NmE	NPA	Volume (dam ³)			2 778	2 337
247	251	70				

* Para o caudal de dimensionamento

Quadro 8.12 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A2

Bloco	Área equipada (ha)	Extensão total da rede secundária de rega (km) *	Densidade (m/ha)	Ø máximo (mm)	Ø mínimo (mm)
Sub-bloco CS-D10	456	8,936	19,60	600	90
Sub-bloco Ladoeiro	2 778	78,314	28,19	1300	90
Campina Sul	3 234	87,277	26,99	1300	90

** Inclui a rede existente que foi reabilitada

Comparativamente com a alternativa A1, há uma diminuição dos diâmetros nominais máximos das tubagens das duas redes de rega dos dois sub-blocos.

8.8 A3V1 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA A PEDIDO SEM BOMBAGEM E EM PRESSÃO AO PATAMAR ALTIMÉTRICO MAIS ELEVADO

8.8.1 Descrição geral da alternativa

Como já referido no Capítulo 6 existe uma área significativa do bloco da Campina Sul que pode ser beneficiado graviticamente a partir do reservatório junto ao CCG. De facto, na alternativa A1 será mesmo necessário prever a instalação de redutores de pressão. A análise das pressões disponíveis nos hidrantes das alternativas A1 e A2, mostram que estas

soluções em termos energéticos, acarretam uma perda da energia que é consumida para elevar a água de rega do reservatório junto ao CCG para o reservatório elevado.

Assim, foi delineada uma alternativa que beneficia o patamar altimétrico mais baixo da Campina Sul graviticamente a partir do reservatório de regularização junto ao CCG. O patamar altimétrico mais elevado que engloba toda a zona do minifúndio do Ladoeiro será, na Alternativa A3V1, beneficiado em pressão assim como o sub-bloco CS-D10 que também não pode ser beneficiado graviticamente.

Esta solução é assim, composta por redes de rega com qualidades de funcionamento distintas:

- baixa pressão, garantindo 10 m c.a. a montante dos hidrantes; e
- em pressão, garantindo 35 m c.a. a jusante n das bocas de rega.

Na Figura 8.10 apresenta-se o esquema da solução de modernização da solução da A3V1.

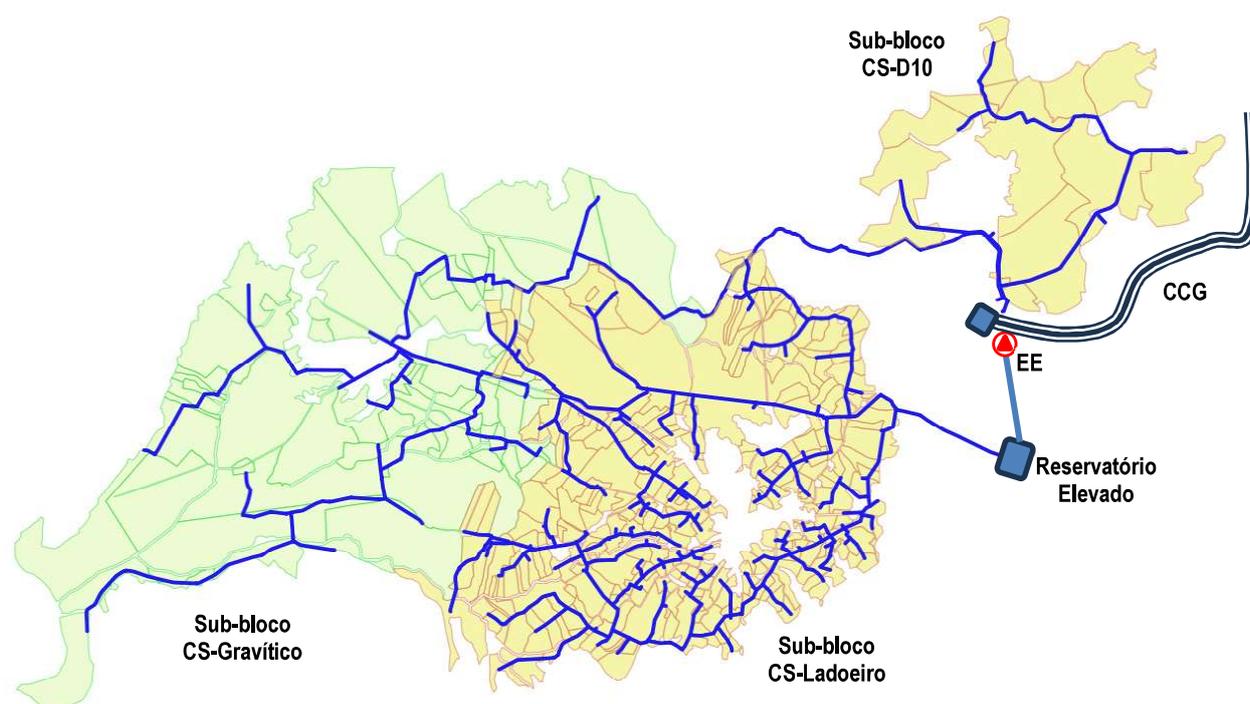


Figura 8.10 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A3V1

8.8.2 Otimização da solução

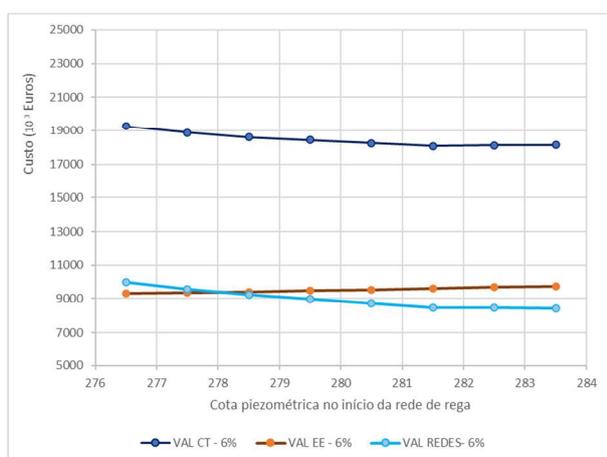
A rede de rega gravítica foi otimizada para o NmE, cota 210, do reservatório junto ao CCG. Na Figura 8.11 apresentam-se as curvas dos custos totais (rede de rega + sistema elevatório) dos sub-blocos alimentados pelo reservatório elevado para os três cenários.

Na alternativa A3V1, as redes de rega alimentadas pelo reservatório elevado deverão garantir uma pressão mínima de 35 m c.a a jusante das bocas de rega. Para observância desta condição, e da mesma forma que na alternativa A1, a cota

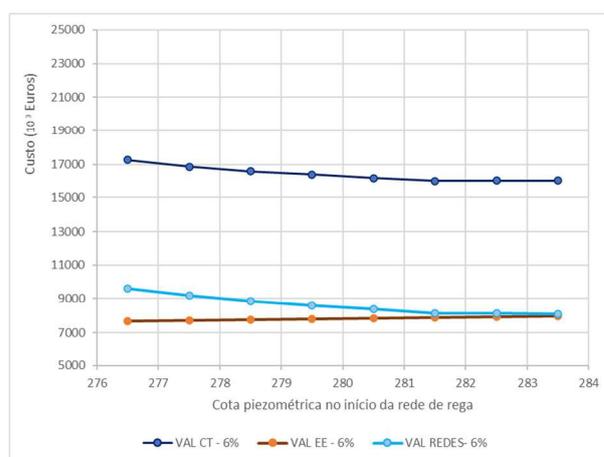
piezométrica no início da rede deveria ser igual ou superior a 276,50, sendo a solução económica mais vantajosa a que corresponde a uma cota piezométrica no início das redes secundárias de rega de 282. Porém não existem locais que possibilitem a implantação de um reservatório às cotas determinadas.

Assim, à semelhança da solução A1, propõe-se a construção do reservatório ELEVADO em escavação e aterro com o NPA=271,0 e o NmE = 267,0. O dimensionamento hidráulico das redes de rega do sub-bloco CS-D10 e do sub-bloco CS-Ladoeiro foi efetuado para o cota NmE do reservatório elevado.

Cenário 1: E-redes – 0,15 €/kWh



Cenário 2: E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh



Cenário 3: E-redes – 0,30 €/kWh

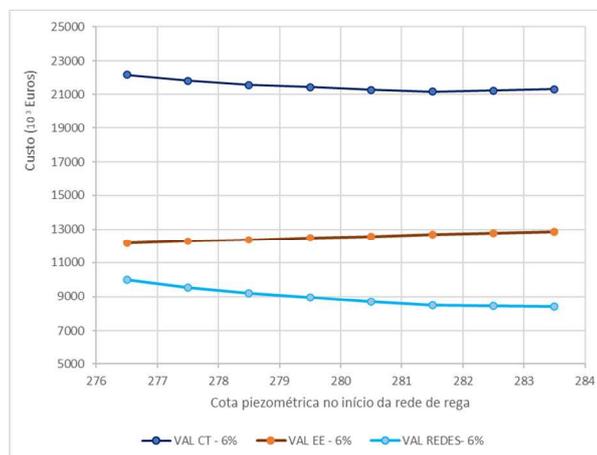


Figura 8.11 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A3V1 para os cenários 1, 2 e 3 dos custos energéticos

Para esta cota piezométrica no início da rede, 267,0, existem 33 bocas de rega com uma pressão a jusante inferior a 35 m c.a. no sub-bloco CS-Ladoeiro (Figura 8.12). Porém, apenas 3 bocas de rega possuem uma pressão mínima inferior a 30 m c.a.. As situações mais críticas correspondem aos hidrantes CS.H02-14, CS.H02.8 e CS.H02-20.

Como se mostra na Figura 8.13 a grande maioria das bocas de rega possuem uma pressão a jusante entre os 35 m c.a. e os 49 m c.a.. Verificando-se algumas situações de pressões disponíveis superiores a 63 m c.a., mas que pela sua localização não era viável serem beneficiadas pela rede gravítica.

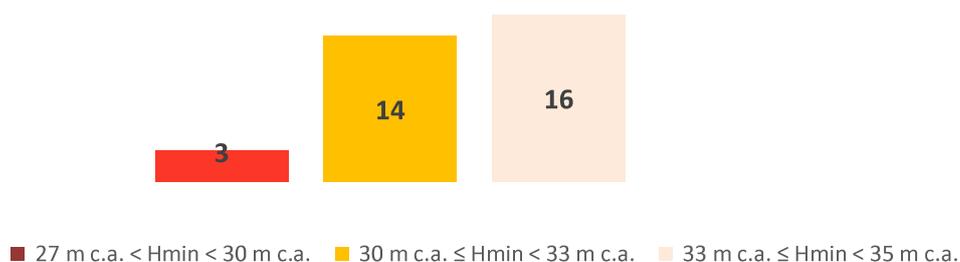


Figura 8.12 Histograma dos valores de pressão menores que 35 m c.a. para a alternativa 3.1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)

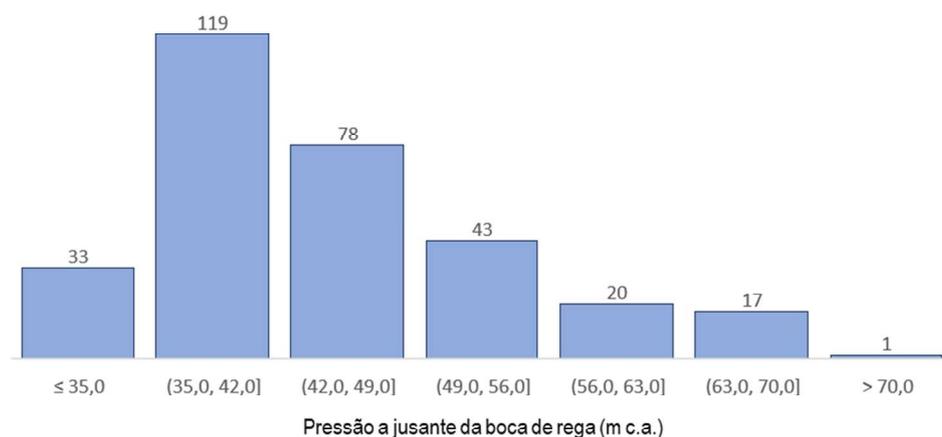


Figura 8.13 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para alternativa A3V1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 267,00 (NmE do reservatório elevado)

As condições de funcionamento do sub-bloco CS-D10 correspondem às da alternativa A1 (Figura 8.5).

Com relação ao bloco gravítico e admitindo uma cota piezométrica no início da rede igual a 212 verifica-se que é possível garantir uma pressão mínima de 10 c.a em todos os hidrantes a montante das bocas de rega (Figura 8.14).

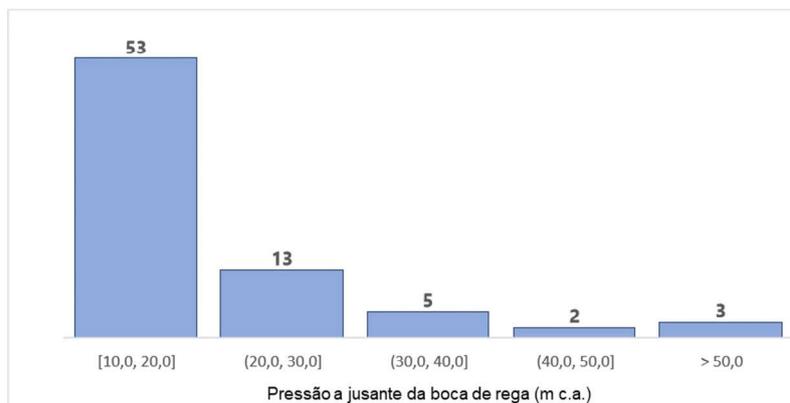


Figura 8.14 Histograma dos valores de pressão a jusante das bocas de rega do sub-bloco CS-Gravítico para alternativa A3V1 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 210,00 (NmE do reservatório junto ao CCG)

8.8.3 Reservatórios de regularização

Tal como foi feito para as alternativas 1 e 2, o volume de água a armazenar no reservatório junto ao CCG e no reservatório elevado, foi estimado de modo a cumprir com os critérios apresentados no ponto 8.5. Porém, na alternativa A3 (quer seja a variante V1 ou V2) o reservatório junto ao CCG serve o bloco gravítico da Campina Sul (com uma área regável de 1 517 ha), enquanto o reservatório elevado serve as redes de rega do patamar altimétrico mais elevado (com uma área regável de 1 717 ha).

Assim, o reservatório junto ao CCG deverá assegurar, além da condição 2, o cumprimento das condições 1, 3 e 4 para a área servida pela rede de rega gravítica – sub-bloco CS-Gravítico.

Enquanto o reservatório elevado terá de possuir um volume de armazenamento que cumpra as condições 1, 3 e 4 para a área da rede de rega dependente do sistema de bombagem: os sub-blocos CS-D10 e CS-Ladoeiro.

No Quadro 8.13 indicam-se os volumes de regularização para cada uma das condições, tendo em consideração as áreas beneficiadas diretamente por cada um dos reservatórios.

À semelhança do proposto nas alternativas A1 e A2, o reservatório junto ao CCG deverá ter capacidade para responder ao tempo de resposta do canal, a condição de dimensionamento mais exigente (49 068 m³) comparativamente com os volumes requeridos para garantia das condições 1, 3 e 4 para o sub-bloco CS-Gravítico.

Observa-se, no entanto, que o volume de reservatório junto ao CCG além de permitir responder ao tempo de resposta, deverá também ter capacidade para compensar a diferença entre o caudal contínuo da rede primária e o caudal de dimensionamento da rede secundária de rega do sub-bloco Gravítico.

O reservatório elevado deverá ter capacidade para garantir a condição 3, isto é, um volume suficiente para assegurar o funcionamento das redes de rega dos sub-blocos CS-D10 e CS-Ladoeiro durante 8 horas no período de ponta sem alimentação do reservatório, cerca de 42 970 m³.

Quadro 8.13 Volume de regularização necessário no reservatório do junto ao CCG para a solução geral de modernização da alternativa 3 (variantes 3.1 e 3.2)

Condição 1: Volume necessário para armazenamento/compensação por via da diferença de horas de funcionamento entre a rede primária e secundária					
Caudal de dimensionamento da rede de rega gravítica (l/s)				1 234	
Caudal de dimensionamento da rede de rega do Dist. 10 (l/s)				415	
Caudal de dimensionamento da rede do bloco do Ladoeiro (l/s)				1 077	
Tempo médio de funcionamento da rede de rega gravítica (horas/dia):				18,45	
Tempo médio de funcionamento das redes secundárias de rega (horas/dia):				17,28	
Área total do bloco da Campina Sul (ha)	Adesão ao regadio (%)	Área regável (ha)	Vol. de água diário a fornecer para rega no período de ponta em ano seco (m ³)	Caudal aduzido ao reservatório (l/s) com funcionamento diário contínuo do CCG	Volume necessário para compensar a diferença de horas de funcionamento diário entre a rede primária e a rede secundária
3 404	70%	2 264	122 348	2 023	Para o bloco gravítico - CS-Gravítico 18 946
	80%	2 587	139 826		Para os blocos com bombagem - CS-D10 + CS-Ladoeiro 25 989
	85%	2 749	148 565		
	90%	2 911	157 304		
	100%	3 234	174 782		
Condição 2: Volume necessário para assegurar o funcionamento das redes de rega durante o tempo de resposta do CCG					
Tempo de resposta do CCG (horas)			5		
Volume requerido para responder ao tempo de resposta (m ³):			49 068		
Condição 3: Volume necessário para assegurar o funcionamento das redes de rega durante 8 horas no período de ponta sem alimentação do reservatório					
Sub-bloco CS-Gravítico					
Volume necessário (m ³):			35 539		
Sub-bloco CS-D10 + CS-Ladoeiro					
Volume necessário (m ³):			42 970		
Condição 4: Assegurar o funcionamento das redes de rega secundárias durante algum tempo no período de inverno					
Sub-bloco CS-Gravítico					
Necessidades de água rega em ano médio entre outubro e fevereiro (m ³)			16 686		
Sub-bloco CS-D10 + CS-Ladoeiro					
Necessidades de água rega em ano médio entre outubro e fevereiro (m ³):			18 891		

Assim, propõem-se os seguintes volumes de armazenamento:

- Reservatório junto ao CCG: 60 000 m³.
- Reservatório de Mascarenhas: 45 000 m³.

8.8.4 Solução adotada para a alternativa A3V1

O bloco altimétrico mais baixo da Campina Sul, com uma área regável de 1 517 ha, é beneficiado graviticamente a partir do reservatório de regularização construir junto ao CCG.

A restante área regável, 1 717 ha, que divide-se nos sub-blocos da CS-Ladoeiro (1 262 ha) e CS-D10 (458 ha), é beneficiada a partir do reservatório elevado e as respetivas redes de rega deverão garantir uma pressão mínima de 35 m c.a. a jusante das bocas de rega.

Por razões topográficas o sistema de bombagem e a rede de rega dos sub-blocos CS-Ladoeiro e CS-D10 foram dimensionados para a implantação do reservatório de Mascarenhas com o NPA à cota 271,0 e com o NmE à cota =267.

Para o NmE e para o regime de caudal correspondente aos caudais de Clément, existem 33 bocas de rega (Figura 8.12) num total de 387 no sub-bloco CS-Ladoeiro, onde não é possível garantir uma pressão mínima de 35 m c.a..

No Quadro 8.9 sintetizam-se as principais características da alternativa A3V1 e no Quadro 8.10 são apresentados alguns indicadores das redes secundárias de rega.

Quadro 8.14 Principais características da alternativa A3V1

NmE	NPA	Volume (dam ³)	Cota piezométrica à saída da EE	Caudal (m ³ s ⁻¹) e Potência (kW)	Área equipada (ha)	Caudal dimensionamento
Reservatório junto ao CCG			-		Bloco da CS-Gravitico	
210,0	212,0	60	-	-	1 517	1 234
Reservatório de Mascarenhas			EE da Campina Sul		Sub-Bloco da CS- Ladoeiro	
267,0	271,0	45	270	Q = 1,5 m ³ s ⁻¹ P ≈ 1101 kW	1 262	1 077
					Sub-Bloco da CS-D10	
					456	415

* Para o caudal de dimensionamento

Quadro 8.15 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A3V1

Bloco	Área equipada (ha)	Extensão total da rede secundária de rega (km) *	Densidade (m/ha)	Ø máximo (mm)	Ø mínimo (mm)
Sub-bloco CS-Gravitico	1 517	29 548	19,47	1300	90
Sub-bloco CS-D10	456	8,936	19,59	900	90
Sub-bloco Ladoeiro	1 262	54,925	47,48	1600	90
Campina Sul	3 243	93 409	28,80	1600	90

** Inclui a rede existente que foi reabilitada

Há um pequeno aumento da densidade de rede secundária da alternativa A3V1, comparativamente com a das alternativas A1 e A2, em consequência divisão do bloco da Campina Sul em 3 sub-blocos. Porém, mesmo com a redução da área do bloco CS-Ladoeiro, a garantia de uma pressão mínima de 35 m c.a. a jusante das bocas de rega continua, leva a um diâmetro máximo de tubagem igual ao da solução A1, DN 1600.

8.9 A3V2 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DE REGA A PEDIDO SEM BOMBAGEM E EM BAIXA RESSÃO AO PATAMAR ALTIMÉTRICO MAIS ELEVADO

8.9.1 Descrição geral da alternativa

Esta alternativa apresenta a mesma estrutura da A3V1, diferindo na qualidade de serviço das redes secundárias de rega dos sub-blocos CS-D10 e CS-Ladoeiro.

Nesta solução, todas as redes secundárias operam a pedido mas em baixa pressão baixa, isto é, o dimensionamento é efetuado para garantir 10 m c.a. a montante das bocas de rega.

Na Figura 8.15 apresenta-se o esquema geral da solução da A3V2. A rede do bloco CS-Gravítico tem origem no reservatório junto ao CCG, enquanto as redes de rega dos blocos CS-D10 e CS-Ladoeiro são alimentados pelo reservatório elevado. A EE eleva água de rega do reservatório junto ao CCG para o reservatório elevado. Tal como em todas as outras alternativa a rede da CS-D10 tem origem na conduta elevatória.

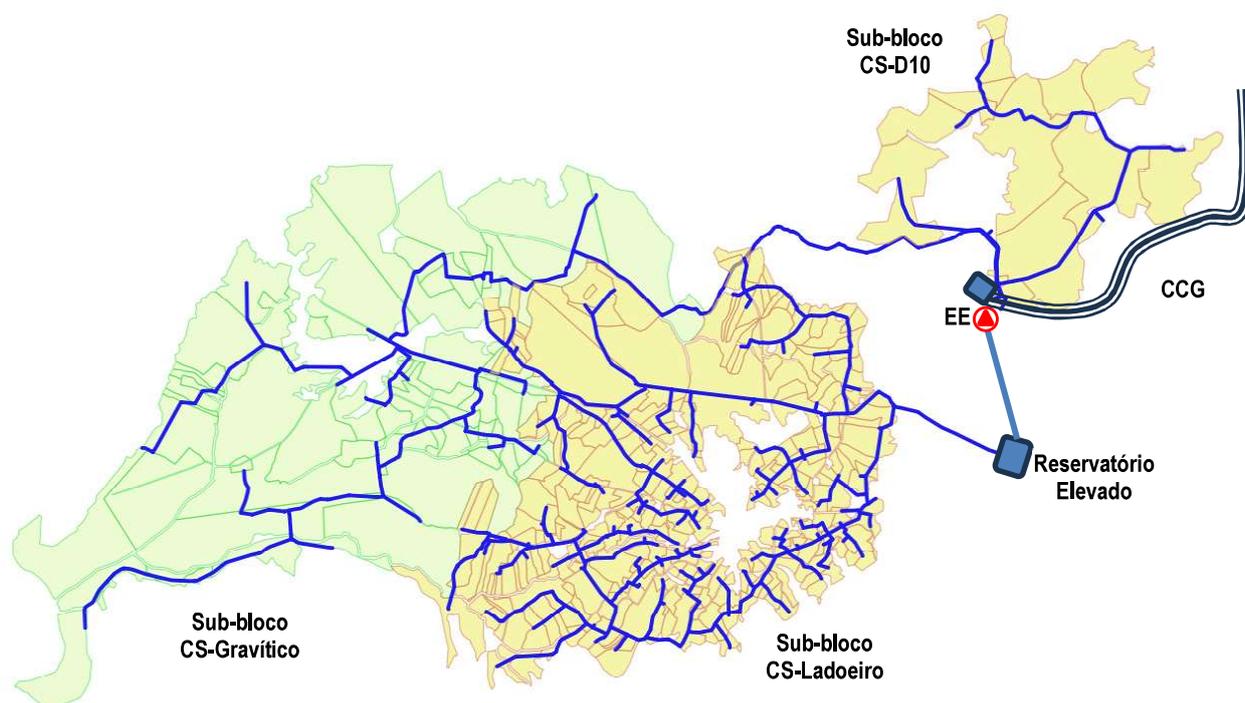


Figura 8.15 Esquema geral da solução de modernização da alternativa A3V2

8.9.2 Otimização da solução

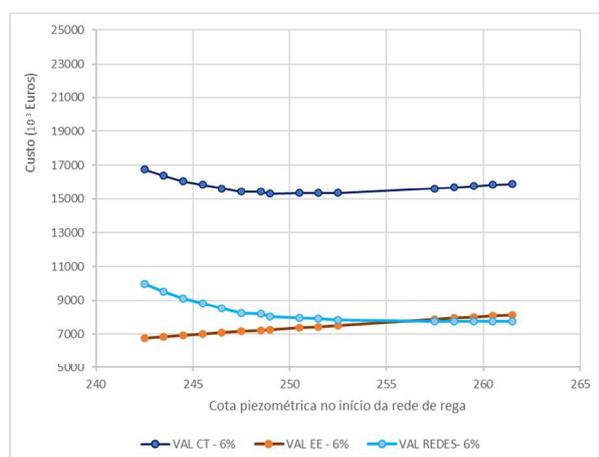
A rede de rega gravítica foi otimizada para o NmE, cota 210, do reservatório junto ao CCG e a solução da rede do bloco gravítico é a mesma da apresentada para a alternativa A3V1.

Na Figura 8.16 apresentam-se as curvas do VAL dos custos totais (rede de rega + do sistema de bombagem) para os três cenários energéticos e para a taxa de desconto de 6%.

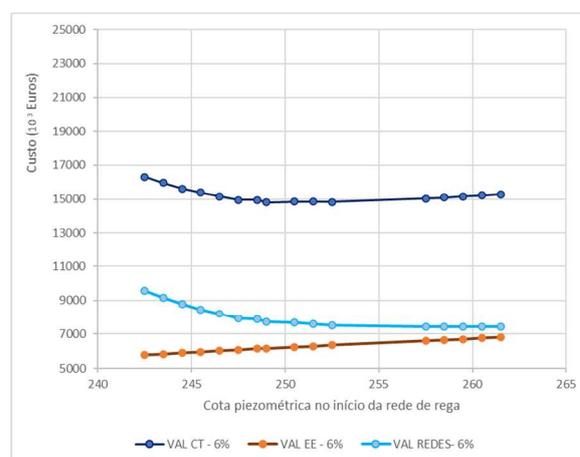
Para os três cenários de custos energéticos, a cota piezométrica no início da rede que minimiza os custo totais (rede + sistema elevatório) é a 249.

Assim, o dimensionamento da solução A3V2 deverá ser feiro feito para uma cota piezométrica no início da rede igual a 249 (NmE do reservatório elevado).

Cenário 1: E-redes – 0,15 €/kWh



Cenário 2: E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh



Cenário 3: E-redes – 0,30 €/kWh

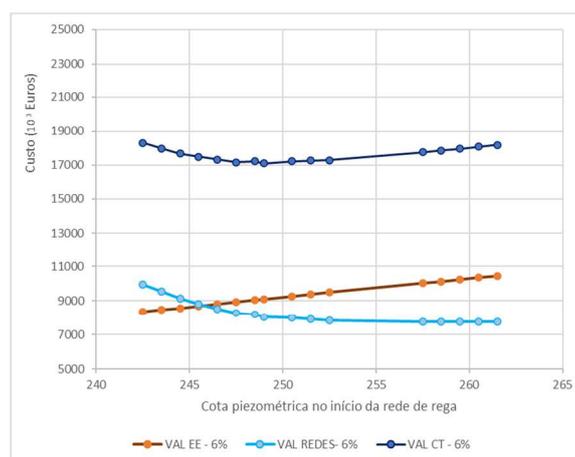


Figura 8.16 Custos do sistema elevatório e das redes de rega da alternativa A3V2 para os cenários 1 e 2 dos custos energéticos

Como referido, as redes de rega em baixa pressão são dimensionadas para garantir uma pressão mínima de 10 m.c.a a montante das bocas de rega. Esta condição é garantida nos dois sub-blocos (Figura 8.17 e Figura 8.18).

Tal como na alternativa A2, as bocas de rega do bloco CA-Ladoeiro que servem a zona leste do minifúndio são as que possuem menos pressão, as duas primeiras classes.

O dimensionamento da rede gravítica é igual ao da alternativa A3V1 uma vez que não há alteração nem da área beneficiada nem da localização do reservatório junto ao CCG que fixa a cota piezométrica disponível no início da rede secundária de rega.

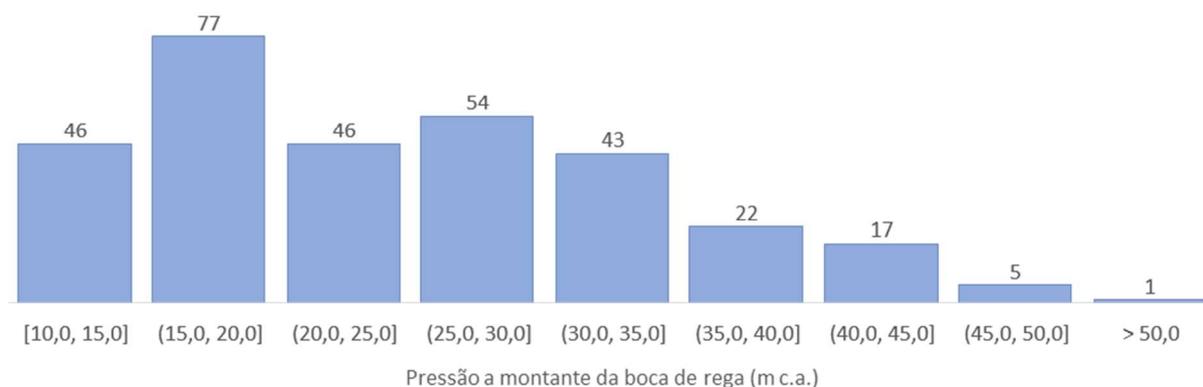


Figura 8.17 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro para alternativa A3V2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 249 (NmE do reservatório elevado)

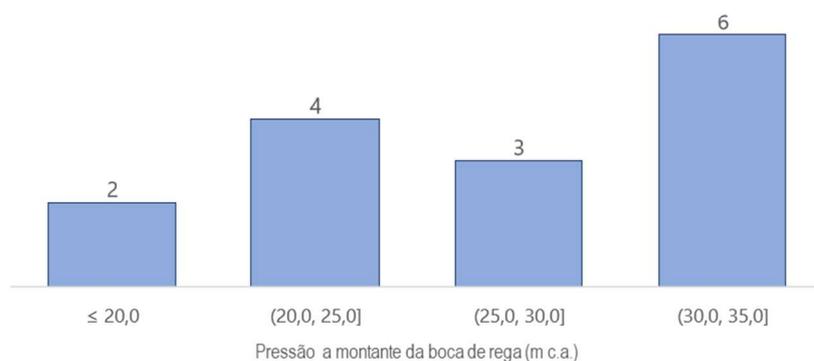


Figura 8.18 Histograma dos valores de pressão a montante das bocas de rega do sub-bloco CS-D10 para Alternativa A2 - caudais de Clément e uma cota piezométrica no início da rede = 249 (NmE do reservatório elevado)

8.9.3 Reservatórios de regularização

Esta alternativa tem a mesma configuração da alternativa A3V1, pelo que os volumes de regularização requeridos nos reservatórios são os determinados para essa alternativa (ponto 8.8.3):

- Reservatório junto ao CCG: 60 000 m³.
- Reservatório de Mascarenhas: 45 000 m³.

8.9.4 Solução adotada para a Alternativa A3V2

Como na solução A3V1, a conceção base da alternativa A3V2 é a distribuição da água de rega graviticamente, a partir do reservatório de regularização construir junto ao CCG, ao bloco altimétrico mais baixo da Campina Sul que tem área equipada de 1 517 h.

A restante área, 1 717 ha que se divide nos sub-blocos da CS-Ladoeiro (1 262 ha) e CS-D10 (458 ha), é beneficiada em baixa pressão a partir do reservatório elevado, com o NmE à cota (249,0).

No Quadro 8.16 resumem-se as principais características da alternativa A3V2 e no Quadro 8.17 indicam-se os valores da extensão total das rede e respetivas densidades, assim como os diâmetros máximos e mínimos das tubagens das redes secundárias de rega.

Quadro 8.16 Principais características da alternativa A3V2

NmE	NPA	Volume (dam ³)	Cota piezométrica à saída da EE *	Caudal (m ³ s ⁻¹) e Potência (kW)	Área equipada (ha)	Caudal dimensionamento
Reservatório junto ao CCG			-		Bloco da CS-Gravítico	
210,0	212,0	60	-	-	1 517	1 234
Reservatório de Mascarenhas			EE da Campina Sul		Sub-Bloco da CS- Ladoeiro	
249,0	253,0	45	252	Q = 1,5 m ³ s ⁻¹ P ≈ 800 kW	1 262	1 077
					Sub-Bloco da CS-D10	
					456	415

* Para o caudal de dimensionamento

Quadro 8.17 Densidades e diâmetros máximos e mínimos das redes de rega da alternativa A3V2

Bloco	Área equipada (ha)	Extensão total da rede secundária de rega (km) *	Densidade (m/ha)	Ø máximo (mm)	Ø mínimo (mm)
Sub-bloco CS-Gravítico	1 517	29 548	19,47	1300	90
Sub-bloco CS-D10	456	8,936	19,59	600	90
Sub-bloco Ladoeiro	1 262	54,925	47,48	900	90
Campina Sul	3 243	93 409	28,80	1300	90

* Inclui a rede existente que foi reabilitada

Comparativamente com a solução A3V1, o diâmetro máximo passou de 1600 mm no sub-bloco da CS-Ladoeiro para o 1300 mm a ser usado na conduta principal do sub-bloco gravítico.

9 ESTIMATIVA DOS CUSTOS E ANÁLISE FINANCEIRA

9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A estimativa geral do custo das obras foi efetuada a partir das características das infraestruturas a desenvolver nas diversas alternativas propostas.

Assim, no presente capítulo estimam-se, para cada solução técnica alternativa, os custos de investimento para a construção das infraestruturas e respetivos os encargos anuais de exploração, operação e manutenção. Salienta-se que na estimativa dos custos que se apresenta não considera a componente de expropriação e indemnização que penalizará as opções de traçado com maior superfície de solo afetado (as alternativas A3V1 e A3V2).

Além dos custos de investimento para a implantação das obras, foram também estimados os encargos de exploração e manutenção e operação para um período inicial de 30 anos.

Para a determinação dos encargos anuais de manutenção e conservação atribuíram-se percentagens sobre o investimento inicial.

9.2 CUSTOS DE INVESTIMENTO

Nos quadros seguintes resumem-se os custos de investimento estimados para a implantação das obras referentes às alternativas/variantes avaliadas. Os valores das alternativas/variantes de menor custo estão destacados com a cor azul e indica-se na coluna da direita o acréscimo de custo das restantes soluções/ alternativas em relação à opção de menor custo.

Quadro 9.1 Estimativa geral do custo das infraestruturas para modernização do bloco da Campina Sul

Infraestrutura	Custo (× 10 ³ euros)			
	Alternativa A1	Alternativa A2	Alternativa A3.1	Alternativa A3.2
Reservatório junto ao CCG	2 840	2 840	3 400	3 400
Sistema elevatório *	7 064	6 180	5 070	4 520
Reservatório elevado	3 400	3 400	2 550	2 550
Redes secundárias de rega	19 988	14 943	23 764	18 713
<i>Sub-Bloco Gravítico</i>	---	---	11 019	11 019
<i>Sub-Bloco CS-D10</i>	2 250	1 148	2 250	1 124
<i>Sub-Bloco CS-Ladoeiro</i>	17 738	13 795	10 495	6 570
TOTAL	33 292	27 363	34 784	29 183
Varição em relação à alternativa com menor custo	22%	---	27%	7%

* Inclui conduta elevatória

** Inclui sistema de automatização e telegestão

O Quadro 9.1 mostra que a alternativa com menor custo é a A2 (27 363 × 10³ €), ou seja, a solução de baixa pressão com toda a área a ser beneficiada a partir do reservatório elevado. A diferença percentual da A2 para A3.2 é relativamente pequena, apenas de +7%.

Constata-se ainda que fornecimento da água em pressão, com garantia de uma pressão mínima de 35 m c.a. a jusante das bocas de rega, implica um aumento, significativo, do valor do investimento. A alternativa A3V1 é que possui o maior custo de investimento (34 784 ×10³ €) seguida da alternativa A1 (33 292 ×10³ €).

O custo de investimento por ha de área equipada varia entre 12 248 €/ha na alternativa A2 e os 15 570 €/ha na Alternativa A3.1.

No Quadro 9.2 apresenta-se a composição adotada para os custos das infraestruturas, separados nas suas componentes principais: construção civil e equipamentos e instalações elétricas.

Quadro 9.2 Composição adotada para o custo de investimento por infraestrutura

Infraestrutura	Custo (× 10 ³ euros)			
	Alternativa A1	Alternativa A2	Alternativa A3.1	Alternativa A3.2
Reservatório junto ao CCG	2 840	2 840	3 400	3 400
- Construção civil	1 846	1 846	2 210	2 210
- Equipamentos e inst. elétricas	994	994	1 190	1 190
Sistema elevatório *	7 064	6 180	5 070	4 520
- Construção civil	2 850	2 544	2 302	2 089
- Equipamentos e inst. elétricas	4 213	3 637	2 768	2 431
Reservatório elevado	3 400	3 400	2 550	2 550
- Construção civil	2 210	2 210	1 658	1 658
- Equipamentos e inst. elétricas	1 190	1 190	892	892
Redes secundárias de rega	19 988	14 943	23 764	18 713
- Construção civil	18 790	14 050	22 340	17 600
- Equipamentos e inst. elétricas	1 198	893	1 424	1 113
Total de construção civil	25 696	20 650	28 510	23 557
Total de equipamentos e inst. elétricas	7 595	6 714	6 274	5 626

* Inclui conduta elevatória

** Inclui sistema de automatização e telegestão

9.3 CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Consideram-se como custos de manutenção os encargos anuais com a conservação e manutenção de todas as infraestruturas estudadas (reservatórios, estação elevatória e redes secundárias de rega). Para a estimativa dos encargos anuais de manutenção e conservação recorreu-se a percentagens sobre o valor dos investimentos para a construção de cada tipo de infraestrutura (Quadro 8.7).

Os encargos anuais de exploração foram calculados tendo por base a estimativa do número de horas médio de funcionamento da estação elevatória e da taxa de adesão ao regadio (Quadro 8.5). Como abordado no ponto 8.4.2 foram considerados 3 cenários para o custo de energia (Quadro 8.6).

No quadro seguinte resumem-se os custos de exploração e de operação e manutenção estimados para as obras referentes às soluções/ alternativas avaliadas.

Quadro 9.3 Encargos anuais de manutenção e conservação e de reposição dos equipamentos

	Alternativa A1	Alternativa A2	Alternativa A3.1	Alternativa A3.2
1ª década	242 × 10 ³ €	204 × 10 ³ €	237 × 10 ³ €	202 × 10 ³ €
2ª década	332 × 10 ³ €	279 × 10 ³ €	325 × 10 ³ €	277 × 10 ³ €
3ª década	447 × 10 ³ €	374 × 10 ³ €	442 × 10 ³ €	376 × 10 ³ €
Reposição de equipamentos e instalações elétricas no 15º ano	3 798 × 10 ³ €	3 357 × 10 ³ €	3 137 × 10 ³ €	2 813 × 10 ³ €

Quadro 9.4 Encargos anuais de exploração em função do cenário de custos energéticos

	Ano de operação	Taxa de adesão ao regadio	Alternativa A1	Alternativa A2	Alternativa A3.1	Alternativa A3.2
Cenário 1 E-redes – 0,15 €/kWh	1	70%	294 × 10 ³ €	203 × 10 ³ €	156 × 10 ³ €	144 × 10 ³ €
	2	75%	315 × 10 ³ €	217 × 10 ³ €	167 × 10 ³ €	155 × 10 ³ €
	3	80%	336 × 10 ³ €	232 × 10 ³ €	178 × 10 ³ €	165 × 10 ³ €
	4	85%	357 × 10 ³ €	246 × 10 ³ €	190 × 10 ³ €	175 × 10 ³ €
	5 ao 30	90%	378 × 10 ³ €	261 × 10 ³ €	201 × 10 ³ €	185 × 10 ³ €
Cenário 2 E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e	1	70%	216 × 10 ³ €	149 × 10 ³ €	115 × 10 ³ €	106 × 10 ³ €
	2	75%	231 × 10 ³ €	159 × 10 ³ €	123 × 10 ³ €	113 × 10 ³ €
	3	80%	246 × 10 ³ €	170 × 10 ³ €	131 × 10 ³ €	121 × 10 ³ €
	4	85%	262 × 10 ³ €	181 × 10 ³ €	139 × 10 ³ €	128 × 10 ³ €
	5 ao 30	90%	277 × 10 ³ €	191 × 10 ³ €	147 × 10 ³ €	136 × 10 ³ €
Cenário 3 E-redes – 0,30 €/kWh	1	70%	588 × 10 ³ €	406 × 10 ³ €	312 × 10 ³ €	288 × 10 ³ €
	2	75%	630 × 10 ³ €	435 × 10 ³ €	335 × 10 ³ €	309 × 10 ³ €
	3	80%	672 × 10 ³ €	464 × 10 ³ €	357 × 10 ³ €	330 × 10 ³ €
	4	85%	714 × 10 ³ €	493 × 10 ³ €	379 × 10 ³ €	350 × 10 ³ €
	5 ao 30	90%	756 × 10 ³ €	522 × 10 ³ €	402 × 10 ³ €	371 × 10 ³ €

Da análise do quadro anterior conclui-se que as alternativas A1 e A2 apresentam um encargo anual de exploração muito superior ao das alternativas A3V1 e A3V2. Comparativamente com a solução A3V2, o acréscimo no encargo anual de exploração é da ordem de 104% e 41%, respetivamente, na alternativa A1 e A2.

O acréscimo de encargo de exploração da variante A3V1 em relação à A3V2 é apenas de 8%.

9.4 VALOR ATUALIZADO LÍQUIDO (VAL) EM 30 ANOS DE OPERAÇÃO

Nos quadros seguintes resumem-se os custos atualizados líquidos ao ano inicial (VAL), referentes a todos os custos a incorrer em 30 anos de operação do sistema (incluindo os custos de investimento e os custos de operação e manutenção).

Quadro 9.5 Estimativa geral do valor atualizado líquido (VAL) do troço T1 em 30 anos

	Cenário do custo de energia	A1	A2	A3V1	A3V2
VAL a 4%	Cenário 1: E-redes – 0,15 €/kWh	45 289 × 10 ³ €	36 633 × 10 ³ €	43 190 × 10 ³ €	36 874 × 10 ³ €
	Cenário 2: E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	43 662 × 10 ³ €	35 512 × 10 ³ €	42 389 × 10 ³ €	36 076 × 10 ³ €
	Cenário 3: E-redes – 0,30 €/kWh	51 388 × 10 ³ €	40 840 × 10 ³ €	46 192 × 10 ³ €	39 865 × 10 ³ €

	Cenário do custo de energia	A1	A2	A3V1	A3V2
VAL a 6%	Cenário 1: E-redes – 0,15 €/kWh	41 487 × 10 ³ €	33 633 × 10 ³ €	40 172 × 10 ³ €	34 191 × 10 ³ €
	Cenário 2: E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	40 225 × 10 ³ €	32 763 × 10 ³ €	39 550 × 10 ³ €	33 572 × 10 ³ €
	Cenário 3: E-redes – 0,30 €/kWh	46 220 × 10 ³ €	36 898 × 10 ³ €	42 503 × 10 ³ €	36 512 × 10 ³ €
VAL a 8%	Cenário 1: E-redes – 0,15 €/kWh	38 682 × 10 ³ €	31 415 × 10 ³ €	37 911 × 10 ³ €	32 × 10 ³ €189
	Cenário 2: E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	37 676 × 10 ³ €	30 721 × 10 ³ €	37 415 × 10 ³ €	31 695 × 10 ³ €
	Cenário 3: E-redes – 0,30 €/kWh	42 455 × 10 ³ €	34 018 × 10 ³ €	39 772 × 10 ³ €	34 039 × 10 ³ €

Tomando como referência uma taxa de desconto de 4% e 6%, a alternativa A2 é a que possui o menor VAL, seguida da alternativa A3V2 para os cenários energéticos 1 e 2. No cenário 3 e para as mesmas taxas de desconto a alternativa com menor VAL é A3V2. De facto, a diferença percentual entre o VAL das suas alternativas é muito pequeno, entre 2 e 3%.

Observa-se ainda que o VAL das alternativa A1 e A3V1 é mais de 19% superior à solução com menor VAL.

Assim, da análise do quadro conclui-se que, do ponto de vista estritamente financeiro, as alternativas mais vantajosas são:

- **A2:** Distribuição da água de rega em baixa pressão e a pedido.
- **A3V2:** Priorização da distribuição da água de rega graviticamente - sem bombagem e a pedido, com distribuição da água de rega em baixa pressão e a pedido à área beneficiada a partir do reservatório elevado.

10 ANÁLISE COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS

Neste estudo são analisadas soluções de modernização alternativas para modernização do bloco da Campina Sul, focado nas componentes técnica, financeira e ambiental.

As soluções para modernização do bloco da Campina Sul, num total de 4, distinguem-se quanto à qualidade de serviço da rede secundária de rega e da eficiência energética:

- A1: Distribuição da água de rega em pressão e operando a pedido
- A2: Distribuição da água de rega em baixa pressão e operando a pedido
- A3V1: Priorização da distribuição da água de rega a pedido e graviticamente (sem bombagem) e com distribuição da água de rega a pedido e com pressão nas áreas que tem de ser beneficiadas com bombagem
- A3V2: Priorização da distribuição da água de rega a pedido e graviticamente (sem bombagem) e com distribuição da água de rega a pedido e em baixa pressão nas áreas que tem de ser beneficiadas com bombagem

No Quadro 10.1 sintetizam-se as principais vantagens e desvantagens diferenciadoras das alternativas identificadas para o bloco da Campina Sul.

Observa-se que **todas as alternativas asseguram a distribuição da água de rega e pedido e o mesmo nível de eficiência hídrica.**

Quadro 10.1 Alternativas para modernização do bloco de rega da Campina Sul. Vantagens e desvantagens diferenciadoras

Vantagens	Desvantagens
Alternativa - A1	
<ul style="list-style-type: none"> – Distribuição da água em pressão com garantia de uma pressão mínima de 35 m c.a em quase toda as bocas rega. – Menor densidade de tubagem das redes secundária de rega (em igualdade com a alternativa A2) e por isso com menor ocupação da superfície de solo 	<ul style="list-style-type: none"> – Maior potência da EE – Maior extensão e diâmetro da conduta elevatória – Instalação de tubagens de grande diâmetro na rede secundária de rega do sub-bloco CS-Ladoeiro (\varnothing máximo = 1600 mm) para assegurar a pressão requerida nas bocas de rega – Necessidade de considerar a instalação de válvulas reductoras de pressão no patamar altimétrico mais baixo do sub-bloco CS-Ladoeiro. – Pouco eficiente do ponto de vista energético
Alternativa - A2	
<ul style="list-style-type: none"> – Menor extensão da conduta elevatória – Menor densidade de tubagem das redes secundária de rega (em igualdade com a alternativa A1) e por isso com menor ocupação da superfície de solo – Diminuição dos diâmetros máximos das redes secundárias (\varnothing máximo = 1300 mm) – Solução com menor custo de investimento das redes secundárias de rega – Solução com menor VAL em 30 anos em quase todas as situações (cenários de custo de energia e taxa de desconto) 	<ul style="list-style-type: none"> – Distribuição da água de rega em baixa pressão. A zona do minifúndio é a que tem pressões mais baixas ao nível dos hidrantes. Esta qualidade de serviço não é aceitável nas bocas de rega partilhadas.

Vantagens	Desvantagens
Alternativa - A3V1	
<ul style="list-style-type: none"> – Garante a distribuição da água de rega com pressão a toda a zona do minifúndio com maior eficiência energética comparativamente com a solução A1 – Menor diâmetro da conduta elevatória – Sistema elevatório com segundo custo de investimento mais baixo – Na ótica da distribuição da água com pressão no minifúndio, a eficiência energética muito superior ao da alternativa A1 conseguida com o fornecimento da água para rega graviticamente ao patamar altimétrico mais baixo da Campina Sul 	<ul style="list-style-type: none"> – Maior densidade de tubagem das redes secundárias de rega (em igualdade com a alternativa A3.V2) e por isso com maior ocupação da superfície de solo – Maior extensão da conduta elevatória
Alternativa - A3V2	
<ul style="list-style-type: none"> – Alternativa com maior eficiência energética – Menor extensão e diâmetro da conduta elevatória – Sistema elevatório com menor custo – No cenário 3 dos custos energéticos pode apresentar um VAL em 30 anos para as taxas de desconto de 4% e 6% inferior ao da alternativa A2 	<ul style="list-style-type: none"> – Distribuição da água de rega em baixa pressão. A zona do minifúndio é a que tem pressões mais baixas ao nível dos hidrantes. Esta qualidade de serviço não é aceitável nas bocas de rega partilhadas. – Maior densidade de tubagem das redes secundárias de rega (em igualdade com a alternativa A3.V2) e por isso com maior ocupação da superfície de solo

Tendo por base as vantagens e desvantagens diferenciadoras acima elencadas, apresenta-se no Quadro 10.2 a análise multicritério das alternativas, avaliadas segundo os critérios mais considerados relevantes para a obra.

Atendendo à identificação aos aspetos favoráveis e desfavoráveis identificados para cada uma das alternativas para a definição da solução geral de modernização do bloco da Campina Sul, e o resultado da análise multicritério simplificada, considera-se que a opção pela alternativa A3V1 se revela mais vantajosa.

Na análise multicritério efetuada teve particular peso a avaliação à distribuição/entrega da água de rega em baixa pressão na zona do minifúndio.

De facto, com relação à qualidade de serviço da rede secundária de rega é necessário ter em consideração que no minifúndio, os prédios com uma área equipada menor que 2 ha foram ser agrupados em torno de uma boca de rega. A jusante da boca de rega será prevista a instalação de um contador para cada utilizador. A jusante do contador, os beneficiários ainda terão de construir uma rede de aproximação, pelo que a disponibilidade de uma pressão mínima de 10 m c.a. a montante do hidrante é evidentemente insuficiente. Desta análise, conclui-se que a baixa pressão não permite assegurar o fornecimento adequado da água de rega ao minifúndio.

De facto, os sistemas em baixa pressão adequam-se particularmente às parcelas de média a grande dimensão. Uma vez que, na maior parte das situações, os beneficiários já dispõem de infraestruturas para armazenar, elevar distribuir a água de rega na parcela.

No caso do bloco da Campina Sul, o minifúndio está situado no patamar altimétrico mais alto do bloco da Campina Sul, condicionando do ponto de vista técnico as alternativas A2 e A3V2.

Quadro 10.2 Alternativas para solução geral de modernização do bloco da Campina Sul. Análise multicritério

Critérios	Peso	Alternativas / Combinações				Fundamentação
		A1	A2	A3V1	A3V2	
1 Fiabilidade hidráulica - fornecimento dos caudais e eficiência energética	30.0%	3	1	4	1	A alternativa A1 assegura distribuição da água de rega em pressão mas é solução menos eficiente do ponto de vista energético. A alternativa A3V1 assegura a distribuição da água de rega em pressão aos patamares altimétricos mais elevados, abrangendo a zona do miniúndio. As alternativas A2 e A3.2, apesar de mais eficientes do ponto de vista da energia, não oferecem as condições de serviço requeridas no miniúndio, onde uma boca de rega é partilhada por vários beneficiários.
2 Risco e complexidade construtiva	15.0%	3	4	3	3	Todas as soluções apresentam um risco e complexidade construtiva similar. Salienta-se no caso das alternativas A3.1 e A3.2 a maior densidade da rede secundária de rega e a necessidade de profundidades de escavação maiores no troço inicial da conduta gravítica. Na alternativa A1 destaca-se a maior potência da EE comparativamente com as outras soluções.
3 Condicionantes ambientais	15.0%	3	4	4	4	Em todas as soluções preconiza-se o mesmo tipo de infraestruturas: construção de 2 reservatórios de regularização com volumes totais da mesma ordem de grandeza mas maiores nas alternativas A1 e A2; uma estação elevatória, sendo as alternativas A1 (P=2094 kW) e A2 (P=1412 kW) as que possuem maior potência e consumos, a instalação de cerca de 87 km de tubagem nas alternativas A1 e A2 e de 93 km nas alternativas A3V1 e A3V2.
4 Condicionantes/ afetações durante a fase de obra	10.0%	3	4	2	3	Todas as soluções preveem a instalação de tubagem e terão idêntica afetação da infraestrutura existente e do local de instalação, requerendo escavações bem como a ligação à tubagem existente. Salienta-se por a maior densidade das redes secundárias de rega das soluções A3V1 e A3V2 e os maiores diâmetros das tubagens das alternativas A1 e A3.1.
5 Operação e manutenção	15.0%	3	4	4	4	Ambas as soluções permitem adequadas condições de operacionalidade, mas a solução A1 terá uma operação e manutenção mais cuidada associada à EE.
6 Custo	15.0%	1	4	2	3	A combinação de traçado com menor custo é a T1APV2AP, ou seja, a solução com dois túneis, e que a o traçado com maior custo é a solução sem túneis – T1APV1AP. A diferença percentual da T1AP para a combinação T1APV2AP é relativamente pequena, +6,4%. A solução T1APV1 AP tem custo +25% superior ao da T1APV2AP.
Avaliação global ponderada	100%	2.70	3.10	3.35	2.70	Solução A3V1 é globalmente mais vantajosa.

- 1 Desfavorável
- 2 Ligeiramente desfavorável
- 3 Intermédio
- 4 Ligeiramente favorável
- 5 Favorável

11 FUNCIONAMENTO DO CANAL CONDUTOR GERAL

Os estudos a desenvolver têm como objetivos principais a verificação da capacidade hidráulica do Canal Condutor Geral e análise do seu modo de funcionamento. Com os dois projetos de modernização pretende-se que toda a área do AHI seja beneficiada a pedido (com pressão e/ou em baixa pressão, dependendo da alternativa de modernização que venha a ser selecionada, pelo que o CCG deixará de ter tomadas de rega diretas e passará a ter função de transporte e, eventualmente de reservatório de água.

Assim, o CCG terá como funções o transporte de caudal até aos dois reservatórios a construir junto ao CCG:

- O primeiro, R1, sensivelmente ao km 8+700 que beneficiará os blocos de Campina Norte e Aravil;
- O segundo, R2, ao km 20+000⁵ para beneficiar o boco da Campina Sul.

A jusante da derivação para o reservatório da Campina Sul o CCG será desativado.

A solução preconizada para o CCG prevê a manutenção do comando por montante mas fazendo com que o CCG responda de forma automática aos pedidos de jusante, condicionados pelo nível nos reservatórios, que serão dimensionados para o tempo de resposta do CCG.

Para a determinação do tempo de resposta, os consultores Campo d'Água e Aqualogus realizaram simulações hidráulicas com recurso ao modelo hidráulico HEC-RAS – River Analysis System desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center do U.S. Army Corps of Engineers.

Este modelo permite a simulação de escoamentos em regime permanente e variável, tendo em conta todas as singularidades hidráulicas usuais e respetivas perdas de carga, nomeadamente comportas, transições de secção (estreitamentos e alargamentos), entre outros.

Nas simulações efetuadas foram considerados os seguintes critérios e cenários:

- Um coeficiente de rugosidade (Ks) de $70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.
- Segmentação do canal:
 - Troço 1: desde a barragem Marechal Carmona até ao Reservatório 1 (Pk 8+700)
 - Troço 2: desde o Reservatório 1 até ao Reservatório 2 (Pk 20+000).
- Cenários de simulação:
 - Cenário 1: adução de um hidrograma variável entre os 0,1 e os $7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, derivando $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para o reservatório R1 e $3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para o R2.
 - Cenário 2, compreendendo duas simulações:
 - simulação 1 aduzindo um hidrograma variável de 0,1 a $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ até ao Reservatório 1 e
 - simulação 2 aduzindo um hidrograma variável de 0,1 a $3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ até ao Reservatório 2.

⁵ O reservatório para o bloco da Campina Sul deverá ficar um localizado a montante do descarregador do cabeludo, sensivelmente ao km 19+050.

– Cenário 3: idêntico ao Cenário 2, mas os hidrogramas aduzidos variam entre 0,1 e 3 m³ ·s⁻¹ em ambas as simulações.

Os resultados preliminares das simulações realizadas são resumidos no Quadro 11.1.

Quadro 11.1 Tempos de resposta preliminares

Cenário	Troço	Tempo de resposta (horas)
1	1	2
	2	5
2	1	2,5
	2	5
3	1	3
	2	8,5

Fonte: Campo d'Água e Aqualogus

Nesta fase dos trabalhos e para dimensionamento das alternativas foram utilizados os tempos de resposta correspondentes ao Cenário 2. Na fase seguinte dos estudos a desenvolver, e tomando já em consideração o levantamento topográfico do CCG e os caudais de dimensionamento finais dos diversos blocos de rega, estes resultados preliminares serão ajustados.

Na fase seguinte, o estudo do modo de funcionamento do CCG será devidamente suportada pelo levantamento topográfico do CCG, que irá permitir corrigir algumas incongruências na informação de base, e com a aferição dos valores dos caudais a transportar e das localizações das tomada de água para os reservatórios a prever junto ao CCG.

12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos apresentados fazem parte dos trabalhos da 2ª Fase necessários para sustentar a seleção da solução geral de modernização do bloco da Campina Sul que será ainda objeto de um estudo de otimização.

Considerando os novos limites, o bloco da Campina Sul com uma área beneficiada de 3 402 ha possui 402 unidades de rega, com áreas equipadas entre os 0,17 e 95,50 ha, o que corresponde a uma área equipada média de 8,41 há por unidade de rega.

Ainda que nos critérios de delimitação das unidades de rega, se tenha estabelecido que uma unidade de rega não deveria ter menos de 4 ha, verifica-se que 67% das unidades deste bloco, devido à estrutura do minifúndio em torno do Ladoeiro, não cumprem esta condição. Porém, estas unidades de rega representam apenas 19% da área beneficiada. Verificando-se, mesmo, que 47% da área total do bloco é composta por unidades de rega com mais de 50 ha.

No âmbito da consulta pública realizada foi possível confirmar com os beneficiários 70 unidades de rega, ou seja, cerca de 17% do número total de unidades de rega a que correspondem uma área dominada de 1 886,4 ha, 56% da área dominada total do bloco.

O presente projeto de modernização do AH de Idanha pretende uma reconversão de todo o sistema de transporte e distribuição dotando-o de infraestruturas que garantam a eficiência hídrica do aproveitamento incluindo a medição dos volumes de água entregues aos utilizadores, que possibilitem o fornecimento da água para rega “a pedido” e garantindo o caudal e pressão nos pontos de entrega de água que permitem aos agricultores uma condução da rega na parcela mais eficiente e adotando métodos de rega mais adequados.

A solução inicial, patenteada no Caderno de Encargos, previa a construção de uma tomada de água no CCG para o bloco da Campina Sul junto à estação elevatória do Ladoeiro, prevendo o aproveitamento do espaço da atual estação para a construção da nova, mas mantendo em funcionamento o atual sistema. Para além da complexidade que seria criada ao processo construtivo com custos acrescidos, o espaço disponível é insuficiente quer para a construção quer do reservatório quer da EE.

Assim, mantendo-se a linha da solução de modernização para o bloco da Campina Sul, a tomada no Canal Condutor Geral deverá ser construída cerca do km 19+050, junto à estrada para a Estação Elevatória, a montante do descarregador do Cabeludo.

Todas as alternativas são constituídas pelas seguintes obras: um reservatório de regularização junto ao CCG, uma estação elevatória, um reservatório elevado e pelas redes secundárias de rega.

As condições de serviço da rede secundária de rega são decisivas na edificação da solução de modernização. Ainda que no Caderno de Encargos seja estabelecido que a pressão mínima a garantir é 35 m c.a. a montante do hidrante - Alternativa A1, admitindo-se uma pressão menor nos hidrantes localizados nos pontos mais desfavoráveis, nesta Nota Técnica foi também equacionada a hipótese de se entregar a água de rega em baixa pressão.

As soluções para modernização do bloco da Campina Sul, num total de 4, decorrem da qualidade de serviço da rede secundária de rega que é prestada e da eficiência energética:

- A1: Distribuição da água de rega em pressão
- A2: Distribuição da água de rega em baixa pressão
- A3V1: Priorização da distribuição da água de rega graviticamente (sem bombagem) e com distribuição da água de rega com pressão à área que tem de ser beneficiada com bombagem
- A3V2: Priorização da distribuição da água de rega graviticamente (sem bombagem) e com distribuição da água de rega em baixa pressão à área que tem de ser beneficiada com bombagem

Observa-se que todas as alternativas asseguram a distribuição da água de rega a pedido e o mesmo nível de eficiência hídrica.

A alternativa com menor custo de investimento é a A2, ou seja, a solução de baixa pressão com toda a área a ser beneficiada a partir do reservatório elevado.

As alternativas A1 e A2 apresentam um encargo anual de exploração muito superior ao das alternativas A3V1 e A3V2. Comparativamente com a solução A3V2, o acréscimo no encargo anual de exploração é da ordem de 104% e 41%, respetivamente, na alternativa A1 e A2.

Da análise do VAL em 30 anos para as taxas de desconto 4%, 6% e 8%, conclui-se que do ponto de vista estritamente financeiro, as alternativas mais vantajosas são: A2 e a A3V2. Ambas com fornecimento da água de rega em baixa pressão.

Porém, na análise comparativa das alternativas para modernização do bloco da Campina Sul, focada nas componentes técnica, financeira e ambiental, considera-se que a opção pela alternativa A3V1 se revela mais vantajosa. Este resultado, deve-se ao facto de na componente técnica – fiabilidade hidráulica, a entrega da água em baixa pressão na zona do minifúndio ser considerada desadequada, e por isso, mais penalizada que a menor eficiência energética da solução.

De facto, com relação à qualidade de serviço da rede secundária de rega é necessário ter em consideração que no minifúndio, os prédios com uma área equipada menor que 2 ha foram ser agrupados em torno de uma boca de rega. A jusante da boca de rega será prevista a instalação de um contador para cada utilizador. A jusante do contador, será ainda necessário construir uma rede de aproximação, pelo que uma pressão mínima de 10 m c.a. é insuficiente para assegurar a entrega do fornecimento adequado da água de rega ao minifúndio. Como o minifúndio está situado no patamar altimétrico mais alto do bloco da Campina Sul, as alternativas A2 e A3V2 foram penalizadas.

Assim, e com base nos aspetos favoráveis e desfavoráveis identificados para cada uma das alternativas e no resultado da análise multicritério realizada, considera-se que a opção pela alternativa A3V1 é a mais vantajosa.

13 COLABORAÇÃO

Colaboraram na realização deste estudo, para além dos demais quadros de dactilografia e de secretariado, os seguintes elementos:

Coordenação	Maria João Calejo
Conceção e Hidráulica	Maria João Calejo Adriano Pereira da Silva Pedro Aparício Carolina Sarmento
Ambiente	Madalena Briz Diogo Janeiro
SIG	Pedro Aparício
Desenho	Paulo Marques
Tratamento de Texto	Graça Rebelo Sandra Andrade
Edição de Documentos	Miguel Mateus

Lisboa, dezembro de 2023