



## PROJETO DE EXECUÇÃO DE MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA NORTE – DISTRIBUIDORES 1 A 13 E ARAVIL DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA

### NOTA TÉCNICA Nº1 DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO GLOBAL DE ABASTECIMENTO



**Outubro de 2023**



**ARBI**  
**ASSOCIAÇÃO DE REGANTES E BENEFICIÁRIOS DE IDANHA-A-NOVA**

*PROJETO DE EXECUÇÃO DE MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA  
NORTE - DISTRIBUIDORES 1 A 13 E ARAVIL DO APROVEITAMENTO  
HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA*

NOTA TÉCNICA Nº1  
DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO GLOBAL DE ABASTECIMENTO

**OUTUBRO 2023**



**PROJETO DE EXECUÇÃO DE MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA NORTE  
- DISTRIBUIDORES 1 A 13 E ARAVIL DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA  
DE IDANHA-A-NOVA**

**NOTA TÉCNICA Nº1  
DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO GLOBAL DE ABASTECIMENTO**

**EQUIPA TÉCNICA**

Coordenação do projeto	Sofia Azevedo, Ph.D.
Coordenação adjunta do projeto	Engº António Capelo
Áreas e redes de rega	Sofia Azevedo, Ph.D. Engª Margarida Bairrão Engª Teresa Rita
Canal	Engº Rui Almeida Engº Vitor Paulo
Definição da solução global de abastecimento	Sofia Azevedo, Ph.D. Engº Vitor Paulo Engª Margarida Bairrão
Desenho	Cecília Passos

**ARBI**  
**ASSOCIAÇÃO DE REGANTES E BENEFICIÁRIOS DE IDANHA-A-NOVA**

*PROJETO DE EXECUÇÃO DE MODERNIZAÇÃO DO BLOCO DA CAMPINA  
NORTE - DISTRIBUIDORES 1 A 13 E ARAVIL DO APROVEITAMENTO  
HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA*

NOTA TÉCNICA Nº1  
DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO GLOBAL DE ABASTECIMENTO

**OUTUBRO 2023**



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BREVE ENQUADRAMENTO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GERAL DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA .....</b>	<b>10</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO .....	10
3.2	LITOLOGIA .....	10
3.3	HIDROGRAFIA.....	11
3.4	ALTIMETRIA E DECLIVES .....	13
3.5	SOLOS.....	14
3.6	OCUPAÇÃO E USO DO SOLO .....	17
3.7	ESTRUTURA DA PROPRIEDADE .....	18
3.8	CONDICIONANTES AMBIENTAIS.....	20
<b>4</b>	<b>ÁREAS REGADAS E OCUPAÇÃO CULTURAL ATUAL .....</b>	<b>22</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	22
4.2	ÁREA REGADA DENTRO E FORA DO PERÍMETRO.....	23
4.3	PRINCIPAIS CULTURAS REGADAS .....	24
4.4	VOLUMES FORNECIDOS PARA REGA .....	26
<b>5</b>	<b>MODELO DE OCUPAÇÃO CULTURAL E NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA .....</b>	<b>27</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	27
5.2	MODELO DE OCUPAÇÃO CULTURAL E TECNOLOGIA DE REGA .....	27
5.3	CICLOS E COEFICIENTES CULTURAIS.....	29
5.4	BALANÇO HÍDRICO.....	32
5.5	NECESSIDADES ÚTEIS DE ÁGUA PARA REGA .....	34
5.6	EFICIÊNCIAS DE REGA E FATOR DE LOCALIZAÇÃO .....	36
5.7	NECESSIDADES TOTAIS DE ÁGUA PARA REGA .....	38
<b>6</b>	<b>SESSÃO DE CONSULTA AOS AGRICULTORES .....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>ÁREA BENEFICIADA, DIVISÃO EM BLOCOS E UNIDADES DE REGA.....</b>	<b>40</b>
7.1	ÁREA BENEFICIADA NOS BLOCOS DA CAMPINA NORTE E DO ARAVIL.....	40
7.2	ALTIMETRIA E DECLIVES .....	41
7.3	SOLOS.....	44
7.4	DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE REGA.....	45
<b>8</b>	<b>PRINCÍPIOS BASE DOS PROJETOS DE MODERNIZAÇÃO DOS BLOCOS DA CAMPINA NORTE E DO ARAVIL</b>	<b>48</b>
<b>9</b>	<b>CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE REGA .....</b>	<b>50</b>
9.1	HORÁRIO DE REGA .....	50
9.2	CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO .....	50

9.3	VELOCIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS DE ESCOAMENTO .....	52
9.4	PRESSÕES MÍNIMAS A GARANTIR À SAÍDA DO HIDRANTE.....	52
9.5	DECLIVES MÁXIMOS E MÍNIMOS NAS CONDUTAS DE REGA .....	53
9.6	PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO DAS CONDUTAS .....	53
9.7	MATERIAIS A UTILIZAR NAS CONDUTAS E ACESSÓRIOS.....	54
<b>10</b>	<b>ANÁLISE TÉCNICO, ECONÓMICA E AMBIENTAL COMPARATIVA DAS ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO</b>	<b>59</b>
10.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	59
10.2	CÁLCULO DOS CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO .....	60
10.2.1	Considerações gerais .....	60
10.2.2	Metodologia de cálculo .....	61
10.2.3	Cálculo dos caudais a pedido.....	65
10.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE DE REGA .....	66
10.3.1	Aplicação do método da programação linear à otimização da rede de rega.....	66
10.3.2	CrITÉRIOS para a otimização do sistema elevatório e da rede de rega.....	67
10.4	ALTERNATIVA 1 – ABASTECIMENTO DOS BLOCOS DE REGA EM ALTA PRESSÃO .....	69
10.4.1	Descrição geral da solução .....	69
10.4.2	Otimização da solução de abastecimento .....	70
10.4.3	Reservatórios de regularização.....	73
10.4.4	Solução a adotar na alternativa 1 .....	75
10.5	ALTERNATIVA 2 – ABASTECIMENTO DOS BLOCOS DE REGA EM BAIXA PRESSÃO A PARTIR DE RESERVATÓRIOS LOCALIZADOS A COTAS ELEVADAS.....	76
10.5.1	Descrição geral da solução .....	76
10.5.2	Otimização da solução de abastecimento .....	77
10.5.3	Reservatórios de regularização.....	79
10.5.4	Solução a adotar na alternativa 2 .....	79
10.6	ALTERNATIVA 3 - ABASTECIMENTO DOS BLOCOS DE REGA EM BAIXA PRESSÃO PARCIALMENTE A PARTIR DE RESERVATÓRIOS LOCALIZADOS JUNTO AO CCG.....	80
10.6.1	Descrição geral da solução .....	80
10.6.2	Otimização da solução de abastecimento .....	81
10.6.3	Reservatórios de regularização.....	83
10.6.4	Solução a adotar na alternativa 3 .....	83
10.7	ANÁLISE TÉCNICO, ECONÓMICA E AMBIENTAL COMPARATIVA .....	84
10.7.1	Análise técnica .....	84
10.7.2	Análise económica.....	87
10.7.3	Análise ambiental .....	91
10.7.4	Conclusões.....	91
<b>11</b>	<b>FUNCIONAMENTO DO CANAL CONDUTOR GERAL .....</b>	<b>95</b>
11.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO CANAL.....	95
11.2	MODO DE FUNCIONAMENTO ATUAL .....	99
11.3	MODO DE FUNCIONAMENTO FUTURO.....	101
11.3.1	Considerações gerais .....	101
11.3.2	Simulações hidráulicas preliminares efetuadas.....	102

11.3.3 Resultados preliminares obtidos .....	103
11.4 RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS .....	103
<b>12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>

## QUADROS NO TEXTO

QUADRO 2.1 - OBRAS DE REABILITAÇÃO E MELHORIA NO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA .....	9
QUADRO 3.1 - CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS LINHAS DE ÁGUA .....	12
QUADRO 3.2 - APTIDÃO PARA O REGADIO .....	16
QUADRO 3.3 – REPARTIÇÃO DAS PARCELAS POR DIMENSÃO .....	19
QUADRO 4.1 – ÁREAS REGADAS A TÍTULO PRECÁRIO E DENTRO DO AHI (2010-2021) .....	24
QUADRO 4.2 - PESO (% DA ÁREA TOTAL REGADA) DOS PRINCIPAIS TIPOS DE CULTURAS DENTRO DO PERÍMETRO ENTRE 2010 E 2021 .....	25
QUADRO 4.3 - PESO (% DA ÁREA TOTAL REGADA) DOS PRINCIPAIS TIPOS DE CULTURAS REGADAS A TÍTULO PRECÁRIO ENTRE 2010 E 2021 .....	25
QUADRO 5.1 - PARÂMETROS CULTURAIS DAS PRINCIPAIS CULTURAS .....	31
QUADRO 5.2 - COEFICIENTES CULTURAIS MÉDIOS (Kc) PARA CULTURAS NÃO SUJEITAS A STRESS HÍDRICO .....	32
QUADRO 5.3 - NECESSIDADES DE REGA ÚTEIS (MM) EM ANO MÉDIO (SÉRIE 1986 – 2015) .....	35
QUADRO 5.4 – NECESSIDADES ÚTEIS DE ÁGUA PARA REGA ANUAIS E NO PERÍODO DE PONTA EM ANO SECO .....	36
QUADRO 5.5 - EFICIÊNCIAS DE TRANSPORTE, DISTRIBUIÇÃO E APLICAÇÃO .....	37
QUADRO 5.6 – REPRESENTATIVIDADE DAS CULTURAS, TECNOLOGIA DE REGA, FATOR DE LOCALIZAÇÃO E EFICIÊNCIAS ....	37
QUADRO 5.7 - NECESSIDADES DE REGA TOTAIS (MM) EM ANO MÉDIO PARA OS CENÁRIOS CULTURAIS I E II .....	38
QUADRO 7.1 - UNIDADES DE REGA .....	47
QUADRO 9.1 – HORÁRIO MÁXIMO DE REGA NO MÊS DE PONTA, ANO CRÍTICO .....	50
QUADRO 9.2 - CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO NA BOCA DE REGA .....	51
QUADRO 9.3 - CLASSES DE BOCA DE REGA .....	51
QUADRO 9.4 – VELOCIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL .....	52
QUADRO 10.1 - CLASSES DE CAUDAIS DAS BOCAS DE REGA E PROBABILIDADE DE ABERTURA .....	63
QUADRO 10.2 - VALORES DA QUALIDADE DE FUNCIONAMENTO DA REDE .....	65
QUADRO 10.3 - CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO NA REDE DE REGA. ALTERNATIVAS 1 E 2 .....	65
QUADRO 10.4 - CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO NA REDE DE REGA. ALTERNATIVA 3 .....	66
QUADRO 10.5 - TAXA DE ADESÃO AO REGADIO .....	69
QUADRO 10.6 – CAMPINA NORTE. ALTERNATIVA 1. CUSTO DAS INFRAESTRUTURAS E DOS ENCARGOS ENERGÉTICOS ANUAIS	71
QUADRO 10.7 – ARAVIL. ALTERNATIVA 1. CUSTO DAS INFRAESTRUTURAS E DOS ENCARGOS ENERGÉTICOS ANUAIS .....	72
QUADRO 10.8 – ALTERNATIVA 1. VOLUMES MÍNIMOS NECESSÁRIOS NOS RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO .....	74
QUADRO 10.9 – RESUMO DA SOLUÇÃO A ADOTAR PARA A ALTERNATIVA 1 .....	75
QUADRO 10.10 – ALTERNATIVA 1. DENSIDADES E DIÂMETROS MÁXIMOS E MÍNIMOS DO ADUTOR E DAS REDES DE REGA	75
QUADRO 10.11 – ALTERNATIVA 1. CAUDAIS E ALTURA DE ELEVAÇÃO DOS PATAMARES DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA .....	76

QUADRO 10.12 – CAMPINA NORTE. ALTERNATIVA 2. CUSTO DAS INFRAESTRUTURAS E DOS ENCARGOS ENERGÉTICOS ANUAIS	77
QUADRO 10.13 – ARAVIL. ALTERNATIVA 2. CUSTO DAS INFRAESTRUTURAS E DOS ENCARGOS ENERGÉTICOS ANUAIS.....	78
QUADRO 10.14 – RESUMO DA SOLUÇÃO A ADOTAR PARA A ALTERNATIVA 2 .....	79
QUADRO 10.15 – ALTERNATIVA 2. DENSIDADES E DIÂMETROS MÁXIMOS E MÍNIMOS DO ADUTOR E DAS REDES DE REGA	79
QUADRO 10.16 – ALTERNATIVA 2. CAUDAIS E ALTURA DE ELEVAÇÃO DOS PATAMARES DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA .....	80
QUADRO 10.17 – CAMPINA NORTE ALTO. ALTERNATIVA 3. CUSTO DAS INFRAESTRUTURAS E DOS ENCARGOS ENERGÉTICOS ANUAIS .....	82
QUADRO 10.18 – ALTERNATIVA 3. VOLUMES MÍNIMOS NECESSÁRIOS NOS RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO .....	83
QUADRO 10.19 – RESUMO DA SOLUÇÃO A ADOTAR PARA A ALTERNATIVA 3 .....	83
QUADRO 10.20 – ALTERNATIVA 3. DENSIDADES E DIÂMETROS MÁXIMOS E MÍNIMOS DO ADUTOR E DAS REDES DE REGA	84
QUADRO 10.21 – ALTERNATIVA 3. CAUDAIS E ALTURA DE ELEVAÇÃO DOS PATAMARES DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA .....	84
QUADRO 10.22 – CUSTOS DE INVESTIMENTO DAS INFRAESTRUTURAS .....	88
QUADRO 10.23 – PERCENTAGENS USADAS PARA O CÁLCULO DOS ENCARGOS ANUAIS DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO	88
QUADRO 10.24 – CUSTOS DE INVESTIMENTO DIFERENCIADOS POR TIPOLOGIA DE OBRA .....	89
QUADRO 10.25 – ENCARGOS ANUAIS DE MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO .....	89
QUADRO 10.26 – ENCARGOS ANUAIS DE EXPLORAÇÃO .....	90
QUADRO 10.27 – VALOR ATUALIZADO LÍQUIDO DAS ALTERNATIVAS PARA OS CENÁRIOS ENERGÉTICOS .....	91
QUADRO 10.28 – RESUMO DOS PONTOS FORTES E FRACOS DAS ALTERNATIVAS ANALISADAS .....	92
QUADRO 11.1 - CANAL CONDUTOR GERAL. CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO CANAL A CÉU ABERTO .....	95
QUADRO 11.2 - COMPORTAS DE NÍVEL CONSTANTE A MONTANTE NO CCG .....	96
QUADRO 11.3 - MODELO DE SIMULAÇÃO HIDRÁULICA - LOCALIZAÇÃO DAS COMPORTAS DO CCG .....	102
QUADRO 11.4 - SIMULAÇÃO HIDRÁULICA DO CCG - TEMPOS DE RESPOSTA PRELIMINARES .....	103

## FIGURAS NO TEXTO

FIGURA 2.1 – ENQUADRAMENTO ADMINISTRATIVO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA IDANHA-A-NOVA .....	5
FIGURA 2.2 - DISTRIBUIÇÃO DA REDE DE REGA ATUAL NO PERÍMETRO DA IDANHA-A-NOVA.....	7
FIGURA 2.3 - PROPORÇÃO DE CULTURAS REGADAS NO PERÍMETRO DA IDANHA ENTRE 1960 E 2020 .....	8
FIGURA 3.1 - LITOLOGIA REFERENTE AO PERÍMETRO DE REGA DE IDANHA-A-NOVA .....	11
FIGURA 3.2 - LINHAS DE ÁGUA PRINCIPAIS .....	12
FIGURA 3.3 - CARTA DE ISOLINHAS DO ESCOAMENTO ANUAL MÉDIO .....	13
FIGURA 3.4 - ALTIMETRIA NO PERÍMETRO DE REGA DA IDANHA-A-NOVA .....	14
FIGURA 3.5 - DECLIVES NO PERÍMETRO DE REGA DA IDANHA-A-NOVA .....	14
FIGURA 3.6 - DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE SOLO PRESENTES NO PERÍMETRO DE REGA DA IDANHA .....	15
FIGURA 3.7 - APTIDÃO PARA O REGADIO .....	16
FIGURA 3.8 - CARTA DA OCUPAÇÃO DO SOLO (CLC 2018) NO PERÍMETRO DE REGA DA IDANHA-A-NOVA.....	17
FIGURA 3.9 – LIMITES PARCELARES NA ÁREA BENEFICIADA PELO PERÍMETRO DE REGA DE IDANHA-A-NOVA E CLASSIFICAÇÃO DA DIMENSÃO DA PROPRIEDADE .....	19
FIGURA 3.10 - LOCALIZAÇÃO DE POTENCIAIS CONDICIONANTES AMBIENTAIS NA REGIÃO DO PERÍMETRO DE REGA DA IDANHA-A-NOVA.....	21

FIGURA 4.1 - LOCALIZAÇÃO E FREQUÊNCIA DAS ÁREAS REGADAS A TÍTULO PRECÁRIO ENTRE AS CAMPANHAS DE REGA DE 2010 E 2021.....	23
FIGURA 4.2 - EVOLUÇÃO DAS ÁREAS REGADAS DENTRO DO PERÍMETRO E A TÍTULO PRECÁRIO NO PERÍMETRO DE IDANHA-A-NOVA.....	24
FIGURA 4.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS CULTURAS REGADAS POR BLOCO DE REGA NO ANO DE 2020.....	25
FIGURA 4.4 – CONSUMOS MÉDIOS ANUAIS POR PARCELA .....	26
FIGURA 4.5 – VOLUMES DE ÁGUA DERIVADOS NA TOMADA DE ÁGUA PARA REGA E VOLUME MÉDIO DE ÁGUA USADO PARA REGA NA PARCELA.....	26
FIGURA 5.1 - CENÁRIOS CULTURAIS CONSIDERADOS PARA O PERÍMETRO DE IDANHA-A-NOVA.....	29
FIGURA 5.2 - CURVA CARACTERÍSTICA DOS COEFICIENTES CULTURAIS MÉDIOS .....	31
FIGURA 6.1 - DISTRIBUIÇÃO DAS PARCELAS IDENTIFICADAS POR PROPRIETÁRIOS DURANTE AS SESSÕES DE CONSULTA AOS AGRICULTORES DE 4 E 5 DE JULHO DE 2023 .....	39
FIGURA 7.1 - NOVOS LIMITES PROPOSTOS PARA OS BLOCOS DE REGA DE CAMPINA NORTE E SUL E ARAVIL DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA.....	41
FIGURA 7.2 - ALTIMETRIA NO BLOCO DE REGA DE CAMPINA NORTE.....	42
FIGURA 7.3 - ALTIMETRIA NO BLOCO DE REGA DE ARAVIL .....	42
FIGURA 7.4 - DECLIVES NO BLOCO DE REGA DE CAMPINA NORTE .....	43
FIGURA 7.5 - DECLIVES DO BLOCO DE REGA DE ARAVIL.....	43
FIGURA 7.6 - DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE SOLO PRESENTES NOS BLOCOS DE REGA DE CAMPINA NORTE E ARAVIL .....	44
FIGURA 10.1 – ESQUEMA DE ABASTECIMENTO DA ALTERNATIVA 1 .....	70
FIGURA 10.2 – ESQUEMA DE ABASTECIMENTO DA ALTERNATIVA 2.....	76
FIGURA 10.3 – ESQUEMA DE ABASTECIMENTO DA ALTERNATIVA 3.....	80
FIGURA 10.4 - DISTRIBUIÇÃO DOS HIDRANTES DE ACORDO COM A PRESSÃO MÍNIMA DISPONÍVEL A MONTANTE DESTES ..	85
FIGURA 11.1 - COMPORTAS C3 E C5 .....	97
FIGURA 11.2 - ASPETO GERAL DO CCG.....	98
FIGURA 11.3 - HIDROGRAMA DE CAUDAIS ADMITIDOS NO CCG - SEMANA DE 10 A 17 DE JULHO DE 2022.....	101

## DESENHOS

- DESENHO 1 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA IDANHA-A-NOVA
- DESENHO 2 - IMPLANTAÇÃO GERAL DO BLOCO DA CAMPINA NORTE - ALTERNATIVAS 1 E 2 (2 FOLHAS)
- DESENHO 3 - IMPLANTAÇÃO GERAL DO BLOCO DA CAMPINA NORTE – ALTERNATIVA 3 (2 FOLHAS)
- DESENHO 4 - IMPLANTAÇÃO GERAL DO BLOCO DO ARAVIL (2 FOLHAS)



# 1 INTRODUÇÃO

Na sequência do Concurso Público nº 02/2022, a Associação de Regantes e Beneficiários da Idanha-a-Nova (ARBI) adjudicou ao consórcio constituído pelas empresas CAMPO D'ÁGUA, Engenharia e Gestão, Lda. e AQUALOGUS, Engenharia e Ambiente, Lda. a elaboração do **“Projeto de Execução de Modernização do Bloco da Campina Norte - Distribuidores 1 a 13 e Aravil do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova”**.

O Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova (AHI) situa-se na Campina da Idanha, com praticamente a totalidade da área no concelho de Idanha-a-Nova e uma área residual no concelho de Castelo Branco. A construção da obra do AHI realizou-se entre 1935 e 1950, iniciando a sua exploração em 1949, a cargo da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, passando para a Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova (ARBI) em 1954.

A origem da água para rega é a albufeira criada pela barragem Marechal Carmona, construída no rio Ponsul. Esta albufeira é também denominada de albufeira de Idanha. A água é aduzida graviticamente pelo Canal Conductor Geral (CCG) até um canal distribuidor ou uma regadeira secundária. O sistema de rega funciona por gravidade, só se recorrendo a bombagem para assegurar a elevação da água para os blocos de rega situados a cotas superiores, através das estações elevatórias do Aravil e do Ladoeiro. O sistema de rega possui grandes perdas de água, encontrando-se atualmente com uma eficiência de transporte e distribuição da ordem dos 40 a 50%, o que é pouco aceitável num contexto em que se privilegia a eficiência hídrica e num cenário de maior escassez de água decorrente de alterações climáticas.

Com esse objetivo, pretende-se modernizar o AHI, alterando o sistema de transporte e distribuição de água, redefinindo a rede de distribuição, nomeadamente nos blocos da Campina Norte (Distribuidores 1 a 13) e do Aravil, de modo a permitir uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos, de forma a obter uma melhoria significativa da eficiência de transporte e distribuição da água para rega. Paralelamente ao presente projeto de execução, decorre um outro estudo, elaborado pela empresa COBA, responsável pela modernização do bloco da Campina Sul (Distribuidores 14 a 21) e que inclui a redefinição dos limites do AHI.

Tendo em conta que os trabalhos ocorrem em paralelo e são complementares e que está em causa a modernização do mesmo aproveitamento hidroagrícola foi feito um grande esforço de uniformização de parâmetros, critérios e metodologias entre os vários intervenientes das empresas, de modo que a solução fosse coerente em toda a área abrangida, sendo que alguns estudos foram efetuados em conjunto.

Para melhor se atingirem os objetivos deste trabalho optou-se por dividir o projeto de execução em duas fases, articuladas em sequência: 1ª Fase: notas técnicas; 2ª Fase: projeto de execução.

De acordo com o cronograma de elaboração do projeto, a Nota Técnica nº1 incluiria a definição da solução de abastecimento e estudo de otimização dos consumos de energia. O estudo a desenvolver pela COBA inclui a revisão dos limites do aproveitamento hidroagrícola, com base na análise das necessidades e disponibilidades de água atuais e futuras. Apenas após a definição dos limites do perímetro foi possível definir as soluções de abastecimento. Por este motivo, a presente nota técnica foi subdividida em duas partes, tendo sido já entregue a Parte 1 – Estudos de Base onde se apresentou a análise realizada pela COBA com o objetivo de definir as áreas a beneficiar nos blocos de rega e que serão alvo de estudo nos futuros trabalhos. No entanto, e para conseguir avançar de forma mais célere no estudo, a presente nota técnica inclui parte do conteúdo previsto na Nota Técnica nº2. Parte 5 – Rede de Rega

Neste processo, os limites do perímetro de rega foram analisados e revistos, em conjunto com a Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova, e levantaram-se as áreas regadas atualmente a título precário, de forma a avaliar-se também a possibilidade de uma ampliação da área beneficiada, com a integração destas áreas.

Da avaliação e correção dos limites físicos atuais do AHI foi possível concluir que a área corrigida através de meios digitais regista 8 384,5 ha, o que corresponde a uma diferença de cerca de 147,5 ha em relação ao registado pela ARBI (8 237 ha), mas abaixo da área constante dos limites da DGADR (8 424 ha).

Foi efetuado um levantamento das culturas regadas dentro e fora do perímetro, identificando as tendências futuras, de forma a definir-se o modelo cultural para a zona em estudo. De referir que, tendo em conta o aumento recente de culturas permanentes na região do aproveitamento, deu-se uma grande importância ao amendoal, que tem sido alvo de grandes investimentos dentro e fora dos limites do perímetro nos últimos três anos, perspetivando-se ainda a continuação desta tendência, bem como ao olival, associado a retornos económicos positivos, e que representa um risco menor em anos com situações de seca severa ou extrema. Com base no modelo cultural definido estimaram-se as necessidades de água futuras.

Tendo em conta as necessidades hídricas e os resultados da simulação de exploração da albufeira, verificou-se que o volume regularizado pela albufeira de Idanha, numa situação de plena adesão ao regadio, mesmo tendo em conta o aumento da eficiência hídrica resultante da modernização, não permite a inclusão de toda a área dos regantes a título precário, pelo que parte destes deverão continuar a ser beneficiadas como tal.

Apesar da impossibilidade de ampliar a área beneficiada, a COBA propôs a revisão dos limites do aproveitamento hidroagrícola, sugerindo:

- a inclusão de “bolsas” de pequenas áreas que estão dentro da área beneficiada, mas que tinham sido excluídas já que a cota da tomada de água não permitia beneficiar as mesmas;
- a exclusão das manchas correspondentes a áreas sociais que se encontram dentro dos limites iniciais da área beneficiada;
- a exclusão da área de reabilitação urbana do Ladoeiro da área beneficiada pelo aproveitamento, de forma a evitar conflitos de usos e facilitar a gestão do mesmo.

Contudo, a delimitação da área do AHI não ficou concluída, continuando a ser alvo de revisão por parte da Associação de Regantes, com o apoio da DGADR, pelo que a presente nota técnica atualiza os assuntos já abordados anteriormente e apresenta a delimitação atual da área a regar e assim constituirá a Nota Técnica nº1.

Por outro lado, tendo em conta as grandes alterações que ocorreram nos últimos anos no AHI, foi decidido efetuar a consulta aos agricultores já nesta fase, que decorreu nos dias 5 e 6 de julho de 2023, permitindo assim definir a divisão entre a Campina Norte e Campina Sul, uma vez que a anterior divisão já não era a mais adequada e atualmente não se encontra ligada aos antigos distribuidores. Esta consulta aos agricultores, estendeu-se nas semanas que se seguiram, tendo sido recebidos todos os agricultores que tinham dúvidas ou alterações, de modo a que a solução fosse o mais consensual possível, visto tratar-se de um perímetro de rega existente.

Assim, a área atual do aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova após ajustes fixou-se em 8 450,5 ha, distribuindo-se por três blocos: Campina Norte (2 599,5 ha), Campina Sul (3 401,6 ha) e Aravil (2 449,4 ha).

Nesta nota técnica identificam-se várias alternativas com vista à definição da solução global de abastecimento. Serão analisados o número, localização e capacidade dos reservatórios e estações elevatórias a construir, face à distribuição geográfica da área a regar e ao modo de funcionamento e comando do canal condutor geral (CCG), nomeadamente os tempos de resposta até aos vários locais selecionados, a qualidade de serviço a fornecer (em baixa ou em alta pressão), tendo em conta as obras de reabilitação já realizadas ao abrigo dos quadros de financiamento comunitário anteriores e os consumos energéticos ao longo do período de vida útil do empreendimento. Nesse sentido, foram alvo de uma análise de viabilidade técnico, económico e ambiental comparativa, três alternativas:

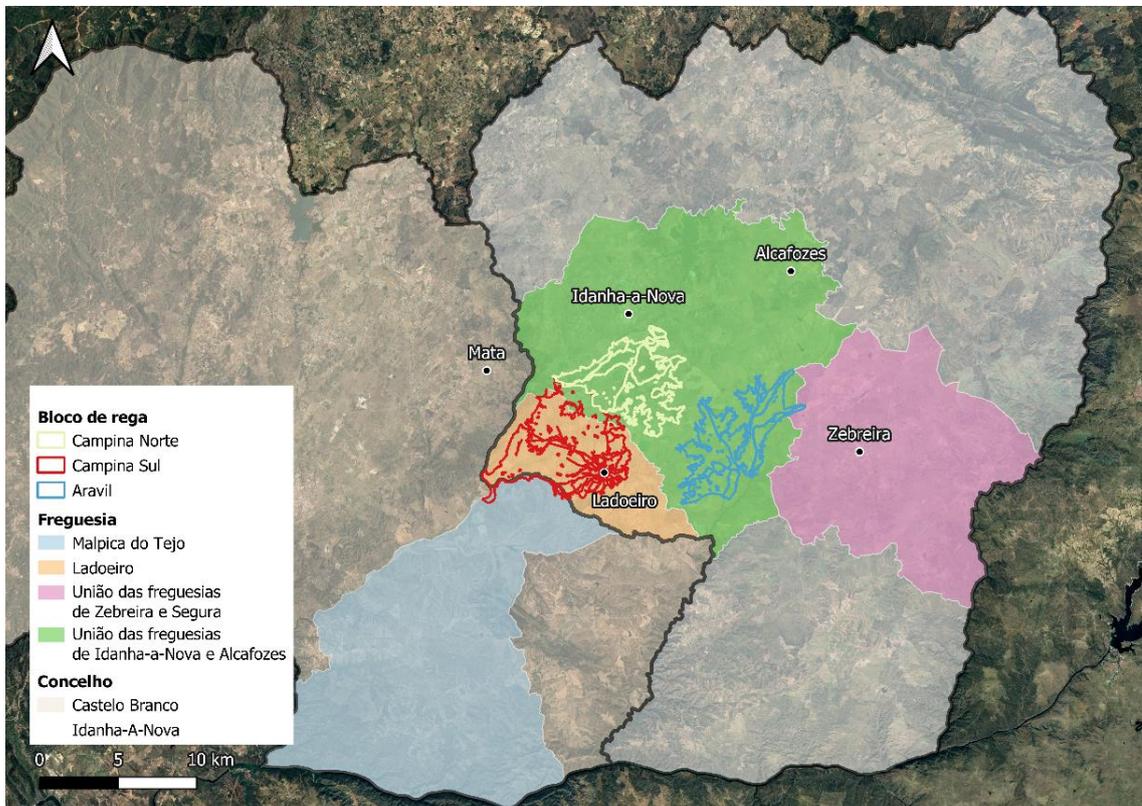
- Alternativa 1 – Abastecimento dos blocos de rega em alta pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas;
- Alternativa 2 – Abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas;
- Alternativa 3 – Abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, sempre que possível a partir de reservatórios de regularização localizados junto ao canal condutor geral.

Foi ainda equacionada uma alternativa de abastecimento dos blocos de rega com bombagem direta para a rede de rega, que foi eliminada uma vez que é muito desfavorável, em termos de gestão dos custos energéticos e da gestão do funcionamento do sistema de abastecimento.

No **Desenho 1** apresenta-se a planta de localização do perímetro de rega atual, à escala 1:50 000.

## 2 BREVE ENQUADRAMENTO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA

O aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova situa-se na campina da Idanha, nos concelhos de Idanha-a-Nova e Castelo Branco, distrito de Castelo Branco. Aquando da sua conceção, espectava-se que a área dominada variasse entre 6 740 e 20 000 ha, sendo que, de acordo com a ARBI (2022), o aproveitamento atualmente beneficia uma área total de 8 237 ha. Tendo em conta o trabalho de correção dos limites atuais do AHI, elaborado pela COBA, a área dominada atual é de 8 384,5 ha. De acordo com a Carta de Aptidão para o Regadio, a vasta maioria dos solos incluídos (80 %) são muito adequados para regadio (ARBI, 2022).



**Figura 2.1 – Enquadramento administrativo do Aproveitamento Hidroagrícola da Idanha-a-Nova**

Atualmente o perímetro é composto apenas por dois grandes blocos de rega:

- o bloco da Campina, com uma área de aproximadamente 5 989 ha, é servido pelo Canal Condutor Geral (CCG), pelos distribuidores 1 a 21 e pela estação elevatória (EE) do Ladoeiro. Este bloco subdivide-se em Campina Norte, com 2 372 ha (distribuidores 1 a 13), e Campina Sul, com 3 617 ha (distribuidores 14 a 21);

- o bloco do Aravil, com uma área de aproximadamente 2 395 ha, é servido pelo Canal Conductor Geral do Aravil (CCGa), Canal Direito e Canal Esquerdo, pelos distribuidores 1 a 5 e ainda pelo reservatório e EE elevatória do Aravil, na admissão ao CCGa.

Esta obra faz parte do Plano Hidroagrícola de 1935 e foi construída em duas etapas: de 1935 a 1942 e de 1944 a 1950. Na primeira etapa construíram-se a Barragem Marechal Carmona, o CCG e os Canais Distribuidores 1, 2, 3 e 17. Na segunda etapa construíram-se os restantes distribuidores, e ainda o CCG do Aravil, o Canal Esquerdo do Aravil com cinco distribuidores e o Canal Direito do Aravil (ARBI, 2022). Assim, já decorreram mais de 80 anos desde o início da sua construção.

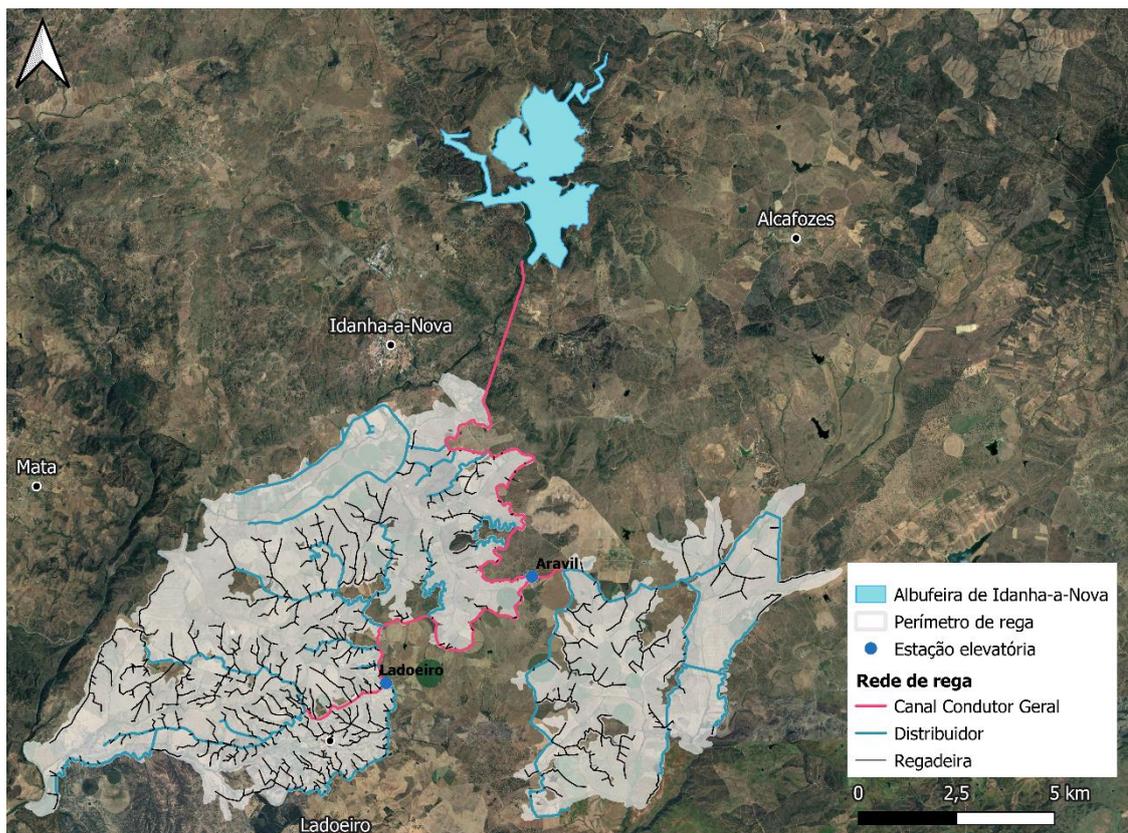
A exploração e conservação desta obra de rega iniciou-se em 1949, estando inicialmente a cargo da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola (JAOHA) e passando posteriormente para a Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova (ARBI) em 1954 (ARBI, 2022).

### Sistema de rega

A água para a rega provém da albufeira de Idanha-a-Nova, criada pela Barragem Marechal Carmona construída no rio Pônsul, que se enquadra na bacia hidrográfica do Tejo. Existe uma central hidroelétrica no pé da barragem que permite a turbinagem dos caudais de rega e dos excedentes de Inverno. Através desta turbina ou de uma válvula independente de rega, a água é lançada no Canal Conductor Geral, sendo estes mecanismos telecomandados a partir da sede da ARBI. Posteriormente, a água é transportada graviticamente até um canal distribuidor ou uma regadeira secundária, como ilustrado na **Figura 2.2**. Pode ainda ser descarregada para uma linha de água vizinha, através de descarregadores laterais de superfície (ARBI, 2022).

Adicionalmente, no sistema primário de canais existem vários descarregadores frontais de bico-de-pato e comportas de nível constante a montante, de modo a manter sensivelmente constante o nível do plano de água no troço imediatamente a montante, assegurando as condições hidráulicas adequadas ao bom funcionamento dos órgãos de controlo de caudais que equipam as tomadas de água (ARBI, 2022).

Aquando da conceção deste aproveitamento definiu-se que o sistema de rega deveria funcionar por gravidade, só se recorrendo a bombagem para assegurar a elevação da água para os dois blocos de rega situados a cotas superiores ao CCG, sendo que a rega se processaria também por gravidade nesses locais. Neste contexto, enquadram-se ainda na rede de rega duas estações elevatórias, a do Aravil e a do Ladoeiro (sinalizadas na **Figura 2.2**), totalmente automatizadas e comandadas à distância, que fornecem caudal para os respetivos blocos (ARBI, 2022).



**Figura 2.2 - Distribuição da rede de rega atual no perímetro da Idanha-a-Nova**

A rede primária é constituída pelo Canal Conductor Geral (CCG), com uma extensão de 23 701 m, de onde derivam 17 canais distribuidores (1 a 17). Este foi dimensionado para um caudal de  $7,38 \text{ m}^3/\text{s}$ , no seu trecho inicial na tomada de água da Barragem Marechal Carmona, e de  $2,25 \text{ m}^3/\text{s}$ , no seu trecho terminal, junto à EE do Ladoeiro. Ao CCG segue-se o Canal Conductor Geral Continuação (CCGc), que possui um desenvolvimento de cerca de 2 614 m, dimensionado para um caudal de  $1,58 \text{ m}^3/\text{s}$ . Este está associado a quatro distribuidores (18 a 21).

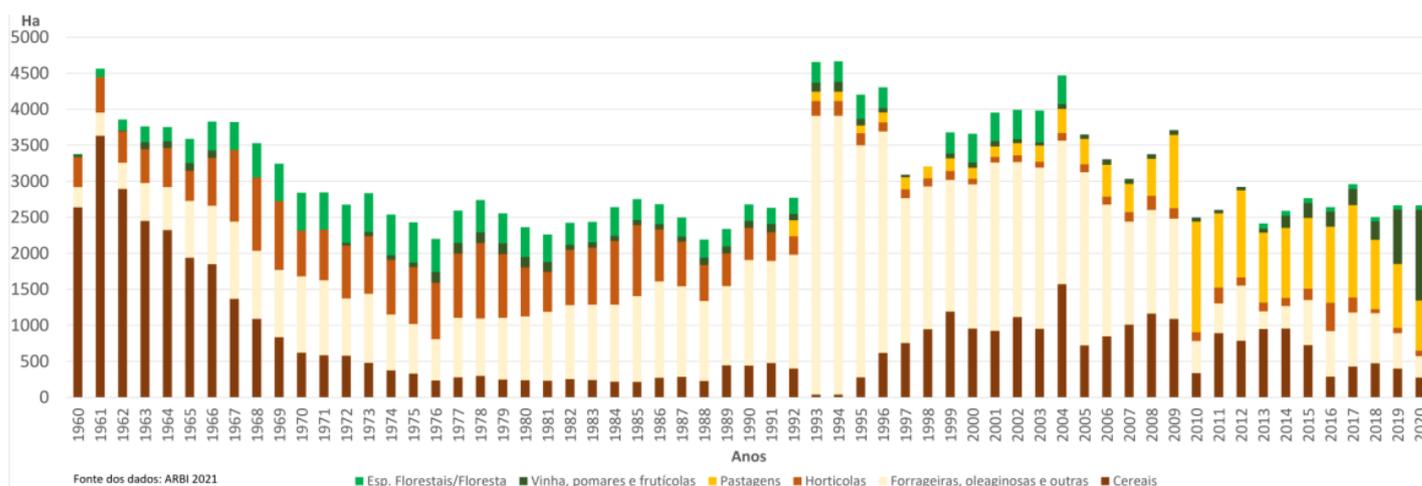
O Canal Conductor Geral do Aravil (CCGa), com cerca de 810 m, foi dimensionado para um caudal de  $2,275 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tem início na EE do Aravil e termina com uma bifurcação para o Canal Direito e para o Canal Esquerdo. O Canal Direito tem cinco distribuidores (1 a 5).

A rede secundária de rega é constituída por 28 canais distribuidores, perfazendo um total de cerca de 93 km, e pelas regadeiras secundárias (cerca de 179 km). Ao nível dos órgãos de comando, o AHI tem 184 comportas de controlo por montante e 650 módulos de rega.

### Conversão da ocupação cultural

Relativamente à ocupação cultural, Branco (2022) consultou as cartas agrícolas da ARBI e elaborou um historial das culturas de regadio e de sequeiro, das culturas regadas e das culturas não regadas, para os últimos 60 anos (1960 a 2020), constatando-se uma mudança da ocupação

cultural ao longo deste período. Inicialmente dominavam os cereais (1960-1967) e entre 1968 e 1986 havia uma proporção relativamente equilibrada entre pastagens e hortícolas. Contudo, a partir dessa altura e até 2013, as pastagens e forragens passaram a ser predominantes na área regada. É a partir de 2013 que se regista um crescimento contínuo do grupo dos pomares e vinhas, sendo que em 2020 este grupo representava praticamente metade das áreas regadas, tornando-se o grupo mais representativo (**Figura 2.3**).



**Figura 2.3 - Proporção de culturas regadas no perímetro da Idanha entre 1960 e 2020**

Esta conversão é apoiada pelos registos da ARBI referentes aos anos de 2018 a 2021. Neste período registou-se um aumento significativo da área com culturas permanentes (amendoal, nogueiral, olival, entre outras). Desde 2018 que tem havido uma introdução considerável no perímetro de culturas permanentes de frutos secos, como a noqueira e a amendoeira, expandindo-se também as áreas de olival (superintensivo) (ARBI, 2019).

Em 2020 as forragens ainda continuavam a ser o principal grupo de culturas no AHI, representando praticamente metade da área regada, contudo, neste ano, a amendoeira tornou-se a principal cultura regada no AHI, aproximando-se bastante da área com forragens (ARBI, 2020). O ano de 2021 correspondeu a um ano de viragem, sendo que o grupo das frutícolas passou a ser o dominante (60%), seguido das forragens que englobam praticamente um quarto da área regada (ARBI, 2021).

### **Necessidade de modernização**

Derivado do longo período de existência e exploração do AHI, a ARBI reforça a necessidade de modernização do perímetro de rega, uma vez que as eficiências de transporte e distribuição são da ordem dos 40 a 50% e visto os consumos na ordem dos 10 000 m<sup>3</sup>/ha não se adequarem a um uso eficiente de água na agricultura (ARBI, 2019).

Tem havido um esforço na implementação de práticas por parte da ARBI, em conjunto com os agricultores, com o intuito de aumentar a eficiência de distribuição da água. Estas medidas, bem como a reabilitação, maioritariamente, de órgãos de comando e distribuição primários, a telegestão e os reservatórios de compensação ao longo da rede primária têm permitido uma redução do consumo de água por hectare. Contudo, é necessária uma intervenção mais profunda na rede secundária e terciária, passando de uma distribuição em canais a céu aberto para condutas enterradas, em pressão, de forma a minimizar desperdícios na distribuição de água. A não modernização do AHI potencia o risco de regressão de um ponto de vista agrícola e socioeconómico com repercussões para o todo o concelho de Idanha-a-Nova, tanto mais que, em intervenção, o sistema entrará em colapso pois as infraestruturas secundárias existentes há muito ultrapassaram o seu período de vida útil.

Contudo, é de destacar as renovações já efetuadas (**Quadro 2.1**), nomeadamente a modernização através da substituição dos canais por condutas enterradas na regadeira 1 e nos distribuidores 1, 2, 3 e 10 na Campina Norte. No bloco do Aravil modernizou-se o distribuidor 1 do canal esquerdo e a regadeira 7 do canal direito.

**Quadro 2.1 - Obras de reabilitação e melhoria no aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova**

Período	Reabilitação
2000-2008	Reabilitação da Canal Condutor Geral, do canal Direito e Canal esquerdo do Bloco de Aravil e rede primária e secundária dos distribuidores 1, 2 e 3 no âmbito do programa comunitário de financiamento de 2000 - 2008
2014	Conclusão das obras de reabilitação e modernização do distribuidor 21 (exceto troço inicial)
	Conclusão das obras de reabilitação e modernização do distribuidor 17 Continuação
	Conclusão das obras de reabilitação e modernização do distribuidor 10
	Conclusão das obras de reabilitação e modernização da regadeira 8 (derivação do distribuidor 21)
	Conclusão das obras de reabilitação e modernização da regadeira 23 (derivação do distribuidor 18)
	Conclusão das obras de reabilitação e modernização das regadeiras da Nossa Senhora da Graça
	Concluiu-se a implementação do sistema de telegestão do funcionamento da rede primária

Fonte: COBA (2022)

A modernização do AHI passa por manter toda a infraestrutura da tomada de água na barragem Marechal Carmona e rede primária, em que a rede primária constituirá a nova infraestrutura de adução, dividindo o AHI em três blocos de rega: Campina Sul, Campina Norte e Aravil.

As alternativas para a modernização do AHI serão identificadas e estudadas no âmbito dos dois projetos de execução em curso, sendo que as várias hipóteses para implementação das infraestruturas principais, estações elevatórias e reservatórios, analisada do ponto de vista técnico, económico e ambiental no âmbito da presente nota técnica.

### 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE IDANHA-A-NOVA

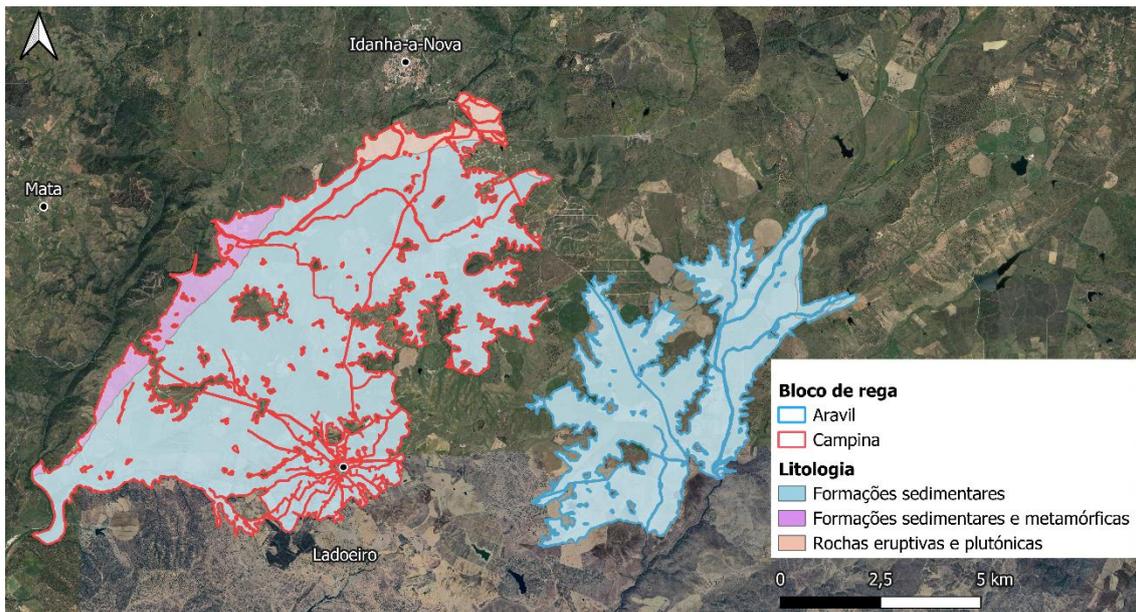
#### 3.1 LOCALIZAÇÃO

O aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova localiza-se maioritariamente no concelho de Idanha-a-Nova ocupando, no entanto, áreas no concelho de Castelo Branco, no distrito de Castelo Branco, pertencente à região do Centro (NUTS II) e sub-região da Beira Baixa (NUTS III). Tendo em conta a redefinição dos limites do aproveitamento, tem uma área de 8 384 ha e, como se pode observar na **Figura 2.1**, distribui-se por três freguesias: União das freguesias de Idanha-a-Nova e Alcafozes (61,1 %), Ladoeiro (37,2 %), União das freguesias de Zebreira e Segura (0,3%), no concelho de Idanha-a-Nova, e Malpica do Tejo (1,4 %) no concelho de Castelo Branco.

O perímetro de rega desenvolve-se para sudeste, desde Idanha-a-Nova até Zebreira. A água para rega tem origem na albufeira de Idanha-a-Nova, criada a partir da Barragem Marechal Carmona. Este é constituído atualmente por dois blocos – Campina e Aravil, tal como indicado nas figuras seguintes.

#### 3.2 LITOLOGIA

Tendo por base a Carta Litológica de Portugal em formato digital, publicada pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 1982), elaborada à escala 1: 1 000 000, o perímetro de rega em análise é constituído maioritariamente por formações sedimentares (cascalheiras de planalto, arcoses da Beira Baixa, arenitos, calcários e outras), que ocupam cerca de 92 % da sua área total. Observam-se também formações sedimentares e metamórficas, compostas por xistos e grauvaques (Complexo xisto-grauváquico) (5 %) e rochas eruptivas plutônicas - granitos e rochas afins (3 %) (**Figura 3.1**).



**Figura 3.1 - Litologia referente ao perímetro de rega de Idanha-a-Nova**

### 3.3 HIDROGRAFIA

Em termos hidrográficos, o aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova situa-se na bacia hidrográfica do rio Tejo. Quanto às linhas de água que o atravessam, a rede hidrográfica é relativamente densa, destacando-se o rio Pônsul, no qual foi criada a albufeira de Idanha-a-Nova, conforme se pode visualizar na **Figura 3.2**.

No **Quadro 3.1** apresentam-se em maior detalhe as linhas de água principais que atravessam o perímetro de rega da Idanha e que se encontram classificadas.

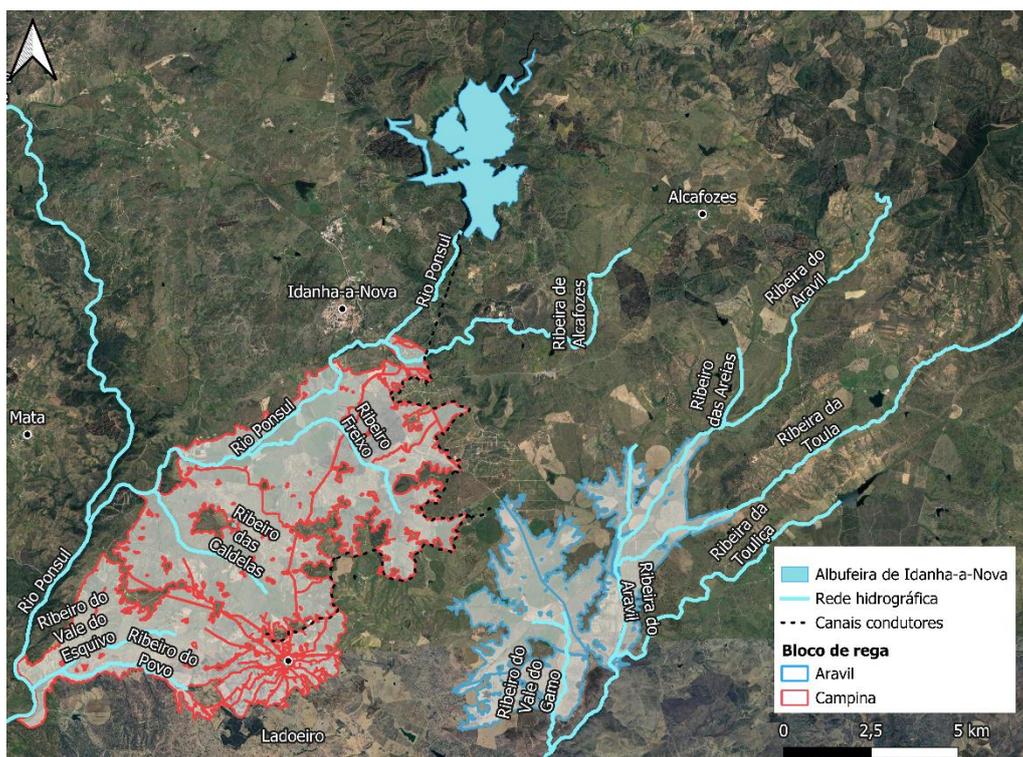


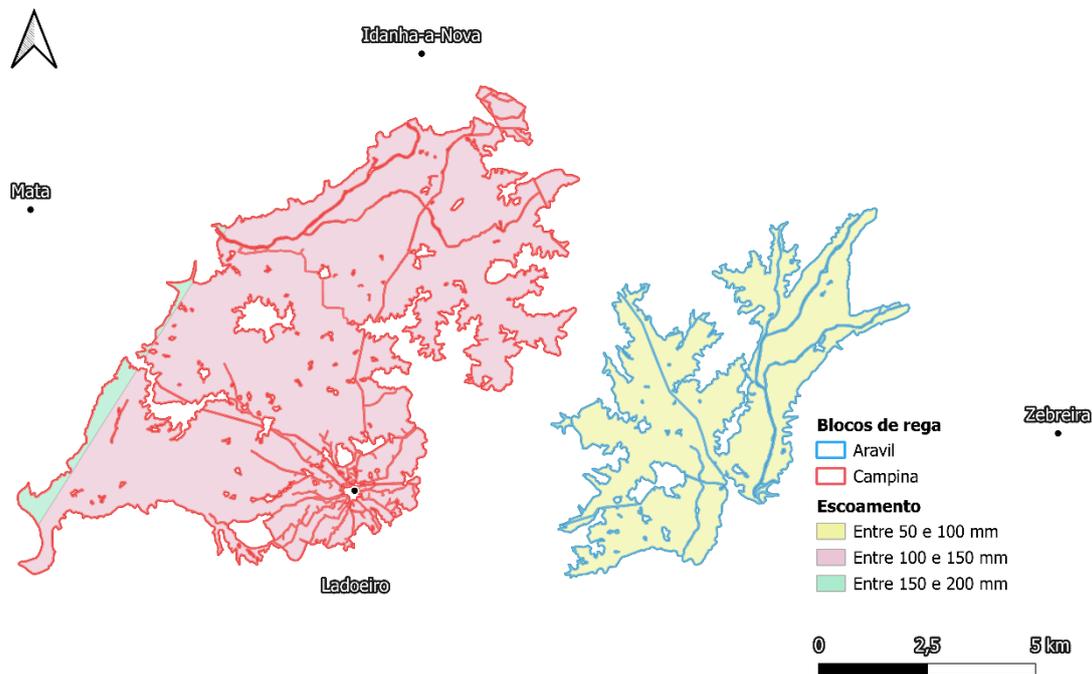
Figura 3.2 - Linhas de água principais

Quadro 3.1 - Características das principais linhas de água

Designação	Código decimal (APA)	Comprimento (km)	Área da bacia (km <sup>2</sup> )
Rio Ponsul	301.104	1 486,6	77,5
Ribeiro Freixo	301.114.03	58,8	17,4
Ribeiro do Vale do Gamo	301.114.12	30,4	9,0
Ribeiro do Vale do Esquivo	301.104.11.02	12,8	6,2
Ribeira do Roupeiro	301.114.14.01	7,2	5,5
Ribeiro do Povo ou do Freixial	301.104.11	36,1	10,3
Ribeiro das Caldelas	301.104.13	19,9	6,3
Ribeiro das Areias	301.114.18	10,5	7,0
Ribeira do Aravil	301.114	448,6	48,2
Ribeira de Alpreade	301.104.20	548,9	37,0
Ribeira de Alcafozes	301.104.17	28,0	13,5
Ribeira da Toulica	301.114.11	45,0	17,9
Ribeira da Toula	301.114.13	48,7	17,8

Fonte: Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (1981)

Na **Figura 3.3** pode observar-se a distribuição do escoamento anual médio no perímetro em análise, segundo a APA (2010). Os valores de escoamento anual médio variam entre 50 e 200 mm. Contudo, o bloco da Campina está maioritariamente associado a escoamentos médios entre 100 e 150 mm por ano e o bloco do Aravil a escoamentos entre 50 e 100 mm por ano.



**Figura 3.3 - Carta de isolinhas do escoamento anual médio**

Fonte: APA (2010)

### 3.4 ALTIMETRIA E DECLIVES

A altimetria da região foi analisada tendo em conta as curvas de nível à escala 1:10 000, distanciadas em 10 m. Com base nas curvas de nível, foram calculados os declives para a mesma zona.

O perímetro de rega da Idanha-a-Nova encontra-se localizado entre as cotas 134 e 242 m, havendo uma distribuição bastante homogénea da sua altimetria (**Figura 3.4**). A cota média do perímetro é de 199 m. Verifica-se um aumento gradual das cotas à medida que se vai avançando para a zona este do perímetro, estando o bloco do Aravil associado a cotas mais elevadas. A média dos blocos da Campina e Aravil são de 189 e 223 m, respetivamente.

Quanto ao declive do terreno, este é pouco acentuado, sendo o declive médio do perímetro de rega de 3,8 %. Neste sentido, verifica-se que toda a área em estudo apresenta declives inferiores a 15 %, pelo que o perímetro, do ponto de vista do declive, tem boa aptidão para rega. É ainda de salientar que cerca de dois terços da área têm declives inferiores a 5 %, o que permite a rega por aspersão, já atualmente aplicada nas pastagens e nas culturas forrageiras (**Figura 3.5**).

Os declives médios entre blocos de rega são relativamente homogéneos, sendo de 3,9 % no bloco da Campina e de 3,5 % no bloco do Aravil.

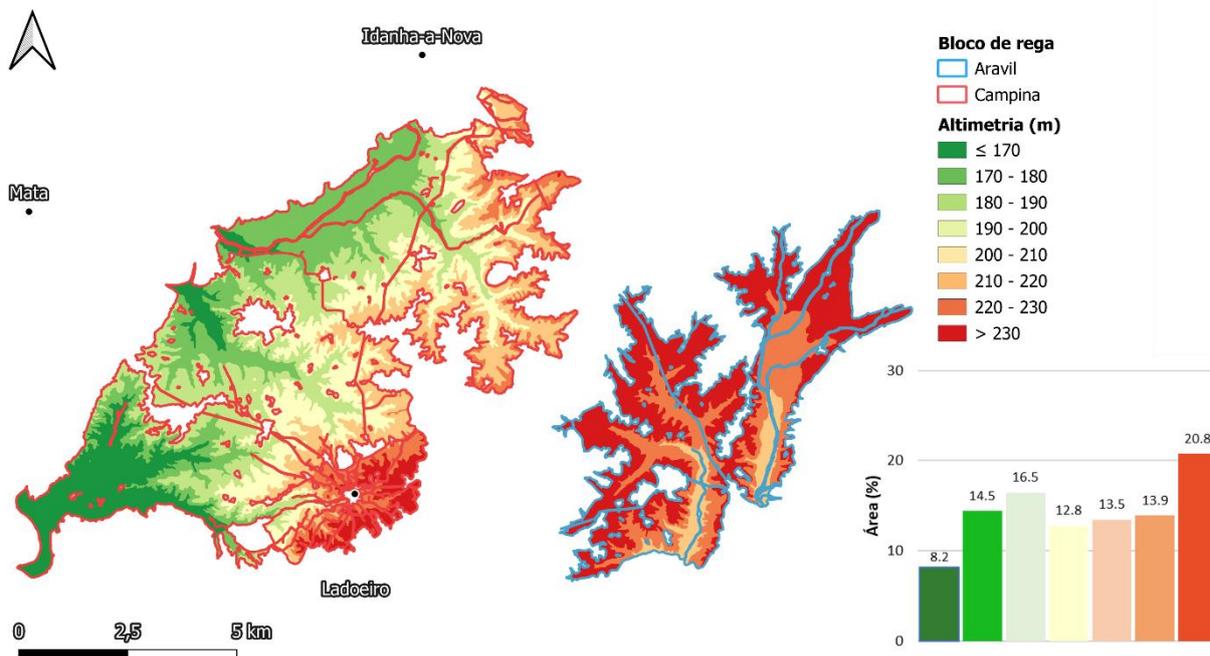


Figura 3.4 - Altimetria no perímetro de rega da Idanha-a-Nova

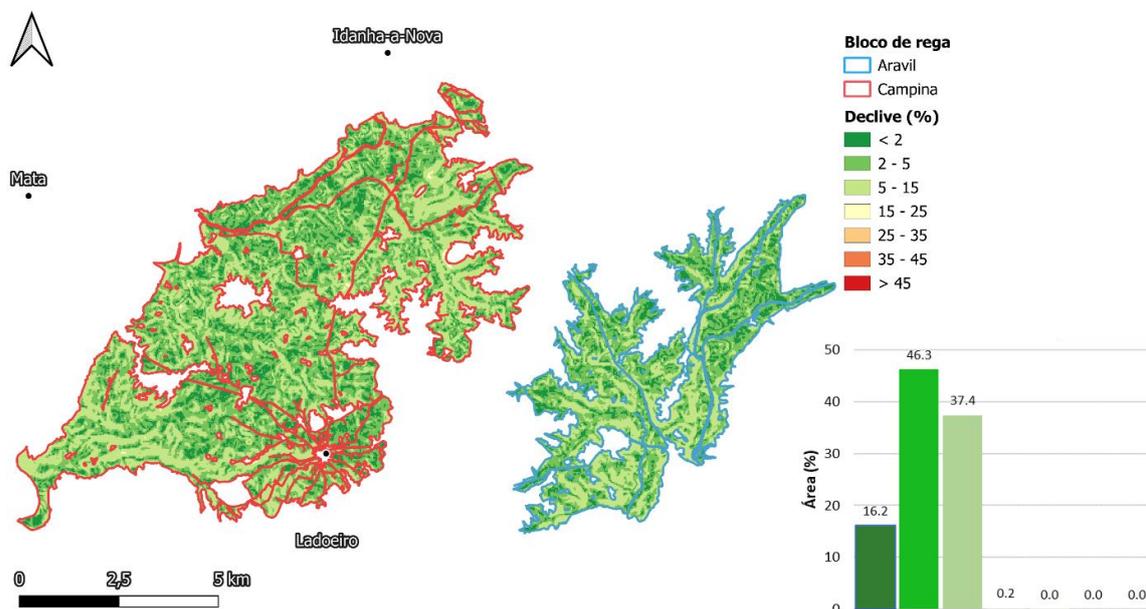
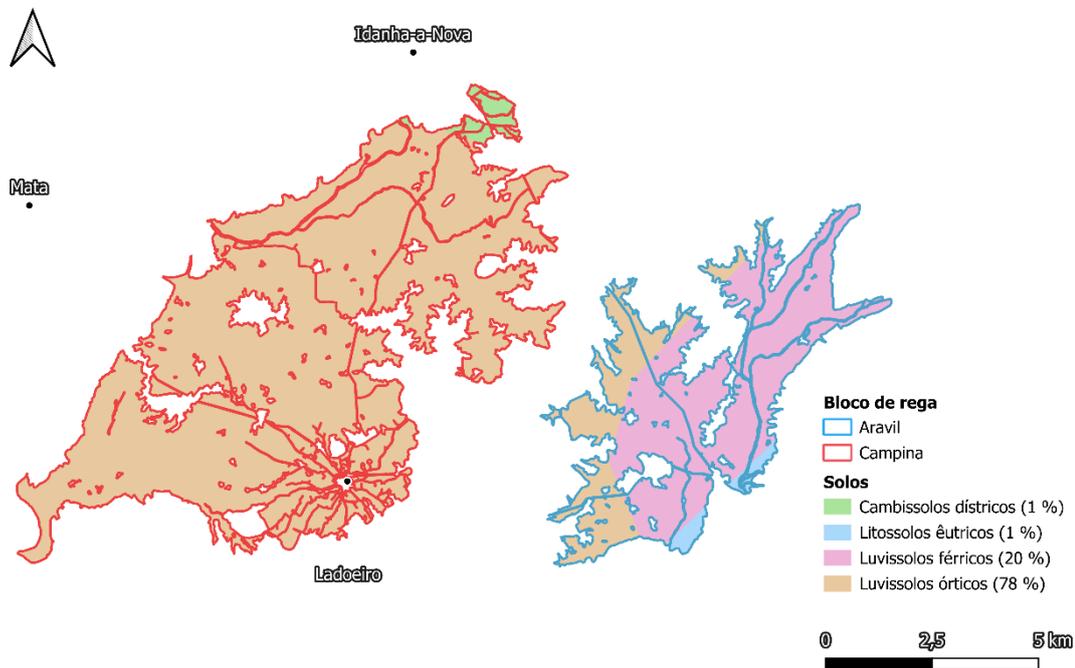


Figura 3.5 - Declives no perímetro de rega da Idanha-a-Nova

### 3.5 SOLOS

Os solos foram caracterizados através da carta de solos, disponibilizada pela APA (2020). Considerando o limite atual do perímetro, pode observar-se que praticamente toda a área corresponde a luvisolos (**Figura 3.6**). Estes são caracterizados por um maior teor de argila no horizonte subsuperficial do que no horizonte superficial, sendo que esta migração de argila leva

à formação de horizontes árgicos e a um elevado grau de saturação em bases a uma profundidade entre os 50 e 100 cm.



**Figura 3.6 - Distribuição dos tipos de solo presentes no perímetro de rega da Idanha**

No final dos anos 70 foi efetuado o levantamento das Classes de Aptidão ao Regadio, pelo Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário (SROA) e a classificação dos solos quanto à sua aptidão ao regadio dando origem à Carta de Aptidão ao Regadio do AHI, à escala 1:10 000.

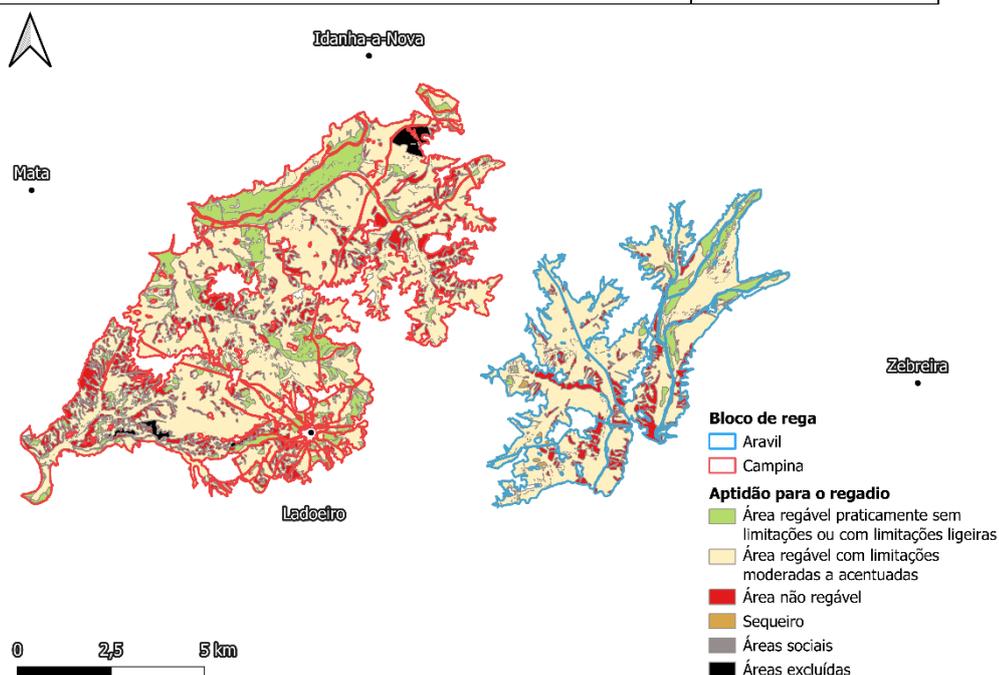
De acordo com o “Quadro Geral de Classificação dos Solos Quanto à sua Aptidão para o Regadio”, disponibilizado pela ARBI, o aproveitamento pode ser classificado em sete classes caracterizadas por uma combinação específica de fatores como a espessura efetiva, declive, capacidade de água utilizável, drenagem, pedregosidade, salinidade, trabalhos de adaptação ao regadio, entre outros:

- I: Regável, praticamente sem limitações;
- II: Regável, com limitações ligeiras;
- III: Regável, com limitações moderadas;
- IV: Regável, com limitações acentuadas;
- V: Não regável, devido a limitações severas, mas com algumas possibilidades técnicas e económicas de adaptação;
- VI: Não regável, devido a limitações muito severas, e com duvidosas possibilidades técnicas e económicas de adaptação;
- VI: Não regável e praticamente impossível de qualquer adaptação.

De forma que a informação fique mais facilmente legível, agrupou-se as classes I e II em “Área regável praticamente sem limitações ou com limitações ligeiras”, as classes III e IV em “Área regável com limitações moderadas a acentuadas” e as classes V, VI e VII em “Área não regável”. Neste documento ainda se encontram identificadas as zonas de sequeiro e as áreas sociais (Quadro 3.2 e Figura 3.7).

**Quadro 3.2 - Aptidão para o Regadio**

Classes	Grupo	Área (%)
I + II	Área regável praticamente sem limitações ou com limitações ligeiras	13,5
III + IV	Área regável com limitações moderadas a acentuadas	69,3
V + VI +VII	Área não regável	15,4
Sequeiro		0,8
Áreas sociais		0,1
Áreas excluídas		0,9



**Figura 3.7 - Aptidão para o regadio**

Neste contexto, verifica-se que praticamente mais de 80% da área atual do aproveitamento tem aptidão para rega. Contudo, é de referir que esta avaliação da aptidão não teve em conta a utilização de tecnologias mais recentes e modernas que permitem uma maior adaptação de terras ao regadio, pelo que se considera que a classificação apresentada não está devidamente atualizada.

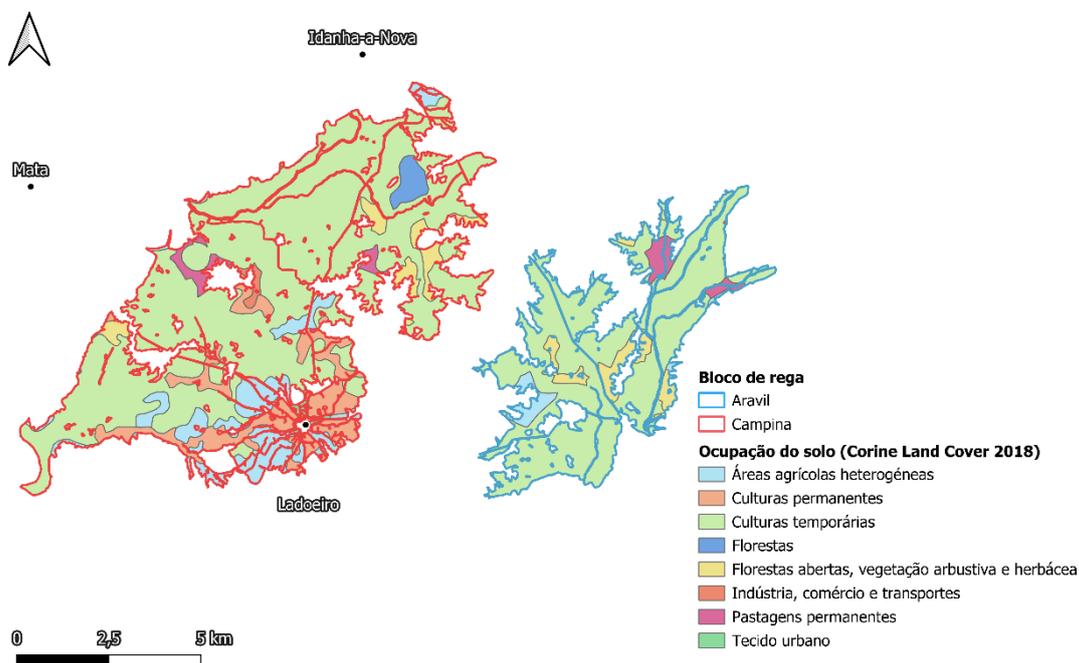
Na realidade, em termos de aptidão para o regadio, com base nas observações de campo e conversas com os agricultores da zona, verifica-se que o recurso à rega é recorrente no

aproveitamento existente, o que é comprovado pelo grande investimento na região em culturas permanentes nos últimos anos.

### 3.6 OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

A compreensão das estruturas e tipologias de ocupação territorial torna-se fundamental para perspetivar os usos atuais e futuros na área em estudo. Para análise da ocupação e uso do solo é recorrente usar-se o **inventário cartográfico do Corine Land Cover**, cuja edição mais recente corresponde ao ano 2018 (CLC 2018). Este inventário sintetiza, numa carta temática, a ocupação do solo à escala 1: 100 000 (com uma unidade mínima cartográfica de 25 ha), tendo sido baseado na interpretação visual de imagens de satélite e em informação auxiliar.

No momento da obtenção do CLC (2018), verifica-se que mais de três quartos da área em estudo corresponde a culturas temporárias (com cerca de 56% de culturas de regadio e 20% de sequeiro), havendo ainda algumas áreas agrícolas heterogéneas, culturas permanentes e florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea (**Figura 3.8**), o que não corresponde à ocupação atual mas mostra a magnitude da reconversão cultural ocorrida nos últimos anos.



**Figura 3.8 - Carta da Ocupação do Solo (CLC 2018) no perímetro de rega da Idanha-a-Nova**

Fonte: Copernicus Land Monitoring Service (2020)

Este cenário reflete a baixa adesão à rega dentro dos limites do AHI, contudo, e como referido no capítulo anterior, têm vindo a decorrer alterações consideráveis no que se refere à ocupação cultural deste aproveitamento hidroagrícola nos anos mais recentes.

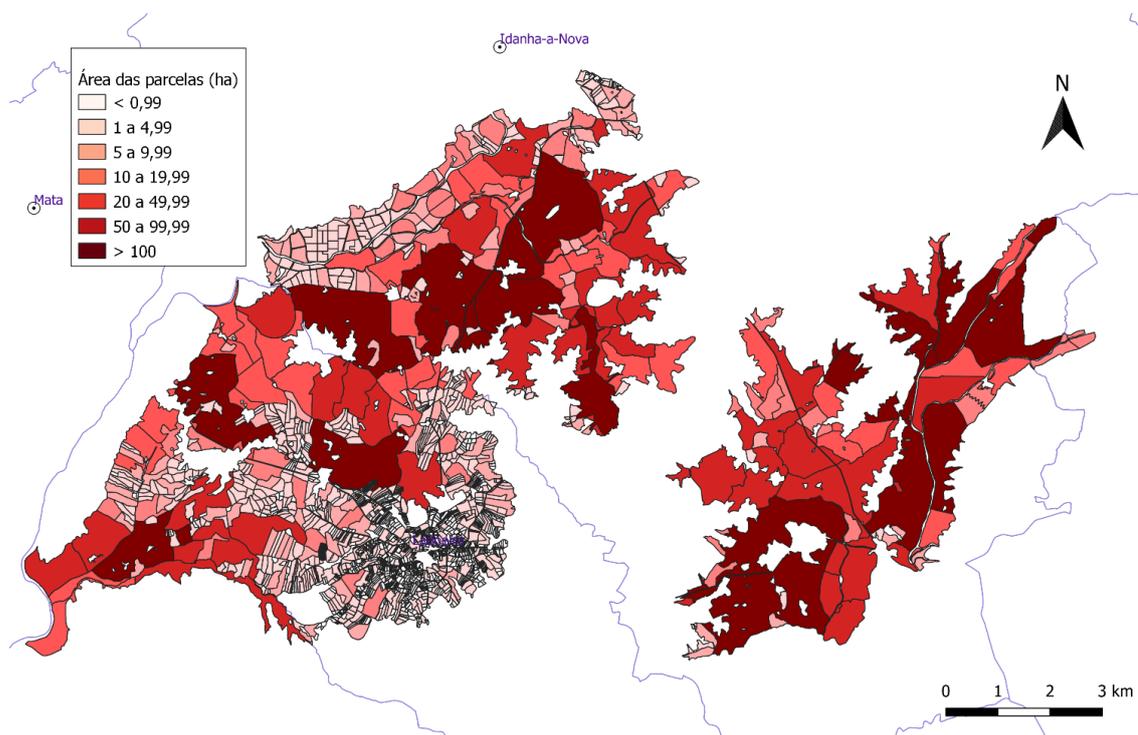
De acordo com os relatórios da ARBI de 2019 a 2021, predominavam as culturas arvenses de sequeiro, contudo, tem-se verificado uma conversão de culturas, registando-se um aumento significativo da área com culturas permanentes dentro e fora do perímetro. Neste contexto, desde 2018 têm vindo a ser introduzidas culturas permanentes de frutos secos como a noqueira (190 ha) e a amendoeira (96 ha). Em 2019 verificou-se um aumento da área de olival, nomeadamente de olival superintensivo (ARBI, 2019). Em 2020 verificou-se um novo aumento da área de amendoal, totalizando 607 ha (aumento de 632 %), colocando a amendoeira como a principal cultura regada no AHI (ARBI, 2020).

Com o grande impulso do amendoal, as culturas permanentes duplicaram a área regada. Considerando a área regada dentro do perímetro e a título precário, as culturas permanentes passaram de 20 % em 2019 para 40 % em 2020 (1 043 ha), aproximando-se bastante da área de forragens (ARBI, 2020). Em 2021, o grupo das frutícolas passou a ser o dominante (60 %), seguido das forragens que passaram a corresponder a cerca de um quarto da área regada (ARBI, 2021). As forragens têm sido alvo de uma redução gradual, mas ainda assim considerável, da sua representatividade na área regada com água do perímetro (ARBI, 2021). Com base nestas tendências, perspetiva-se que continue a haver um grande investimento nas culturas permanentes.

É ainda de referir que se tem verificado a introdução de novas culturas como a beterraba sacarina, perspetivando-se um aumento da área cultivada para uso forrageiro com pastoreio direto de bovino de engorda, e o pistacho, já existente na zona exterior ao perímetro (ARBI, 2020).

### **3.7 ESTRUTURA DA PROPRIEDADE**

A análise da estrutura da propriedade é aqui apresentada com base na análise elaborada pela COBA com base de trabalhos desenvolvido para a definição dos limites físicos do AHI. No âmbito desse trabalho foram identificadas 2 099 parcelas, sendo apresentada na **Figura 3.9** a delimitação do parcelário na área de estudo, assim como, a representação de repartição das parcelas por dimensão.



**Figura 3.9 – Limites parcelares na área beneficiada pelo perímetro de rega de Idanha-a-Nova e classificação da dimensão da propriedade**

Fonte: COBA (2022)

De acordo com o estudo da COBA, para análise da estrutura da propriedade as parcelas foram divididas em sete classes, de acordo com a sua dimensão que se apresentam no quadro seguinte.

**Quadro 3.3 – Repartição das parcelas por dimensão**

Classes de área (ha)	Nº de prédios		Área (ha)	% da área total
	Quantidade	% do nº total		
] 0 ; 0,99 ]	1404	66,9%	417,4	5,0%
] 1 ; 4,99 ]	487	23,2%	1119,4	13,4%
] 5 ; 9,99 ]	82	3,9%	565,2	6,7%
] 10 ; 19,99 ]	46	2,2%	640,4	7,6%
] 20 ; 49,99 ]	36	1,7%	1188,0	14,2%
] 50 ; 99,99 ]	30	1,4%	2009,3	24,0%
> 100	14	0,7%	2443,8	29,2%
<b>Total</b>	<b>2099</b>	<b>100,0%</b>	<b>8384,5</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: COBA (2022)

De acordo com esse estudo “verifica-se que o minifúndio se concentra em torno da povoação do Ladoeiro (áreas até 10 ha) e na zona oeste do bloco de Campina Norte como indicam os 94% do número de parcelas analisadas que representam apenas 25,1% da área total. A média propriedade de entre 10 a 50 ha, com cerca de 4%, representa 21,8% da área total. A grande

propriedade (acima dos 50 ha), localizada predominantemente no bloco de Aravil e Campina Norte, representa cerca de 2% das parcelas identificadas, os quais, apesar da pouca expressão face ao número total de parcelas, representam cerca de 53,1% da área total”.

### 3.8 CONDICIONANTES AMBIENTAIS

Derivado da crescente consciencialização das questões ambientais e de ordenamento, estas duas temáticas são cada vez mais objeto de interesse e atenção por parte dos seus promotores, da opinião pública e dos centros decisores e legisladores. Nas últimas décadas foram delimitadas e classificadas áreas geográficas sob proteção de determinados habitats. Estas áreas estão sujeitas a um quadro jurídico que, entre outros aspetos, define condicionantes, proibições e usos compatíveis.

Além dos instrumentos de conservação de âmbito nacional (áreas protegidas nacionais) existem outros estatutos de proteção de âmbito internacional que procuram salvaguardar habitats, abrangendo também zonas portuguesas, mesmo quando estas já estejam sujeitas a regimes nacionais de salvaguarda.

Na União Europeia foi instituída uma rede comunitária de áreas protegidas, denominada Rede Natura 2000, que representa os habitats considerados prioritários em termos de conservação, sobretudo por albergarem plantas e animais característicos da biodiversidade europeia.

Existem, também, as seguintes classificações internacionais:

- Património Mundial Natural e Reservas da Biosfera, atribuídas pela UNESCO;
- Reserva Biogenética, atribuída pelo Conselho da Europa;
- Zonas Húmidas, atribuída pela Convenção de Ramsar;
- IBA, *Important Bird Areas*, atribuída pela *BirdLife International*.

A Rede Natura 2000, o Património Mundial, a Reserva da Biosfera e a Reserva Biogenética apresentam estatutos que implicam uma efetiva proteção jurídica, enquanto as Zonas Húmidas (Ramsar) e o IBA são meramente indicadores da sua importância ecológica.

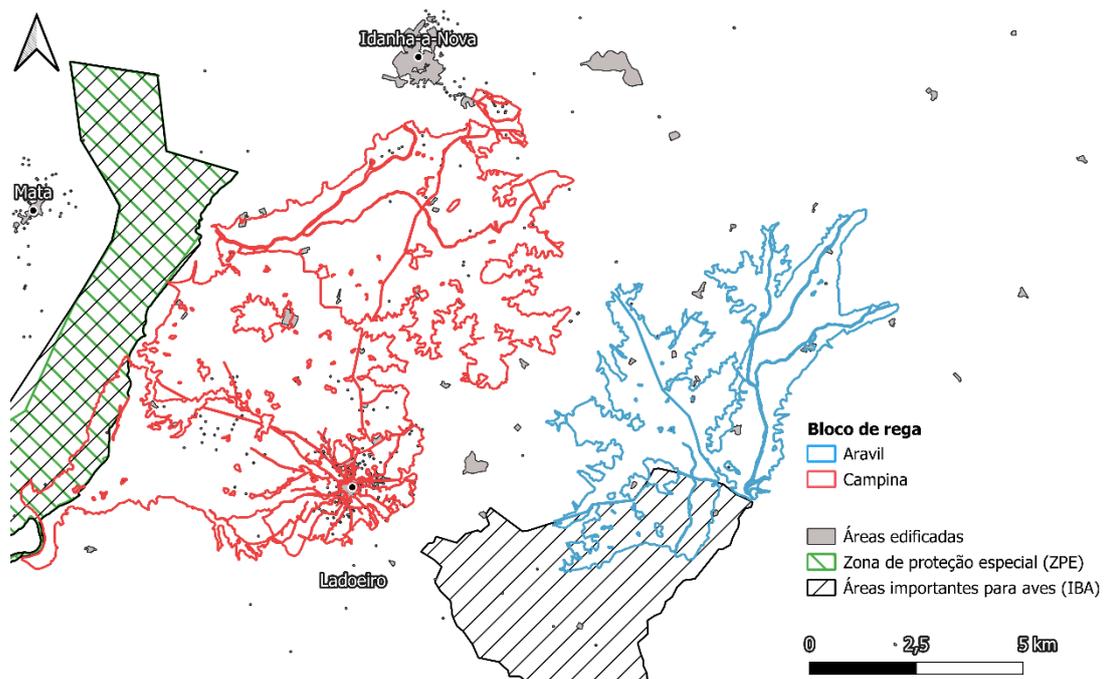
Na área em estudo, verifica-se que existe alguma sobreposição com áreas urbanas, nomeadamente na localidade do Ladoeiro. Adicionalmente, o perímetro também intersesta a ZPE Tejo Internacional, Erges e Pônsul (PTZPE0042) e a IBA Tejo Internacional (PT013) (**Figura 3.9**).

Neste contexto, a parte mais a norte do bloco do Aravil intersesta uma área importante para aves, nomeadamente no que se refere à sua nidificação e alimentação, e parte sul do bloco da

Campina corresponde a uma zona protegida. A ZPE Tejo Internacional, Erges e Pônsul engloba as margens do rio Pônsul, sendo que as áreas de uso agropecuário extensivo “possibilitam a existência de populações importantes de aves ameaçadas, tipicamente rupícolas e associadas ao bosque mediterrâneo”.

Tanto a ZPE, como a IBA têm como objetivo garantir a conservação das espécies de aves, e seus habitats. O facto de o aproveitamento já existir e encontrar-se em funcionamento aquando da implementação destes estatutos, indicia que o aproveitamento hidroagrícola e a rede de rega existente não condicionaram a diversidade de espécies existentes na região, podendo mesmo contribuir beneficentemente para a mesma. Nesta modernização também se tomarão as devidas medidas de forma a minimizar potenciais impactos das obras.

Por outro lado, as zonas urbanas identificadas dentro do perímetro de rega deverão ser excluídas, tendo em conta a zona definida no Plano Diretor Municipal (PDM), por uma questão de idoneidade, de forma a garantir a sua potencial expansão.



**Figura 3.10 - Localização de potenciais condicionantes ambientais na região do perímetro de rega da Idanha-a-Nova**

## 4 ÁREAS REGADAS E OCUPAÇÃO CULTURAL ATUAL

### 4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Desde o início da exploração, os limites do regadio nunca foram revistos. Ademais, a baixa taxa de adesão permitiu que os regantes com área nas zonas exteriores do perímetro de rega passassem a usar a água do aproveitamento a título precário. Para além disso, e tal como já referido anteriormente, as cartas com os limites do perímetro de rega revelaram desconformidades entre as várias fontes de informação existentes. Neste sentido, foi necessário analisar e rever os limites do perímetro na situação atual. Posteriormente foi avaliada a possibilidade de uma ampliação da área beneficiada.

Assim, a COBA realizou uma análise de diferentes fontes de informação, como as antigas cartas cadastrais da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola (JAOHA), à escala 1:2 500, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado pela ARBI e a Carta de Aptidão ao Regadio do AHI, à escala 1:10 000, do Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário (SROA), de forma a definir os limites do aproveitamento de Idanha-a-Nova. Apesar das desconformidades entre as várias fontes, conclui-se que, as cartas cadastrais (da JAOHA) correspondiam à fonte mais válida e próxima do cadastro original do AHI, já que sendo um perímetro de rega por gravidade, os limites do regadio são determinados pela cota da boca de rega (COBA,2022).

Usando esta fonte como referência, realizaram uma comparação com o cadastro utilizada pela ARBI para efeitos de faturação (formato shapefile), de forma a identificar erros e desconformidades neste último e atualizar o cadastro e consequentemente os cadastros do aproveitamento. Entre as desconformidades sinalizadas, é de destacar que, nos registos da ARBI, alguns terrenos se encontravam classificados como “sequeiros”, apesar de serem regados. Estas áreas foram englobadas no limite atualizado do aproveitamento (COBA,2022).

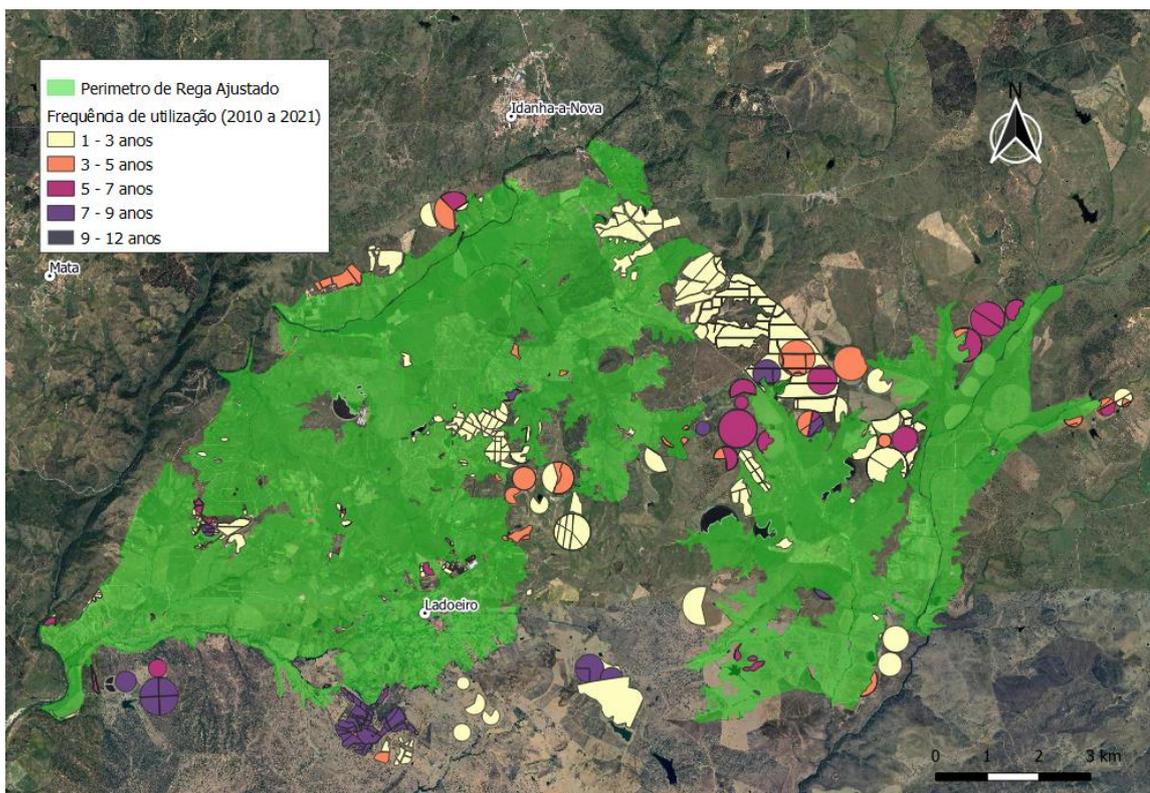
Após as correções efetuadas, obteve-se uma área total de 8 384,5 ha. Comparando com o Cadastro da ARBI (8 237,0 ha), a diferença entre o cadastro inicial e o cadastro atualizado ronda os 147,5 ha (COBA, 2022).

Após a obtenção do limite corrigido do aproveitamento de Idanha-a-Nova, foi possível analisar a ocupação cultural, bem como as áreas regadas dentro e fora do perímetro. A revisão dos limites e consequente ampliação da área beneficiada está relacionada com os resultados da simulação da exploração da albufeira que determina a área máxima que pode ser beneficiada com nível de garantia adequado.

## 4.2 ÁREA REGADA DENTRO E FORA DO PERÍMETRO

De acordo com a DGADR, entre 1986 e 2009, a taxa de adesão variou entre 29 % e 70 %, sendo em média de 42 %. De referir, porém, que neste período, em apenas 4 anos, durante os anos 90 a taxa de adesão foi superior a 50%, tendo chegado a 70% na campanha de 1994. Este aumento da taxa de adesão deu-se no período de grande ocupação pela cultura do tabaco. Derivado da fraca adesão ao regadio no interior do perímetro, houve espaço para a utilização dos recursos em zonas vizinhas do perímetro. A área total regada a título precário entre 2010 e 2021 sem sobreposição foi de aproximadamente 1 723 ha (COBA,2022).

Na **Figura 4.1** encontra-se a distribuição das áreas regadas a título precário, de acordo com a frequência de utilização no período de 2010 a 2021. Neste contexto, no período em estudo, as áreas regadas com mais frequência situam-se junto à parte sul do bloco da Campina e próximo da zona noroeste do bloco de Aravil. As áreas poucas vezes regadas (de um a três anos nos últimos dez anos) correspondem a pomares de amendoal instalados recentemente, nomeadamente a partir do ano de 2018 (COBA,2022).



**Figura 4.1 - Localização e frequência das áreas regadas a título precário entre as campanhas de rega de 2010 e 2021**

Fonte: COBA (2022)

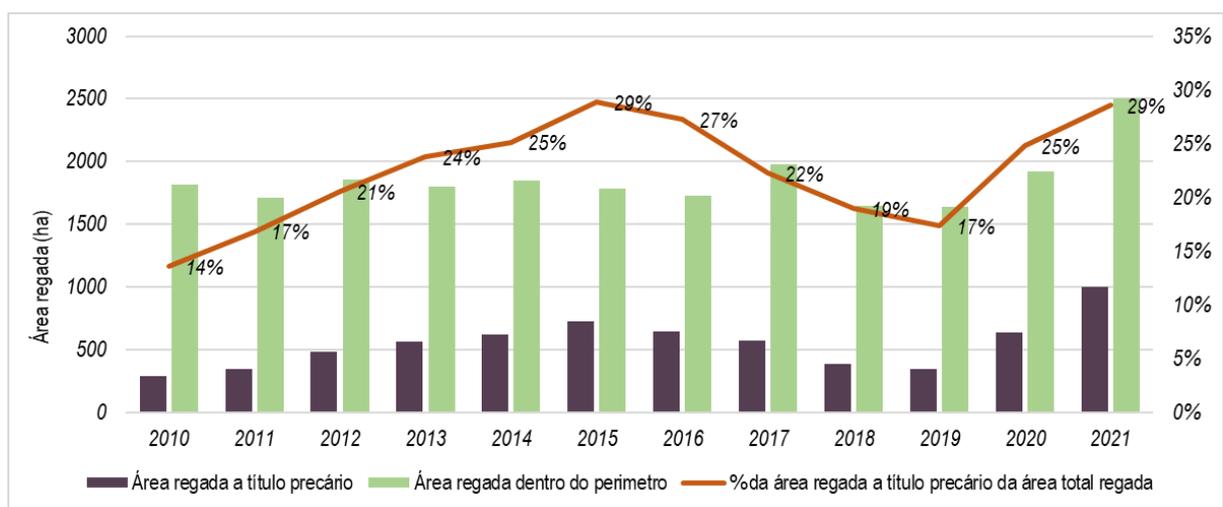
No **Quadro 4.1** e **Figura 4.2** podem comparar-se as áreas regadas dentro do perímetro e as áreas regadas por precários. Destaca-se nos últimos anos o aumento da área regada quer dentro do

perímetro, quer por precários. Este aumento resulta do investimento em amendoal tanto fora, como dentro do aproveitamento (COBA,2022).

**Quadro 4.1 – Áreas regadas a título precário e dentro do AHI (2010-2021)**

	Áreas regadas (ha)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Área regada a título precário	284,5	346,5	480,1	560,8	621,1	724,9	646,2	566,9	384,6	344,0	633,0	1000,8
Área regada dentro do perímetro	1815,2	1711,2	1855,3	1800,8	1848,9	1786,2	1724,3	1978,4	1645,9	1636,9	1917,3	2499,8
% da área regada a título precário da área total regada	14%	17%	21%	24%	25%	29%	27%	22%	19%	17%	25%	29%

Fonte: COBA (2022)



**Figura 4.2 - Evolução das áreas regadas dentro do perímetro e a título precário no perímetro de Idanha-a-Nova**

Fonte: COBA (2022)

### 4.3 PRINCIPAIS CULTURAS REGADAS

Tal como referido anteriormente, nos últimos anos, dentro do perímetro de rega, tem-se verificado uma mudança profunda no cenário cultural com redução muito considerável da área regada ocupada por prado e milho silagem. Desde 2019 que as áreas ocupadas por forrageiras têm vindo a diminuir de forma muito acentuada: tendo passado de 72 % da área regada, em 2019, para 36 %, em 2021 (**Quadro 4.2**). Este quadro apenas indica as áreas regadas dentro do perímetro sendo os valores apresentados por agrupamento cultural. Até então, as forrageiras foram o principal grupo de culturas no aproveitamento de Idanha-a-Nova. Contudo, em 2021, o amendoal passou a ser a cultura predominante. Deste modo, tem-se verificado um aumento crescente do peso das culturas permanentes (amendoal, olival e nogueiras) (COBA, 2022).

Nas áreas regadas a título precário observa-se uma tendência semelhante ao verificado dentro do perímetro. Desde 2018 que se tem vindo a registar uma diminuição acentuada das áreas ocupadas pelas forrageiras na zona exterior do perímetro, tendo passado de 81 % da área

regada, em 2018, para 21 % em 2021. A partir de 2020 o amendoal passou a ser a cultura predominante, representando 69 % da área regada a título precário, em 2021 (Quadro 4.3) (COBA,2022). A distribuição das culturas pelos vários blocos é relativamente uniforme no que diz respeito às culturas mais representativas tal como se mostra na Figura 4.3.

**Quadro 4.2 - Peso (% da área total regada) dos principais tipos de culturas dentro do perímetro entre 2010 e 2021**

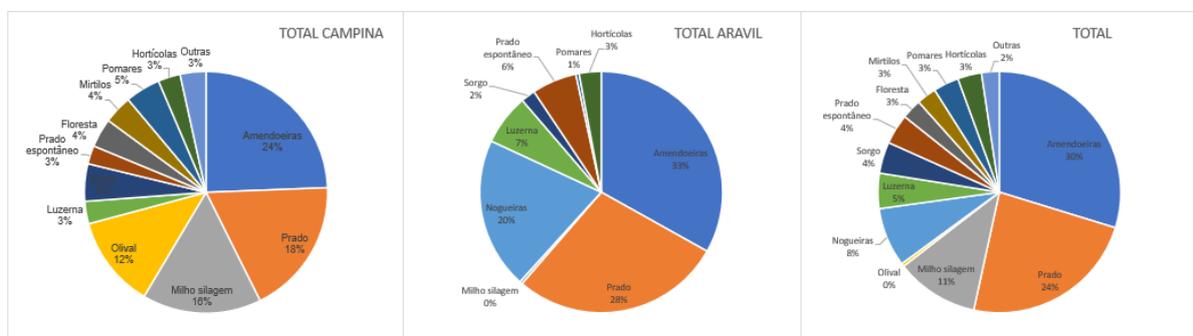
Ano	Hortícolas	Forrageiras	Outras Anuais	Culturas Industriais	Outono Inverno	Pomar/ Frutícolas	Olival	Amendoal	Nogal	Vinha	Eucaliptal
2010	6.9%	84.1%	0.1%	6.0%	0.0%	2.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%
2011	11.6%	85.6%	0.1%	0.0%	0.0%	2.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%
2012	5.8%	91.5%	0.1%	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
2013	6.8%	89.8%	0.1%	0.3%	0.0%	2.5%	0.2%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%
2014	5.8%	87.2%	0.2%	0.5%	0.0%	5.5%	0.4%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%
2015	14.3%	76.9%	0.1%	0.8%	0.0%	6.7%	0.7%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%
2016	4.5%	83.6%	0.4%	0.0%	1.6%	8.6%	0.6%	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%
2017	7.9%	77.5%	0.7%	0.0%	5.7%	6.9%	0.7%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%
2018	3.2%	80.4%	0.8%	0.0%	1.4%	7.8%	0.9%	0.0%	5.0%	0.6%	0.0%
2019	3.8%	72.5%	0.6%	0.0%	0.0%	9.1%	1.5%	0.3%	11.4%	0.7%	0.0%
2020	4.2%	53.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.1%	10.7%	20.1%	10.6%	0.6%	0.0%
2021	2.7%	36.5%	0.8%	0.0%	0.0%	5.4%	7.5%	39.3%	7.5%	0.3%	0.0%

Fonte: COBA (2022)

**Quadro 4.3 - Peso (% da área total regada) dos principais tipos de culturas regadas a título precário entre 2010 e 2021**

Ano	Área dos grupos de cultura regadas a título precário entre as campanhas de rega de 2010 e 2021									
	Hortícolas	Forrageiras	Outras Anuais	Outono/Inverno	Pomar/Frutícolas	Olival	Amendoal	Nogal	Vinha	Eucaliptal
2010	0,5%	99,4%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2011	2,5%	97,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2012	0,3%	99,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2013	1,0%	86,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	12,8%
2014	0,8%	87,2%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	11,4%
2015	1,0%	82,3%	0,0%	0,0%	5,9%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	9,6%
2016	19,6%	62,5%	0,0%	0,0%	6,9%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	9,7%
2017	10,9%	65,9%	0,0%	2,0%	7,8%	0,1%	0,0%	0,0%	1,5%	11,8%
2018	0,3%	80,6%	0,0%	0,0%	0,4%	0,2%	0,0%	0,0%	2,2%	16,2%
2019	0,1%	52,3%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	26,3%	0,1%	2,7%	18,2%
2020	0,1%	34,7%	0,0%	0,5%	0,3%	1,5%	52,3%	0,0%	1,3%	9,4%
2021	0,3%	21,4%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	69,4%	0,0%	0,0%	7,7%

Fonte: COBA (2022)

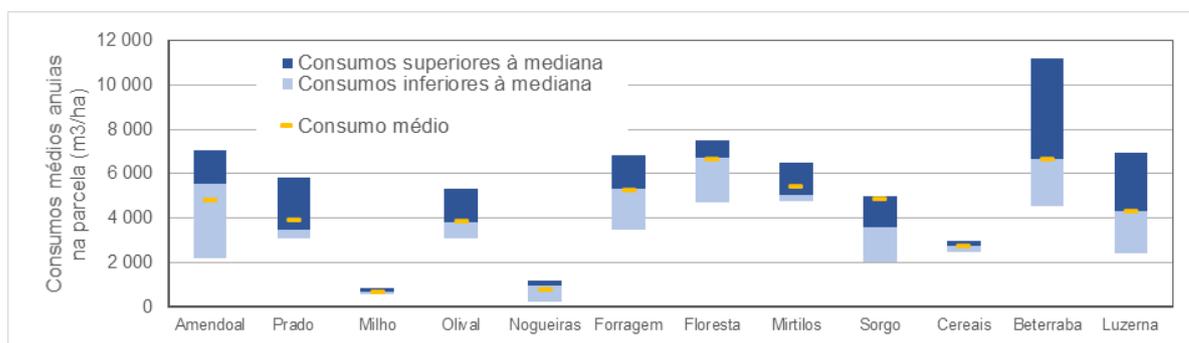


**Figura 4.3 – Distribuição das principais culturas regadas por bloco de rega no ano de 2020**

Fonte: COBA (2022)

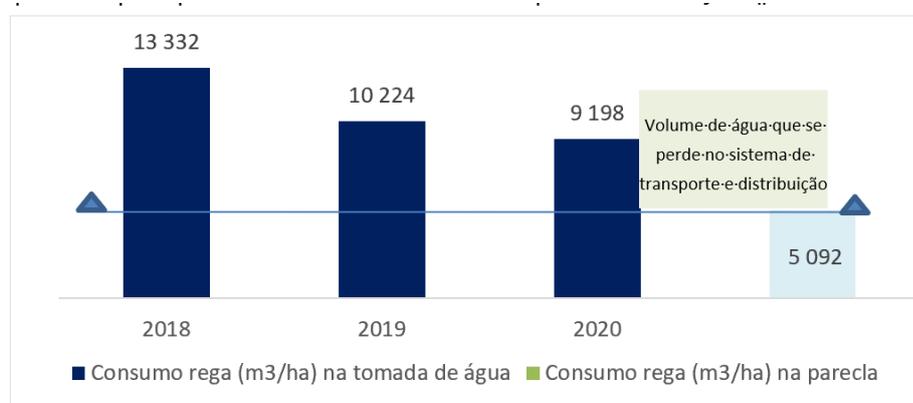
#### 4.4 VOLUMES FORNECIDOS PARA REGA

De acordo com os dados facultados pelos agricultores à ARBI, o consumo médio anual ao nível da parcela no AHI é da ordem dos 5 092 m<sup>3</sup>/ha, obtida ponderando os consumos médios de cada pela área ocupada (COBA,2022). No gráfico seguinte são apresentados os consumos médios anuais por cultura. A **Figura 4.5** mostra a relação entre o volume de água fornecido e o consumo na parcela, o que nos dá a indicação das perdas no sistema verificando-se o esforço da associação de regantes na redução das perdas de água nos últimos anos.



**Figura 4.4 – Consumos médios anuais por parcela**

Fonte: COBA (2022)



**Figura 4.5 – Volumes de água derivados na tomada de água para rega e volume médio de água usado para rega na parcela**

Fonte: COBA (2022)

## 5 MODELO DE OCUPAÇÃO CULTURAL E NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA

### 5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O estudo das necessidades hídricas das culturas é realizado segundo duas vertentes:

- Determinação das necessidades hídricas mensais e anuais, correspondentes a toda a época de rega. O seu conhecimento possibilitará a determinação dos volumes mensais e anuais fundamentais para a definição da área máxima a regar a partir da albufeira existente;
- Determinação das necessidades hídricas de ponta, relativas ao período de ponta que, provavelmente, se deverá verificar durante o mês de julho. O seu conhecimento tem um interesse fundamental, pois encontra-se na base da definição dos caudais de projeto, e em última análise, do dimensionamento das infraestruturas de rega e de distribuição de água.

O cálculo das necessidades de rega das culturas foi efetuado pela COBA tendo sido utilizado o modelo ISAREG (Teixeira, 1994), que simula o balanço hídrico do solo de acordo com a metodologia proposta por Allen et al. (1998), definindo-se parâmetros agronómicos, pedológicos e climáticos. Analisaram-se as necessidades hídricas teóricas atuais para rega, calculadas com a série de 30 anos (1986 a 2015). Os dados agronómicos, pedológicos e meteorológicos usados são apresentados nos subcapítulos seguintes.

### 5.2 MODELO DE OCUPAÇÃO CULTURAL E TECNOLOGIA DE REGA

A definição do modelo cultural a adotar deverá ter em consideração a ocupação cultural vigente, aspetos técnicos relacionados com a disponibilidade de água e a existência de mercado para comercializar os produtos. As necessidades de água para rega dependem fortemente do tipo de culturas preconizadas para o modelo definido.

A análise do modelo de ocupação cultural aqui apresentada foi efetuada em COBA (2022), pelo que apenas são resumidos os aspetos mais relevantes.

Tal como referido anteriormente, desde 2019 que o cenário cultural de Idanha-a-Nova tem vindo a alterar-se de forma acentuada. Enquanto que o grupo das forrageiras tem vindo a diminuir abruptamente a área de culturas permanentes, com o amendoal em destaque, aumentou substancialmente. Neste contexto, o amendoal passou de uma cultura sem expressão para a mais representativa em três anos, o que mostra que a ocupação cultural pode ser totalmente alterada num prazo muito curto, tendo em conta as alterações dos mercados.

Perspetiva-se que o crescimento da área de amendoal se mantenha a curto e médio prazo, sendo que, de acordo com a ARBI, pelo menos até 2023, a área de amendoal regado irá aumentar mais 550 ha.

Assim, tanto as forrageiras como as culturas permanentes, foram incluídas no modelo cultural. Resultante dos elevados investimentos realizados nos últimos anos, deu-se um maior peso à amendoeira, perspetivando-se que a área atualmente ocupada pelas forrageiras estabilize entre os 800 e os 900 ha. Também se considerou outras culturas permanentes já existentes no perímetro.

Face à incerteza e às alterações climáticas, é vantajoso adotar culturas com uma menor exigência a nível das necessidades de água para rega, como o olival. As baixas necessidades hídricas e os bons resultados económicos associados ao olival na região, levou a que este fosse englobado no modelo cultural deste perímetro.

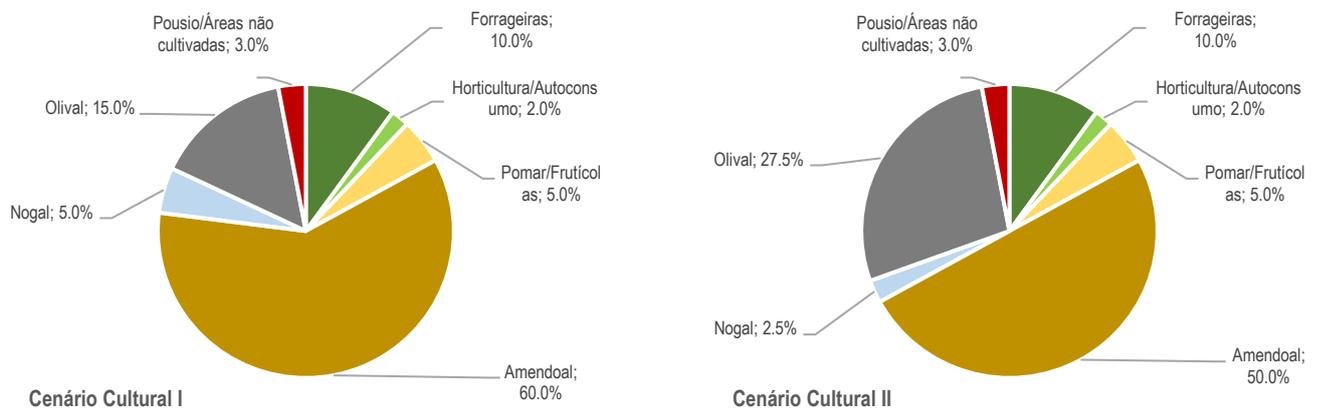
A área de horticultura, localizada principalmente no minifúndio junto à povoação do Ladoeiro, representa 2 % da área beneficiada. Expecta-se uma recuperação deste grupo com a modernização do AHI.

Derivado do elevado grau de incerteza associado à evolução do modelo de ocupação cultural, nomeadamente no que se refere à tendência de crescimento das culturas permanentes, foram estabelecidos dois cenários, que se encontram ilustrados na **Figura 5.1**.

No cenário cultural I verifica-se o predomínio do amendoal (60 % da área regada). Este cenário resulta do crescimento considerável nos últimos anos, contudo é insustentável numa situação de plena adesão ao regadio.

No cenário II, mantém-se a premissa de crescimento da área de amendoal, mas admite-se também um crescimento considerável da área de olival, que representa um risco menor em anos com situações de seca severa ou extrema, quando comparado com o amendoal.

Assim sendo, no cenário I, o amendoal tem um peso de 60 % e o olival de 15 %, enquanto que, no cenário II, considera-se um investimento mais cauteloso, expectando-se um aposta também considerável no olival (27,5 %), sendo o peso do amendoal de 50 %. Também o peso do nogal diminui ligeiramente do cenário I para o cenário II, passando de 5 % para 2,5 %.



**Figura 5.1 - Cenários culturais considerados para o perímetro de Idanha-a-Nova**

Fonte: COBA (2022)

Considerando um cenário de plena adesão com a expansão do amendoal com um máximo de 50 % da área beneficiada, o cenário cultural II é o mais sustentável do ponto de vista técnico e ambiental, pelo que deverá ser tomado como referência no projeto de modernização (COBA,2022).

Quanto à tecnologia de rega, tendo em conta as culturas, as características pedológicas e topográficas, preconiza-se maioritariamente a utilização da rega gota-a-gota e acessoriamente a rega por aspersão (prados permanentes). Assim, nas parcelas com culturas permanentes serão privilegiados os sistemas de rega localizados, enquanto que para as pastagens e culturas arvenses, a rega por aspersão será mais adequada (COBA,2022).

### 5.3 CICLOS E COEFICIENTES CULTURAIS

Com vista ao cálculo das necessidades de rega considera-se que o ciclo cultural das várias culturas anuais se subdivide em quatro períodos ou fases principais segundo a metodologia da FAO:

- **Fase inicial**, que começa na sementeira ou plantação e se estende até que a cultura atinge cerca de 10 % de cobertura do solo. Neste período, a área foliar das culturas é pequena, o que implica que a evapotranspiração seja predominantemente constituída pela evaporação do solo. Para as culturas perenes a data de plantação é substituída pela data de fim do período de dormência, rebentação de novas folhas ou, como no caso de exceção da amendoeira, do início da floração (nesta cultura a floração precede a rebentação foliar).
- **Fase de crescimento rápido**, que decorre aproximadamente entre os 10 % e a máxima cobertura do solo. Para as culturas em linha, cujas folhas se "misturam" (feijão,

beterraba, batata, milho), a máxima cobertura do solo é identificada quando em linhas adjacentes as folhas se começam a tocar causando o ensombramento quase completo do solo. Por outro lado, se as folhas das culturas em linha não tenderem a tocar-se, a máxima cobertura do solo ocorre quando a cultura atinge aproximadamente a altura máxima.

- **Fase intermédia**, que se inicia com o estabelecimento da máxima cobertura do solo e termina com o início do período final ou de senescência, geralmente identificado com o envelhecimento da cultura, o que é caracterizado pelo amarelecimento e queda das folhas e/ou maturação dos frutos. O período intermédio é aquele que tem maior duração no caso das culturas perenes e algumas anuais, mas pode ter uma duração relativamente pequena se a cultura for colhida verde, como é o caso de muitas hortícolas de pequeno porte.
- **Fase final**, que decorre desde o início da senescência até à senescência completa ou início de dormência em algumas culturas perenes ou à colheita, nas culturas anuais ou plurianuais.

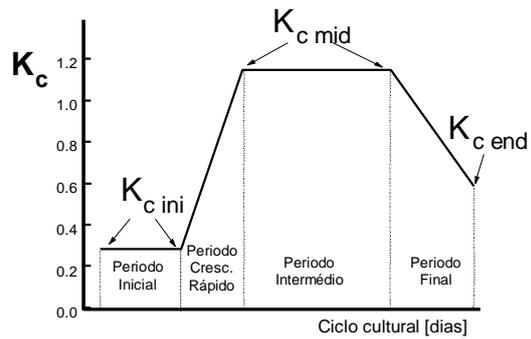
As fases dos ciclos vegetativos foram definidas em função das condições agroclimáticas específicas da região em estudo.

As necessidades hídricas úteis ou teóricas podem definir-se, em primeira aproximação, como sendo as perdas devidas à evapotranspiração cultural, ETc, que difere da evapotranspiração de referência (ETo) na medida em que cada cultura apresenta diferentes características em termos de cobertura de solo, resistência aerodinâmica e características biofísicas específicas.

No atual estado dos conhecimentos e na ausência de medições ou estudos feitos em condições próximas das reais, a ETc, isto é, a evapotranspiração máxima inerente ao crescimento vegetativo ótimo, sem qualquer restrição no que se refere aos demais fatores de produção, é calculada a partir do método dos coeficientes culturais, utilizando a metodologia proposta pela FAO, em Allen *et al.* (1998), que expressa a ETc através do produto entre um coeficiente cultural adimensional (Kc) e a evapotranspiração de referência:

$$ETc = Kc \times ETo$$

Os valores de  $K_c$  são característicos de cada cultura, variam com as fases e duração do ciclo vegetativo e, genericamente, são afetados pelas condições climáticas locais. A FAO associa três valores de coeficientes culturais médios,  $K_{c\ ini}$ ,  $K_{c\ mid}$  e  $K_{c\ end}$ , aos quatro períodos do ciclo cultural, já referidos anteriormente, estabelecendo-se assim uma curva característica dos coeficientes culturais. Na **Figura 5.2** apresenta-se a curva característica dos coeficientes culturais médios de culturas anuais.



**Figura 5.2 - Curva característica dos coeficientes culturais médios**

Sempre que disponíveis, é aconselhada a utilização de valores de  $K_c$  obtidos experimentalmente através de estudos realizados em campo. Na ausência destes a FAO disponibiliza valores médios tabelados considerando condições de referência padronizadas e para condições climáticas semelhantes à da região em estudo. Nos **Quadros 5.1** e **5.2** apresentam-se os parâmetros culturais e coeficientes culturais considerados neste estudo.

**Quadro 5.1 - Parâmetros culturais das principais culturas**

Fase	Parâmetro	Milho silagem	Prado	Tomate	Pessegueiro	Amendoal	Nogal	Olival
Fase inicial (Sementeira/ Início do ciclo)	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 data inicial	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 data inicial	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 data inicial	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 data inicial	-	-	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 data inicial	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 citado por COBA (2022)

**Quadro 5.2 - Coeficientes culturais médios (Kc) para culturas não sujeitas a stress hídrico**

Coeficientes culturais										
<b>Milho Silagem</b>	Dias após a sementeira (*)	0	30	30	80	90				
	Valor do Kc	0,4	0,6	0,95	0,95	0,5				
<b>Prado</b>	Dias após a sementeira	0	195							
	Valor do Kc	1,0	1,0							
<b>Tomate</b>	Dias após a sementeira	0	34	74	124	154				
	Valor do Kc	0,6	0,6	1,1	1,1	0,8				
<b>Pessegueiro</b>	Dias após a data inicial	0	40	61	99	155	225			
	Valor do Kc	0,4	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75			
<b>Amendoal</b>	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
<b>Nogal</b>	Dias após a data inicial	0	20	30	160	190				
	Valor do Kc	0,5	0,5	1,1	1,1	0,65				
<b>Olival</b>	Dias após a data inicial	0	45	61	122	184	211			
	Valor do Kc	0,4	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65			

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., 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) citado por COBA (2022)

## 5.4 BALANÇO HÍDRICO

As necessidades úteis de rega determinam-se a partir de um balanço de água no solo, entrando em conta, por um lado, com a evapotranspiração cultural e, por outro lado, com a precipitação efetiva.

O balanço, na sua formulação mais geral, é dado pela expressão:

$$I_n = E_{Tc} + LR + W_e - (W_b + P_e + G_e)$$

em que:

- $I_n$  - necessidades úteis de água (mm);
- $E_{Tc}$  - evapotranspiração cultural (mm);
- $LR$  - fração de lixiviação (mm);
- $W_b$  - armazenamento inicial de água no solo (mm);
- $W_e$  - armazenamento final de água no solo (mm);
- $P_e$  - precipitação efetiva (mm);

- $G_e$  - ascensão capilar a partir das águas subterrâneas (mm).

Compreende-se então que, para a realização do balanço hídrico se tenha em conta a influência de dados meteorológicos, pedológicos e culturais.

Ao **nível meteorológico**, importa considerar a precipitação efetiva e a evapotranspiração de referência. Para o cálculo da  $ET_0$ , foram consideradas a série da precipitação mensal obtida para a bacia hidrográfica com base nos postos de Idanha (50 %), Penha Garcia (25 %) e Penamacor (25 %) e a  $ET_0$  calculada pela metodologia proposta por Allen *et al.* (1998) com os dados meteorológicos do Posto Meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco do período de 1986 e 2015 (30 anos) (COBA,2022).

Ao **nível pedológico**, considerou-se uma profundidade máxima de 1,00 m e uma capacidade utilizável (U) de 100 mm/m.

O solo é considerado como um reservatório para a realização do balanço hídrico, sendo limitado superiormente pela superfície do terreno e inferiormente pela profundidade radicular. Neste reservatório distinguem-se três zonas de reserva de água:

- Zona de percolação, que corresponde à água não retida na matriz do solo e que é perdida por percolação.
- Zona de rendimento ótimo, que se refere à água facilmente disponível para a cultura, permitindo que esteja em conforto hídrico. O seu limite superior corresponde à reserva utilizável de água no solo ( $RU = U \times Z_r$ ) e o seu limite inferior à linha de rendimento ótimo ( $LRO = RU - (RU \times p)$ ).
- Zona de carência hídrica, que corresponde à água fortemente retida pela matriz do solo, dificultando a extração de água pelo sistema radicular e induzindo carência em água nas culturas.

No cálculo das necessidades de rega o balanço hídrico efetua-se sempre na zona de rendimento ótimo onde a evapotranspiração real é igual à evapotranspiração cultural máxima.

Ao **nível cultural**, para a realização do balanço hídrico no solo, é necessária informação relativa às datas das fases do ciclo cultural e aos coeficientes culturais (**Quadro 5.3**), à profundidade radicular máxima e ao parâmetro de gestão da rega apresentados anteriormente.

O parâmetro de gestão da rega ( $p$ ), atualmente designado por fração de esgotamento de água do solo em conforto hídrico, corresponde ao valor a partir do qual a cultura entra em stress hídrico e conseqüentemente ocorre quebra na produção. Este valor difere de cultura para cultura e dentro da mesma cultura deverá ser ajustado a cada uma das fases do ciclo cultural em função da evapotranspiração cultural.

Tendo em conta as condições existentes na área em estudo, nomeadamente as características dos solos em presença e o tipo de drenagem previsto, admite-se que:

- As eventuais necessidades de lixiviação serão satisfeitas pela água das chuvas e pela água de rega perdida por percolação, vindo a componente LR nula;
- A contribuição da toalha freática pode ser considerada desprezável, vindo a componente Ge nula.

Para cada cultura efetuou-se um balanço hídrico sequencial desde o dia 1 de janeiro de 1986 até ao dia 31 de dezembro de 2015, isto é, para os 30 anos da série de dados de precipitação. Para o efeito, considerou-se a evaporação do solo nu, nos períodos onde não existe cultura temporária no terreno ou quando a cultura permanente está em dormência.

## 5.5 NECESSIDADES ÚTEIS DE ÁGUA PARA REGA

As necessidades úteis de água para rega, NHU, foram avaliadas seguindo a metodologia preconizada pela FAO, tendo-se recorrido ao programa ISAREG, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Rural do Instituto Superior de Agronomia. No **Quadro 5.3** resumem-se as necessidades de rega úteis para o modelo cultural considerado no perímetro de rega, 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.

**Quadro 5.3 - Necessidades de rega úteis (mm) 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	0,0	0,0	0,0	23,2	54,3	49,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	2º dec	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	28,5	56,2	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	3º dec	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	29,2	62,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Mensal	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	80,9	172,7	59,3	0,0	0,0	0,0	0,0
	Anual	327,0											
Prado	1º dec	0,0	0,0	0,0	7,8	24,1	46,2	61,4	52,6	23,4	0,0	0,0	0,0
	2º dec	0,0	0,0	1,9	10,8	26,1	50,9	62,2	52,3	22,3	0,0	0,0	0,0
	3º dec	0,0	0,0	7,8	12,0	29,1	50,7	68,1	57,3	11,6	0,0	0,0	0,0
	Mensal	0,0	0,0	9,7	30,6	79,3	147,8	191,7	162,2	57,3	0,0	0,0	0,0
	Anual	678,6											
Tomate	1º dec	0,0	0,0	0,0	3,4	9,0	43,5	67,8	48,1	1,3	0,0	0,0	0,0
	2º dec	0,0	0,0	0,0	3,2	13,9	52,8	68,6	47,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	3º dec	0,0	0,0	0,0	3,1	15,7	54,0	75,4	52,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	Mensal	0,0	0,0	0,0	9,7	38,6	150,3	211,8	147,9	1,3	0,0	0,0	0,0
	Anual	559,6											
Pessequeiros	1º dec	0,0	0,0	4,3	0,9	9,2	32,2	45,5	38,7	14,9	0,2	0,0	0,0
	2º dec	0,0	0,0	1,1	2,0	16,4	37,1	46,0	38,6	14,9	0,0	0,0	0,0
	3º dec	0,0	0,0	2,1	2,8	19,2	36,9	50,8	42,6	14,9	0,0	0,0	0,0
	Mensal	0,0	0,0	7,5	5,7	44,8	106,2	142,3	119,9	44,7	0,2	0,0	0,0
	Anual	471,3											
Amendoal	1º dec	0,0	0,0	3,5	1,9	13,4	48,4	70,3	60,3	21,2	0,5	0,2	0,0
	2º dec	0,0	0,0	1,4	3,3	19,8	53,5	70,3	60,5	21,2	0,8	0,2	0,0
	3º dec	0,0	0,0	2,8	4,7	23,0	53,7	77,2	66,4	21,2	1,1	0,1	0,0
	Mensal	0,0	0,0	7,7	9,9	56,2	155,6	217,8	187,2	63,7	2,4	0,5	0,0
	Anual	701,0											
Nogal	1º dec	0,0	0,0	0,0	6,9	19,4	53,3	68,5	57,6	21,2	0,1	0,0	0,0
	2º dec	0,0	0,0	0,0	1,7	29,4	56,3	68,6	57,6	20,1	0,0	0,0	0,0
	3º dec	0,0	0,0	0,0	3,1	33,4	56,3	75,5	63,4	20,0	0,0	0,0	0,0
	Mensal	0,0	0,0	0,0	11,7	82,2	165,9	212,6	178,6	61,3	0,1	0,0	0,0
	Anual	712,4											
Olival	1º dec	0,0	0,0	1,4	1,7	8,8	28,2	41,4	34,0	12,1	0,0	0,0	0,0
	2º dec	0,0	0,0	0,9	3,0	14,1	34	42,1	34,1	12,1	0,0	0,0	0,0
	3º dec	0,0	0,0	2,2	4,5	17,0	34,3	46,4	37,3	9,6	0,0	0,0	0,0
	Mensal	0,0	0,0	4,5	9,2	39,9	96,5	129,9	105,4	33,8	0,0	0,0	0,0
	Anual	419,2											

Fonte: COBA (2022)

No que se refere às necessidades de água para rega em ano médio, as culturas mais exigentes são a noqueira (712 mm), a amendoeira (701 mm) e o prado (679 mm). Por sua vez, a cultura menos exigente corresponde ao milho forrageiro, usado para suporte da produção pecuária extensiva.

No que diz respeito ao ano seco, apresenta-se no quadro seguinte as necessidades úteis de água para rega anuais e no período de ponta, em ano seco (probabilidade de não excedência de 80%.

**Quadro 5.4 – Necessidades úteis de água para rega anuais e no período de ponta em ano seco**

Cultura	Consumo anual		Consumo de ponta		
	(mm)	Ano	(mm/dia)	q <sub>rc</sub> (l/s/ha)	Ano
Milho silagem	380	2004	6,2	0,72	2011
Prado	780	1990	6,8	0,79	1989
Tomate	625	2004	7,5	0,87	1992
Pessegueiro	549	2004	5,1	0,59	1993
Amendoeira	803	1990	7,7	0,89	1992
Nogueira	813	1990	7,5	0,87	1996
Oliveira	498	2012	4,7	0,54	1998

Fonte: COBA (2022)

## 5.6 EFICIÊNCIAS DE REGA E FATOR DE LOCALIZAÇÃO

A eficiência global de rega depende de vários parâmetros relacionados com os métodos de rega, o tipo de infraestruturas de transporte e distribuição e com a gestão das redes.

A nomenclatura referente às eficiências de rega está normalizada, devendo num projeto de rega, em geral, definir-se:

- Eficiência de aplicação,  $E_a$ , na parcela regada: relação entre a quantidade de água necessária para manter a humidade do solo ao nível requerido pela cultura ( $V_m$ ) e a quantidade de água a fornecer na tomada de água ( $V_g$ );
- Eficiência de distribuição,  $E_d$ : exprime a relação entre os volumes fornecidos na tomada de água da parcela ( $V_r$ ) e os volumes necessários no início da rede de distribuição ( $V_d$ ) (esta eficiência traduz as perdas que ocorrem ao longo da rede de distribuição);
- Eficiência de transporte ou condução,  $E_c$ : traduz a relação entre os volumes fornecidos à rede de distribuição ( $V_d$ ) e os volumes recebidos pela rede primária ( $V_c$ ) quer a montante quer durante o percurso (esta eficiência deverá igualmente considerar as perdas de água devidas à gestão da rede, isto é, as perdas operacionais).

Assim, a eficiência global ou eficiência de projeto,  $E_p$ , que integra todas as perdas do sistema, vem igual a:

$$E_p = E_a \times E_d \times E_c$$

A eficiência de aplicação depende fundamentalmente do método de rega utilizado ao nível da parcela. No caso presente adotaram-se os valores de 90 % para a rega localizada e 80 % para a rega por aspersão (COBA,2022).

As eficiências de condução e distribuição dependem das dimensões da área a regar, da natureza das infraestruturas utilizadas na distribuição de água, e ainda do tipo de comando e controlo da

rede. Como o transporte da água decorre em canais abertos, distribuindo-se posteriormente por regadeiras, e tendo em conta algum desgaste derivado do elevado tempo de utilização, adotou-se para as eficiências de transporte e de distribuição um valor conjunto de 85 %, tal como apresentado quadro seguinte:

**Quadro 5.5 - Eficiências de transporte, distribuição e aplicação**

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

Por outro lado, quando se utiliza a rega localizada, apenas uma percentagem do solo é efetivamente regada. Assim, é necessário aplicar um fator de localização (Fl) que é igual à unidade, no caso dos sistemas de rega por superfície ou por aspersão, e inferior à unidade quando se utiliza a rega localizada, sendo o seu valor função da área humedecida.

No **Quadro 5.6** resumem-se os valores de eficiências consideradas e os valores adotados para o fator de localização. Assim, a eficiência global ( $E_p$ ) para todo o perímetro é de aproximadamente 73 %.

**Quadro 5.6 – Representatividade das culturas, tecnologia de rega, fator de localização e eficiências**

Cultura representativa	Área (%)		Tecnologia de rega	Fator de localização	Ea (%)	Ed x Ec (%)	Ep (%)
	Cenário I	Cenário II					
Milho Silagem	5,0	5,0	Aspersão	1,0	80	85	68,0
Prado	5,0	5,0	Aspersão	1,0	80	85	68,0
Tomate	2,0	2,0	Gota-a-gota	0,8	85	85	72,3
Pessegueiro	5,0	5,0	Gota-a-gota	0,5	90	85	76,5
Amendoeira	60,0	50,0	Gota-a-gota	0,7	90	85	76,5
Nogueira	5,0	2,5	Gota-a-gota	0,6	90	85	76,5
Oliveira	15,0	27,5	Gota-a-gota	0,5	90	85	76,5
Pousio	3,0	3,0	Gota-a-gota	-	-	-	-
<b>Modelo cultural</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	-	-	<b>86,2</b>	<b>85</b>	<b>73,3</b>

Adaptado de: COBA (2022)

## 5.7 NECESSIDADES TOTAIS DE ÁGUA PARA REGA

As necessidades totais de água para rega, NHT, correspondem ao volume total de água que será necessário garantir para a satisfação das necessidades hídricas úteis tendo em consideração as eficiências de rega e o fator de localização:

$$NHT = NHU \times FI / E_p$$

As necessidades de rega totais correspondem, assim, aos quantitativos que será necessário garantir na albufeira, de forma a regar a zona pretendida ocupada pelo modelo cultural previsto no perímetro de rega. A média ponderada do modelo cultural considerado, encontra-se resumida no **Quadro 5.7**.

Relativamente ao ano médio, as necessidades totais de água para rega são de 552,8 mm para o cenário cultural I (mais exigente) e de 509,2 mm para o cenário II (menos exigente e recomendado), o que representa uma diferença de 8 % entre estes dois cenários (COBA,2022).

**Quadro 5.7 - Necessidades de rega totais (mm) em ano médio para os cenários culturais I e II**

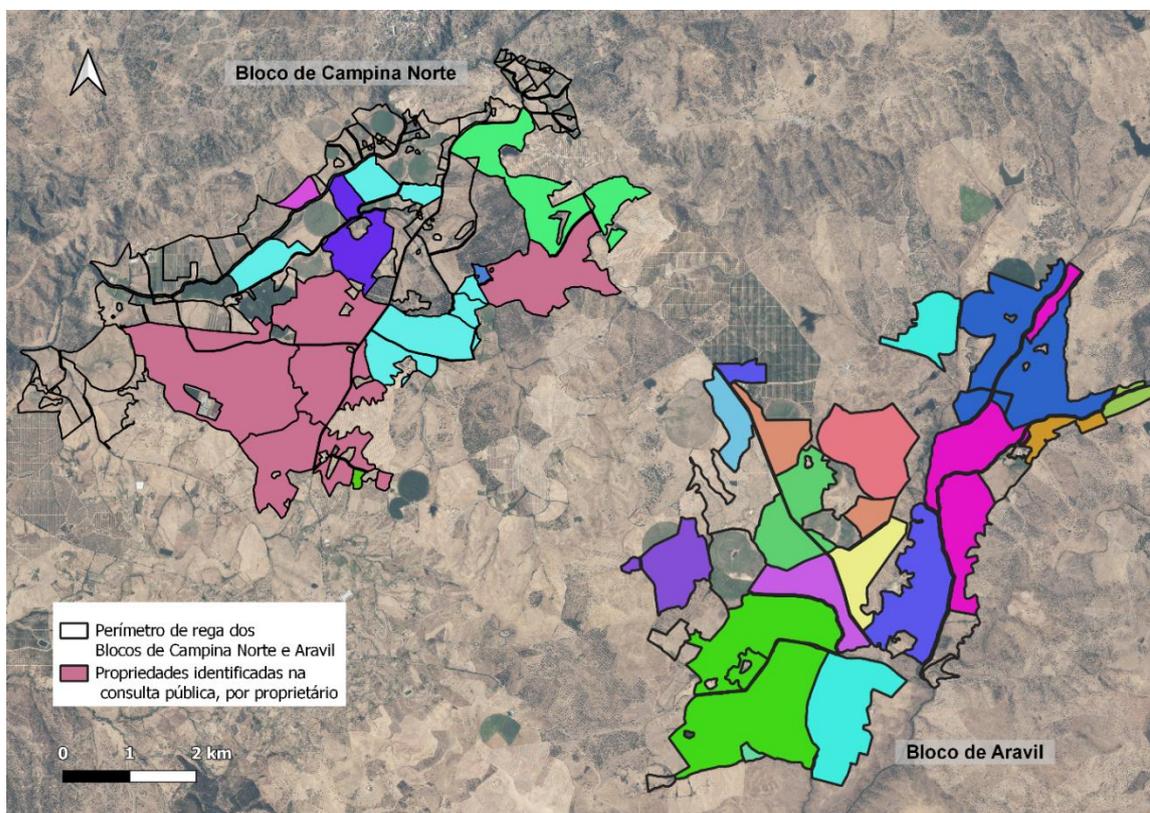
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Cenário Cultural I	1º dec.	0,0	0,0	2,2	2,9	11,4	36,7	56,1	48,3	16,8	0,4	0,1	0,0
	2º dec.	0,0	0,0	1,0	3,5	16,4	42,2	56,5	45,3	16,7	0,3	0,1	0,0
	3º dec.	0,0	0,0	2,9	4,4	19,1	42,4	62,1	49,1	15,5	0,4	0,0	0,0
	Mensal	0,0	0,0	6,1	10,8	46,9	121,3	174,7	142,7	49,0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

COBA (2022)

## 6 SESSÃO DE CONSULTA AOS AGRICULTORES

Nesta fase de trabalhos, realizou-se uma sessão de consulta aos agricultores, que decorreu nas instalações da ARBI, nos dias 4 e 5 de julho, para os blocos de Campina Norte (distribuidores 1 a 13) e de Aravil, em que estes identificaram as suas parcelas e deram indicações sobre os sistemas de rega atuais.

Esta informação permitiu efetuar ajustamentos à área delimitada para o perímetro de rega. A grande maioria dos proprietários das parcelas que beneficiam da rede de rega do AHI e que marcaram presença nas consultas mostraram-se recetivos às propostas de modernização apresentadas para o mesmo.



**Figura 6.1 - Distribuição das parcelas identificadas por proprietários durante as sessões de consulta aos agricultores de 4 e 5 de julho de 2023**

Da área dominada do Bloco de Campina Norte (2 574,7 ha), foram identificados 1 376,4 ha (53 % da área total dominada do bloco) pertencentes a sete proprietários. Da área dominada do Bloco de Aravil (2 441,0 ha), foram identificados 2 115,3 ha (87 % da área total dominada do bloco) pertencentes a 15 proprietários. Dos proprietários identificados, cinco possuem parcelas nos dois blocos. Deste modo, durante esta consulta pública foram identificados no total 3 491,7 ha dos 5 015,7 ha de área dominada que perfazem os dois blocos de rega mencionados, pertencentes a um total de 17 proprietários.

## 7 ÁREA BENEFICIADA, DIVISÃO EM BLOCOS E UNIDADES DE REGA

### 7.1 ÁREA BENEFICIADA NOS BLOCOS DA CAMPINA NORTE E DO ARAVIL

Apesar da impossibilidade de ampliar a área beneficiada, a COBA (2022) propõe uma revisão dos limites, sugerindo a inclusão de “bolsas” de pequenas áreas que estão dentro da área beneficiada, mas que tinham sido excluídas por razões altimétricas. Tal como referido anteriormente, tendo em conta os últimos 30 anos do período da simulação de exploração da albufeira (1986-2015), e considerando o cenário cultural II e um aumento de eficiência hídrica derivado do projeto de modernização, o volume regularizado pela barragem permite beneficiar uma área total até 8 571 ha com uma garantia de 80 %. Deste modo, é aceitável incluir estas áreas.

Foi também proposto a delimitação e exclusão das manchas correspondentes a áreas sociais, charcas, entre outros, que se encontram dentro dos limites iniciais da área beneficiada. Verifica-se que uma área significativa da área de reabilitação urbana - ARU do Ladoeiro (48 ha), sobrepõe o limite inicial do aproveitamento (COBA,2022).

De acordo com os mesmos autores, “as exclusões de prédios ou parcelas de prédios das áreas beneficiadas por aproveitamentos hidroagrícolas, regem-se pelo disposto no artigo 101.º do Decreto-Lei n.º 269/82, de 10 de julho, revisto e republicado pelo Decreto-Lei n.º 86/2002, de 6 de abril e ainda, pelo disposto Decreto Regulamentar n.º 2/93, de 3 de fevereiro. De acordo com informação disponibilizada na página da DGADR, são condições prévias para a exclusão:

*“1 - Os prédios ou parcelas de prédios devem inserir-se em Área Urbana ou Área Urbanizável, da classe de Espaços Urbanos/Urbanizáveis, ou outros que não o Espaço Agrícola, da carta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal (PDM) respetivo.*

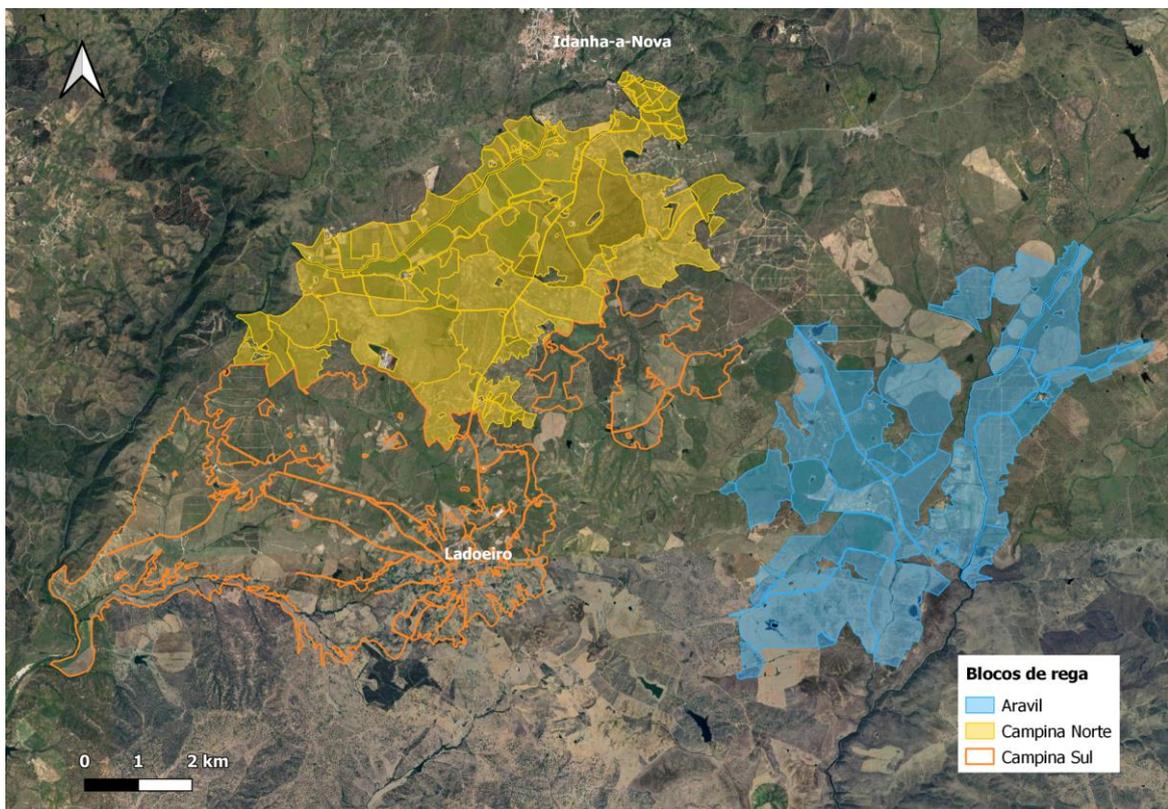
*2 - Procede coerentemente daquela condição, esta outra, de o prédio ou parcela do prédio se inserir em Área desafetada da Reserva Agrícola Nacional, isto é, não estar incluído na carta da Reserva Agrícola Nacional ou na Planta Atualizada de Condicionantes.”*

Após análise do uso do solo na ARU de Ladoeiro, recomendam, por questões de ordenamento do território, de forma a evitar conflitos de usos e facilitar a gestão do aproveitamento hidroagrícola, a exclusão da ARU de Ladoeiro da área beneficiada pelo aproveitamento. Por outro lado, a manutenção desta área dentro do aproveitamento implicaria continuar a “beneficiar” esta área com as infraestruturas existentes às quais estão associadas perdas de água substanciais que se querem eliminar com o projeto de modernização do regadio em curso (COBA,2022).

Também os limites entre a Campina Norte e Sul foram ajustados aos inicialmente propostos, tendo em conta a consulta efetuada aos agricultores.

Assim, a área atual do aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova após ajustes fixou-se em 8 450,5 ha, distribuindo-se por três blocos: Campina Norte (2 599,5 ha), Campina Sul (3 401,6 ha) e Aravil (2 449,4 ha). As áreas a excluir e a incluir encontram-se em análise por parte da COBA, em conjunto com a ARBI, de modo a apresentar uma proposta à DGADR. Após a aprovação estas áreas serão alvo de projeto de execução.

Neste sentido, os novos limites propostos para os blocos de rega, apresentam-se representados na figura seguinte, sendo que apenas os blocos de Campina Norte e Aravil serão objeto do presente projeto e que serão alvo de análise nos pontos seguintes.



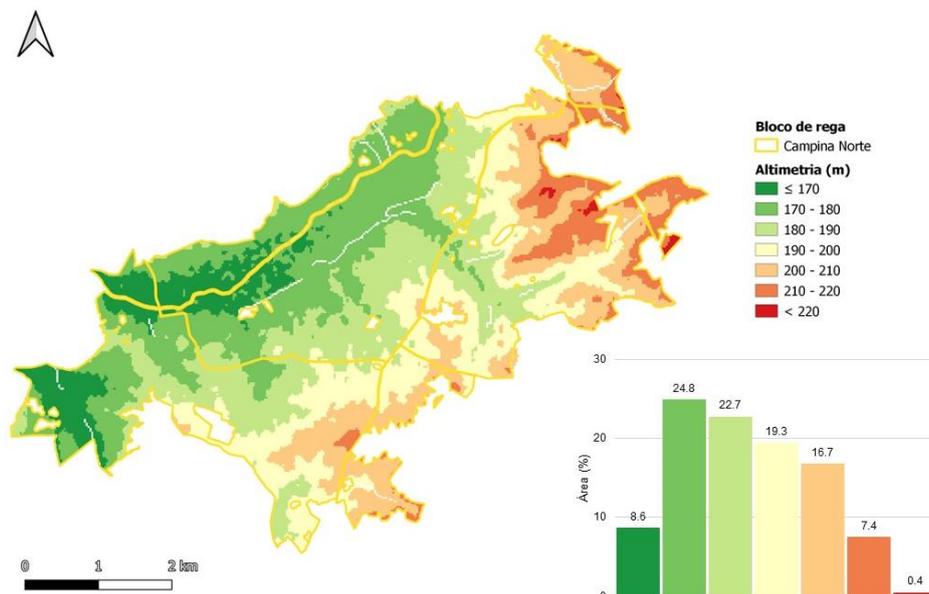
**Figura 7.1 - Novos limites propostos para os blocos de rega de Campina Norte e Sul e Aravil do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova**

## 7.2 ALTIMETRIA E DECLIVES

Foi efetuada uma nova análise da altimetria e dos declives dos blocos de rega, com a sua configuração final.

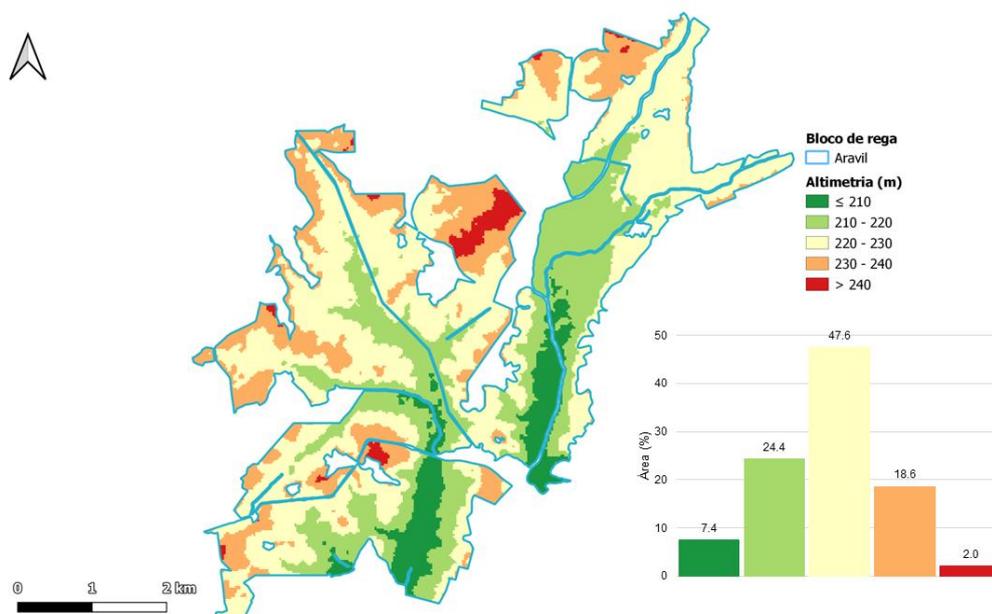
Relativamente à altimetria, o bloco de Campina Norte encontra-se localizado entre as cotas 162 e 231 m, sendo que as cotas mais altas se localizam na região mais a nordeste do bloco (**Figura 7.2**). A cota média neste bloco de rega é de 189 m. Dos dois blocos aqui em estudo, é

neste que se observam as cotas mais baixas, havendo um aumento gradual da altimetria à medida que se avança para este do perímetro, junto ao canal condutor geral.



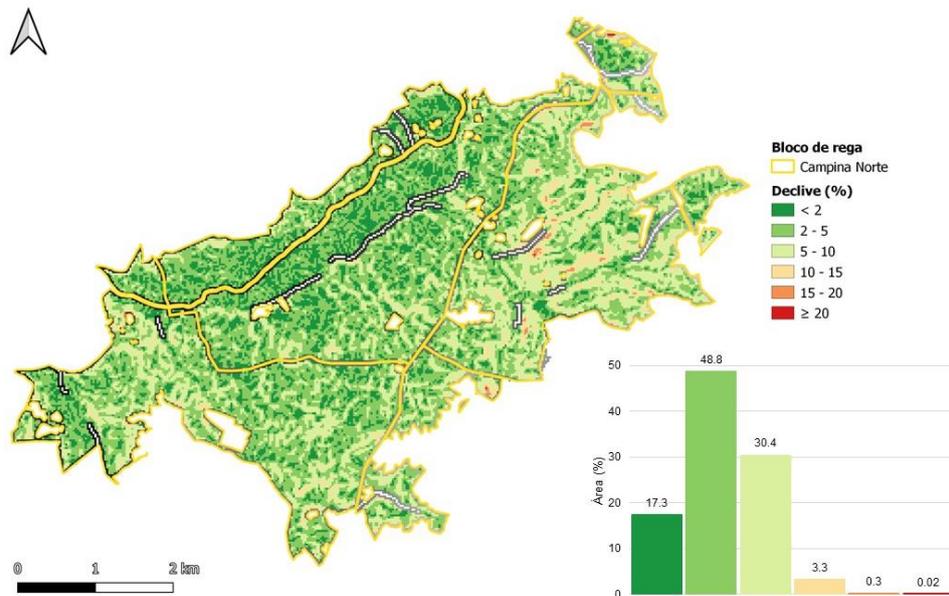
**Figura 7.2 - Altimetria no bloco de rega de Campina Norte**

Já no bloco de rega de Aravil, ao encontro do que foi dito anteriormente relativamente ao facto da altimetria aumentar à medida que se avança para este no perímetro, é onde se encontram as cotas mais altas, variando entre os 201 e 248 m (Figura 7.3). A cota média neste bloco de rega é de 224 m.

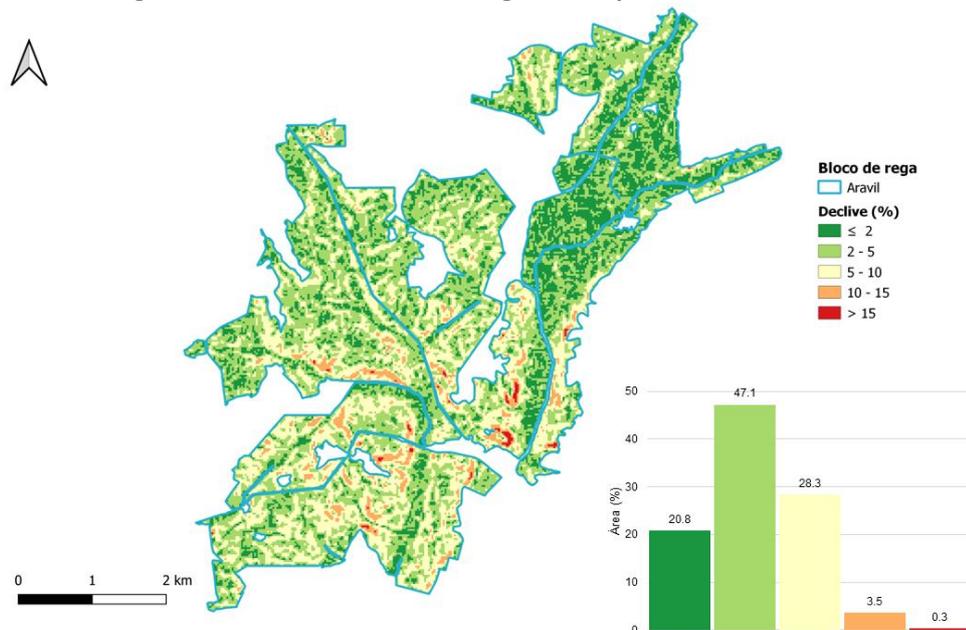


**Figura 7.3 - Altimetria no bloco de rega de Aravil**

Relativamente ao declive, tal como já tinha sido mencionado no capítulo 3.4, este é pouco acentuado em todo o perímetro. No bloco de rega de Campina Norte, o declive médio é de 4,3 %, sendo que apenas cerca de 0,21 % da área total do bloco (um valor residual) apresenta um declive superior a 15 % (**Figura 7.4**). Consequentemente, do ponto de vista do declive, este bloco de rega, apresenta uma boa aptidão para rega. Adicionalmente, cerca de 68 % da sua área apresenta declives iguais ou inferiores a 5 % o que, de acordo com o que já tinha sido referido anteriormente, permite rega por aspersão.



**Figura 7.4 - Declives no bloco de rega de Campina Norte**

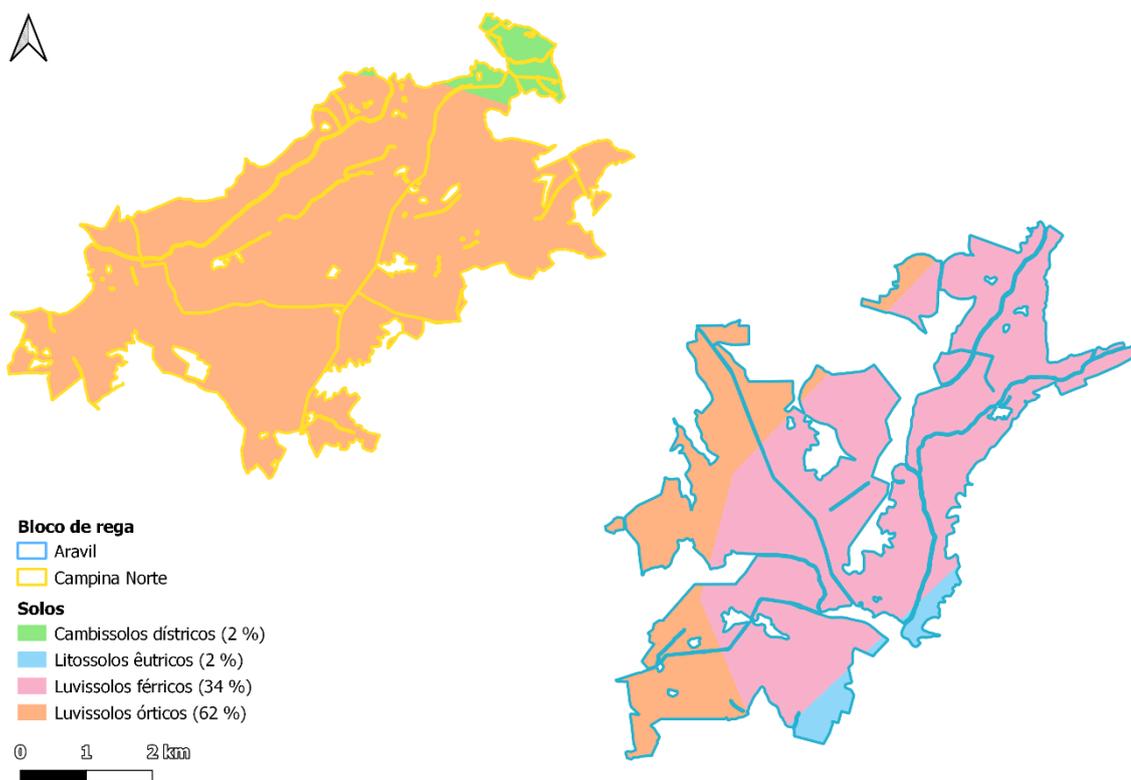


**Figura 7.5 - Declives do bloco de rega de Aravil**

No bloco de Aravil, a situação é bastante semelhante à que se observou no bloco de Campina Norte, relativamente à aptidão de rega e à possibilidade de rega por aspersão. O declive médio neste bloco é de 4,7 % e apenas 0,3 % da área do bloco apresenta um declive superior a 15 % (**Figura 7.5**). Adicionalmente, cerca de dois terços da área do bloco, apresenta um declive inferior a 5 %.

### 7.3 SOLOS

Tal como no capítulo 3.5, os solos foram caracterizados recorrendo à carta de solos do Atlas do Ambiente disponibilizada pela APA (2020). Como se pode observar na **Figura 7.6**, os dois blocos de rega consistem quase na sua totalidade (cerca de 96 %) em luvisolos que tal como já tinha sido referido no capítulo mencionado são solos caracterizados pelo seu maior teor de argila no horizonte subsuperficial do que no horizonte superficial, o que conseqüentemente, leva à formação de horizontes árgicos e a um elevado grau de saturação em bases a uma profundidade entre os 50 e os 100 m.



**Figura 7.6 - Distribuição dos tipos de solo presentes nos blocos de rega de Campina Norte e Aravil**

Entre os dois blocos verifica-se, contudo que, apesar de pertencerem, na sua maioria, ao mesmo grupo, o bloco de Campina Norte é na sua maioria constituído por luvisolos órticos enquanto o bloco de Aravil é constituído, maioritariamente, por luvisolos férricos. Estes dois subgrupos são muito semelhantes em termos de constituição e de propriedades, uma vez que têm na sua génese os mesmos processos de formação. Ambos os subgrupos caracterizam-se pela falta de um horizonte E álbico e pela falta de propriedades hidromórficas a pelo menos 50 cm da superfície. O que os diferencia é o facto dos luvisolos órticos não possuírem propriedades férricas, o que leva a que possuam uma cor menos avermelhada devido ao menor teor de constituintes em ferro, em comparação com os luvisolos férricos.

#### **7.4 DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE REGA**

Uma vez que se optou por fazer uma consulta aos agricultores na fase inicial dos estudos, foi possível analisar a solução global de abastecimento com base na unidades de rega já definidas e num pré-dimensionamento da rede de rega, em vez de se tomarem valores agregados para cada um dos blocos.

A delimitação das unidades de rega é fundamental para a posterior implantação dos hidrantes e definição das bocas de rega associadas e respetivos caudais. A definição das unidades de rega, do traçado da rede e da localização dos hidrantes baseou-se nos cadastros das áreas a beneficiar, disponibilizados pela Direção Geral do Território, e no inventário das propriedades registado pela ARBI, assim como no limite final proveniente dos estudos elaborados pela COBA.

Sempre que possível, o limite das unidades de rega foi efetuado ou por limites físicos (estradas, caminhos, linhas de água existentes), o que permite uma maior facilidade de acesso para exploração, manutenção e execução das obras, ou pelo cadastro disponível. Uma vez delimitadas as unidades de rega, procedeu-se à sua agregação em unidades servidas por um hidrante, onde se concentram as respetivas bocas de rega.

Um dos aspetos mais relevantes na delimitação das unidades de rega passa pelo equilíbrio entre soluções que permitam o acesso direto à água por todos os proprietários, sem, no entanto, se traduzirem numa densidade da rede e de hidrantes que ponham em causa a viabilidade económica do empreendimento. Perspetiva-se ainda a colocação de contadores individuais no bloco da Campina Norte a jusante das bocas de rega, quando necessário.

É de referir que, nas zonas de pequena propriedade, é vantajoso homogeneizar e uniformizar as áreas das unidades de rega, dentro do possível, para que as características das bocas de rega sejam semelhantes. Deste modo, o diâmetro e caudal das bocas de rega serão semelhantes, o que facilita a sua posterior manutenção/substituição. Tendo em conta o referido, optou-se pelos seguintes critérios:

- União de um número máximo de 8 prédios com uma área total até 4 ha;
- Parcelas com mais de 2 ha mantêm-se independentes;
- Parcelas com mais de 50 ha poderão ser servidas por mais de uma boca de rega.

Nas zonas já reabilitadas, do distribuidor da Sra. da Graça, estes critérios não foram seguidos, uma vez que as tomadas e as redes de rega já existem e se vão manter.

É ainda de referir que quando na presença de zonas sem limites prediais e não identificadas na consulta aos agricultores, se recorreu aos ortofotomapas disponibilizados para identificação dos prédios e para a sua agrupação em unidades de rega.

De forma a reduzir o número de bocas a instalar (reduzindo os custos de investimento) e aumentar a área das unidades de rega, considerou-se que quando um mesmo proprietário detém parcelas relativamente próximas (distantes entre si até 300 m), somavam-se as áreas parciais, sendo beneficiados a partir da mesma boca de rega.

É também necessário ter em atenção a área máxima que é possível regar com o equipamento disponível no mercado.

Foram definidos dois conceitos de área para cada uma das unidades de rega, 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 agro-pecuária), 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.

Para dimensionamento da rede de rega é utilizado o conceito de área equipada da unidade de rega. Assim, definiram-se 127 unidades de rega, com áreas equipadas entre 0,40 e 296,99 ha, o que corresponde a uma área equipada média de 38,61 ha, que se apresentam nos **Desenho 2 a 4**, à escala 1:10 000.

**Quadro 7.1 - Unidades de rega**

Bloco	Unidades de rega			Área equipada média das unidades de rega (ha)	Área equipada mínima (ha)	Área equipada máxima (ha)
	Área dominada (ha)	Área equipada (ha)	Nº			
<b>Campina Norte</b>	2 574,7	2 522,3	88	28,66	0,40	296,99
<b>Aravil</b>	2 441,0	2 381,0	39	61,05	3,93	269,34
<b>Total</b>	5 015,7	4 903,3	127	38,61	0,40	296,99

## 8 PRINCÍPIOS BASE DOS PROJETOS DE MODERNIZAÇÃO DOS BLOCOS DA CAMPINA NORTE E DO ARAVIL

O objetivo do projeto é a modernização do Aproveitamento Hidroagrícola da Idanha, alterando o sistema de transporte e distribuição de água, redefinindo a rede de distribuição, nomeadamente nos blocos da Campina Norte e do Aravil, de modo a permitir uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos, por forma a obter uma melhoria significativa da eficiência de transporte e distribuição da água para rega.

Assim, pretende-se manter parte do sistema de transporte, ou seja, do canal condutor geral (CCG), em cerca de 20 km. Prevê-se a criação de volumes de armazenamento que assegurem a rega durante os tempos de resposta do CCG, sendo que estes volumes são também necessários para permitir colocar o canal fora de serviço para as operações de conservação e manutenção. Com este sistema obtém-se eficiências de transporte elevadas, pelo que se adotou um valor de 87% para esta eficiência.

O sistema de distribuição será totalmente alterado, pretendendo-se um novo sistema de rega em pressão (alta ou baixa pressão), com condutas enterradas, com perdas mínimas de água e elevada eficiência. Tendo em conta que se trata de um sistema de condutas, com poucas perdas podem-se adotar valores muito elevados para a eficiência de distribuição de 98%. A entrega de água às parcelas será efetuada através de hidrantes constituídos por válvulas hidráulicas que permitem a contagem e transmissão à distância dos caudais e volumes fornecidos, a limitação do caudal e da pressão.

Estes sistemas serão integrados num Sistema de Automação e Telegestão (SAT) que fará a gestão dos volumes necessários nos reservatórios e dos caudais a transportar no CCG, assim como dos volumes consumidos nas bocas de rega de cada parcela. Este SAT integrará ainda o funcionamento das estações elevatórias e o estado dos reservatórios.

Para os blocos da Campina Norte e do Aravil, foram estudadas três soluções alternativas:

- Alternativa 1 - Abastecimento dos blocos de rega em alta pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas;
- Alternativa 2 - Abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas;
- Alternativa 3 - Abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, sempre que possível a partir do reservatório de regularização localizado junto ao canal condutor geral.

Em todas as alternativas previu-se apenas a construção de uma estação elevatória, com dois patamares de bombagem para abastecer a Campina Norte e o Aravil. Esta solução tem grandes

vantagens em relação à solução de construção de duas estações elevatórias independentes, uma localizada junto ao PK 8+700, para abastecimento do bloco da Campina Norte e uma segunda localizada junto à atual estação elevatória do Aravil, para abastecimento desse bloco, pelas seguintes razões:

- É necessário apenas a construção de um reservatório junto ao canal, em vez de dois, o que é bastante positivo tendo em conta os custos de investimento e os constrangimentos de espaço nas zonas já regadas e que se encontram predominantemente ocupadas com culturas permanentes;
- O caudal necessário para regar o bloco do Aravil é derivado numa localização mais a montante do CCG, reduzindo o tempo de resposta dos volumes transportados para este bloco;
- Disponibilização de maior capacidade de vazão do CCG para transporte dos volumes necessários ao bloco da Campina Sul;
- Grande redução da construção civil com a otimização dos espaços comuns dentro do edifício e na plataforma da estação elevatória.

Foi ainda equacionada uma alternativa de abastecimento dos blocos de rega com bombagem direta para a rede de rega, que foi eliminada uma vez que, apesar de haver uma redução da energia consumida, pelo ajustamento que pode ser efetuado tendo em conta os caudais solicitados na rede, no caso da energia vir diretamente da rede, não é possível efetuar uma gestão dos custos energéticos e do funcionamento do sistema de abastecimento.

Se a bombagem não for efetuada diretamente para a rede, caso a energia provenha de centrais fotovoltaicas, é possível gerir os volumes elevados nas horas em que existe energia disponível, o que permite ganhos significativos. Por outro lado, não é possível manter a estação fora de serviço para manutenção e conservação, em simultâneo com a rega, o que é uma limitação à exploração.

## 9 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE REGA

### 9.1 HORÁRIO DE REGA

O horário de rega, que depende do tipo de sistemas de rega existente e do tipo de estrutura da propriedade, determina o tempo máximo de utilização dos hidrantes. Apesar dos sistemas de rega preconizados, nomeadamente gota-a-gota e aspersão, serem suficientemente automatizáveis, como o perímetro de rega de Idanha-a-Nova é caracterizado por uma grande discrepância nas dimensões das propriedades, optou-se por definir três horários de rega.

Neste contexto, tendo em conta o modelo cultural definido anteriormente, admitiram-se os seguintes horários máximos de rega com a dotação referente ao modelo de ocupação cultural:

**Quadro 9.1 – Horário máximo de rega no mês de ponta, ano crítico**

Área das parcelas	Nº de dias	Nº máximo de horas
0 a 20 ha	27	14
20 a 50 ha	27	15
> 50 ha	27	18

Adicionalmente, é de referir o GGC fornecerá água ao reservatório localizado junto à estação elevatória de forma contínua (24 horas por dia), tendo-se considerado que o horário máximo de funcionamento das estações elevatórias é de 18 horas por dia em período de ponta.

### 9.2 CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO

O caudal de dimensionamento das bocas de rega é função das necessidades de água das culturas e do tempo máximo de utilização em período de ponta. Assim, de um modo geral para o perímetro de rega de Idanha-a-Nova, dimensionou-se as bocas de rega de forma a ser possível aplicar a dotação relativa ao modelo cultural adotado no período de ponta no ano crítico e nos tempos máximos utilizáveis referidos anteriormente.

No **Quadro 9.2** apresentam-se os valores dos caudais específicos usados para o dimensionamento das bocas de rega.

**Quadro 9.2 - Caudais de dimensionamento na boca de rega**

Dotação na boca de rega (m <sup>3</sup> /ha)	Caudal fictício contínuo (l/s/ha)	Caudal específico (l/s/ha)
1 523	0,57	0,87 – 1,12

O caudal máximo atribuído a cada boca de rega é definido tendo em consideração as culturas previstas e a dimensão da unidade de rega beneficiada. No entanto, é geralmente superior ao caudal fictício contínuo, de forma a dar ao agricultor um certo grau de liberdade na organização das suas regas. A relação entre o caudal nominal atribuído a cada boca de rega e o caudal fictício contínuo é um indicador do “grau de liberdade” que o agricultor terá na programação da rega.

Considerando os equipamentos disponíveis no mercado estabeleceram-se 17 classes de caudal para as bocas de rega (**Quadro 9.3**), tendo-se considerado os valores para os limitadores de caudal habitualmente utilizados em projetos anteriores. Considerou-se que o caudal mínimo da boca de rega é de 15 m<sup>3</sup>/h.

**Quadro 9.3 - Classes de boca de rega**

Classe	Caudal máx.		Área máxima (ha)	Grau de liberdade	Q esp. mínimo	Q esp. máximo	Modelo cultural		Cultura mais exigente (prado)	
	m <sup>3</sup> /h	l/s			(l/s/ha)		Dias de rega	Horas de rega	Dias de rega	Horas de rega
1	15	4,2	3,66	2,0	1,14	-	27	14	31	21
2	20	5,6	4,89	2,0	1,14	1,48				
3	30	8,3	7,33	2,0	1,14	1,67				
4	40	11,1	9,77	2,0	1,14	1,50				
5	60	16,7	14,66	2,0	1,14	1,69				
6	80	22,2	19,54	2,0	1,14	1,51				
7	100	27,8	25,72	1,9	1,08	1,41	27	15	31	22
8	120	33,3	30,86	1,9	1,08	1,29				
9	140	38,9	36,00	1,9	1,08	1,26				
10	160	44,4	41,14	1,9	1,08	1,23				
11	180	50,0	46,29	1,9	1,08	1,21				
12	200	55,6	61,07	1,6	0,91	1,20	27	18	31	-
13	220	61,1	67,18	1,6	0,91	1,00				
14	240	66,7	73,29	1,6	0,91	0,99				
15	260	72,2	79,40	1,6	0,91	0,98				
16	280	77,8	85,50	1,6	0,91	0,98				
17	300	83,3	91,61	1,6	0,91	0,97				

Conforme se pode observar no **Quadro 9.3**, nas unidades de rega com áreas superiores a 50 ha, caso seja necessário regar a cultura mais exigente em água (prado), o caudal disponibilizado no mês de ponta do ano crítico não será suficiente para colmatar as necessidades de água, mesmo

regando 24 h todos os dias, pelo que nestes casos poderá ter de se regar menos área do que a máxima permitida para estas classes de bocas de rega. Por outro lado, caso possível os agricultores poderão recorrer ao armazenamento de água em charcas e barragens existentes e/ou a construir, alimentando adicionalmente os seus sistemas de rega a partir dessas reservas.

### 9.3 VELOCIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS DE ESCOAMENTO

O dimensionamento hidráulico das redes de rega implica a definição prévia das velocidades máximas que permitam a maximização do escoamento sem implicar perdas de carga excessivas e sem induzir o aparecimento de golpes de aríete de intensidade significativa. A definição destas velocidades tem em conta o tipo de material constituinte das condutas, sabendo-se que estas velocidades poderão ser tanto maiores quanto maior for o diâmetro da conduta.

No **Quadro 9.4** apresentam-se os valores de velocidade máxima admissíveis, tendo em conta os diâmetros das tubagens. Define-se ainda a velocidade mínima de 0,5 m/s, com vista a permitir o arrastamento de eventual material sólido transportado pelas condutas, por forma a evitar a sua colmatção.

**Quadro 9.4 – Velocidade máxima admissível**

DN (mm)	V. máx. (m/s)
≤ 160	1,5
200, 250, 315	1,6
> 315	1,8

### 9.4 PRESSÕES MÍNIMAS A GARANTIR À SAÍDA DO HIDRANTE

As pressões mínimas a garantir a jusante das bocas de rega dependem dos métodos de rega a utilizar. Nesta nota técnica tendo em conta as alternativas analisadas existem duas possibilidades de abastecimento:

- Alta pressão - a pressão mínima a garantir a montante das bocas de rega, será a pressão mínima que permita o funcionamento dos equipamentos de rega a instalar a jusante do hidrante na parcela do agricultor, isto é, 43 mca a montante do hidrante, podendo atingir valores que rondam os 35 mca, a jusante dos hidrantes, nos casos mais desfavoráveis;
- Baixa pressão - a pressão mínima a garantir a montante das bocas de rega será a pressão que garante o funcionamento dos equipamentos de rega coletiva, isto é, 10 mca a montante do hidrante.

Em todo o caso, admite-se que a pressão mínima possa ser inferior em alguns pontos associados a zonas mais desfavoráveis, de modo a não sobredimensionar toda a rede.

Caso seja necessário, pontualmente poderão ser considerados hidrantes apenas com um medidor de caudal em locais onde não se garanta a pressão necessária para o funcionamento da válvula hidráulica. Contudo, não poderão existir muitos destes locais sob pena de se desregular a rede de rega.

## 9.5 DECLIVES MÁXIMOS E MÍNIMOS NAS CONDUTAS DE REGA

As condutas deverão apresentar, no seu traçado em perfil, declives mínimos compatíveis com o transporte do ar libertado pela água até ao local de instalação das ventosas. Por outro lado, os declives deverão ainda permitir o arrastamento de eventual material sólido transportado pela água e que não tenha ficado retido no sistema de filtração, até aos pontos onde se localizarão as descargas de fundo. Assim, e à partida, aponta-se para a utilização dos seguintes declives mínimos no que se refere ao traçado em perfil das condutas:

- declive mínimo em troços ascendentes: 0,003 m/m;
- declive mínimo em troços descendentes: 0,005 m/m.

Nas condutas de maior diâmetro (> DN 1200), se necessário, podem-se baixar estes declives até 0,002 m/m em troços ascendentes e 0,004 m/m em troços descendentes.

Quanto aos declives máximos, os mesmos estão associados à necessidade, ou não, de amarração das condutas que atravessem zonas mais declivosas, de forma a evitar o seu escorregamento. Em princípio, adota-se um declive máximo de 0,25 m/m, a partir do qual a conduta deverá ser ancorada com maciços ou juntas de travamento que garantam a sua fixação. Este valor dependerá, no entanto, das condicionantes locais das zonas de atravessamento das condutas, pelo que será definido caso a caso nos perfis longitudinais do projeto.

## 9.6 PROFUNDIDADE DE INSTALAÇÃO DAS CONDUTAS

Quanto à profundidade das tubagens a instalar, definiu-se valores mínimos de recobrimento com 1,0 m acima do extradorso da tubagem. Excecionalmente, nos casos em que a conduta atravessa prédios deverá considerar-se uma profundidade mínima de recobrimento com 1,2 m, de forma que as alfaias e outros equipamentos/máquinas usados pelos agricultores não atinjam e danifiquem a tubagem enterrada.

## 9.7 MATERIAIS A UTILIZAR NAS CONDUTAS E ACESSÓRIOS

A seleção do material ou materiais a utilizar nas condutas para a zona em estudo teve em consideração as características gerais das condutas, nomeadamente a sua pressão de serviço, e as características específicas da região, bem como o custo dos mesmos.

A análise desenvolvida nesta fase para a seleção dos materiais mais adequados incidiu sobre os seguintes aspetos:

- Características físicas e dimensionais (diâmetro, comprimento, peso) dos tubos comercializados e custo unitário;
- Grau de resistência às pressões internas e externas;
- Facilidade de transporte, manuseamento e montagem dos tubos e acessibilidade à obra;
- Grau de resistência à corrosão, tanto interna como externa;
- Grau de rugosidade interna do tubo ou do seu revestimento, com incidência direta nas perdas de carga;
- Pessoal disponível, com formação adequada, para montagem dos tubos;

Em Portugal, os materiais mais usados em redes de rega coletivas para os maiores diâmetros, em geral superiores a 600 mm, são o ferro fundido dúctil (FFD) e o betão armado/pré-esforçado com alma de aço (BT) e para os pequenos diâmetros (em geral, inferiores a 600 mm), o polietileno de alta densidade (PEAD) e o cloreto de polivinilo (PVC). Também já foram utilizados o poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) e o aço revestido interiormente com epóxi.

Para a estimativa dos custos dos diversos tipos de tubagem considerou-se além dos custos das tubagens aplicadas em vala, os custos dos movimentos de terra.

### PEAD

A utilização de tubagens em **PEAD** está hoje muito difundida devido às vantagens que apresentam em relação a outros materiais, nomeadamente:

- Peso reduzido;
- Pequena condutividade térmica;
- Grande flexibilidade com boa resistência ao choque hidráulico (golpe de aríete);
- Boa resistência à corrosão, interna e externa;
- Rugosidade pouco significativa;
- Grande resistência mecânica;
- Uniões efetuadas por soldadura (sem perdas de água).

São de referir os seguintes inconvenientes deste material:

- Elevado coeficiente de dilatação;
- Baixa resistência à temperatura;
- Tempos de soldadura demorados nas tubagens de grande diâmetro.

As ligações são feitas por soldadura topo a topo e são sempre realizadas por pessoal especializado, o que permite uma garantia na fase de execução e uma redução das perdas de água na fase de exploração.

### **PVC-O**

O PVC é um material muito usado na agricultura a nível da exploração agrícola. Porém, nas redes coletivas não tem sido muito usado nos últimos anos uma vez que não é muito resistente pelo que tem caído em desuso. No entanto, surgiu no mercado o PVC orientado (PVC-O) que elimina essa desvantagem, pelo que a análise efetuada se refere a este material.

A utilização de tubagens em **PVC-O** tem várias vantagens, nomeadamente:

- Peso reduzido;
- Pequena condutividade térmica;
- Grande flexibilidade com boa resistência ao choque hidráulico (golpe de aríete);
- Boa resistência à corrosão, interna e externa;
- Rugosidade pouco significativa;
- Grande resistência mecânica;
- Rapidez na instalação.

São de referir os seguintes inconvenientes deste material:

- Elevado coeficiente de dilatação;
- Baixa resistência à temperatura;
- Juntas com anéis de borracha;
- Limitação na seleção de acessórios.

É apenas de referir que a ligação entre tubagens de **PVC-O** é feita com juntas do tipo macho-fêmea, sendo a estanqueidade garantida por um anel de borracha que é comprimido contra as extremidades da tubagem. Assim, nas tubagens deste tipo de material pode verificar-se a ocorrência de deslizamento das condutas e de ovalização, com o consequente desemboquilhamento da tubagem ou a deterioração dos anéis de borracha com o consequente aumento das perdas de água pelas juntas.

## **BETÃO ARMADO/PRÉ-ESFORÇADO COM ALMA DE AÇO**

Quanto às condutas em betão armado/pré-esforçado com alma de aço, em geral utilizadas nos maiores diâmetros, as suas principais vantagens são:

- Grande resistência mecânica a cargas exteriores e a pressões internas;
- Baixo custo;
- Pequena condutibilidade térmica.

Como inconvenientes são de referir:

- A necessidade de proteção catódica das armaduras;
- Juntas com anéis de borracha;
- Elevado peso por metro linear o que dificulta a montagem.

Fabricam-se para diâmetros entre 400 e 2 500 mm e pressões entre 0,4 e 1,6 MPa, consoante os diâmetros. Esta tubagem tem ainda a vantagem de ter fabrico nacional, havendo grande capacidade produtiva neste material.

Nas tubagens de betão armado com alma de aço as ligações são macho-fêmea. Os acessórios são do mesmo tipo de material ou em aço. Este tem sido o material mais utilizado para os grandes diâmetros nos aproveitamentos hidroagrícolas.

## **FERRO FUNDIDO DÚCTIL**

As tubagens em ferro fundido dúctil apresentam uma resistência mecânica e elasticidade muito grandes. Para garantir a sua proteção e evitar a corrosão e as incrustações (que iriam aumentar a rugosidade interna) são revestidas exterior e interiormente. Como principais vantagens salientam-se:

- Grande resistência aos choques e roturas;
- Elevada resistência a pressões internas, particularmente aos golpes de aríete;
- Muito resistente à corrosão;
- Grande durabilidade;
- Disponibilidade de acessórios.

Como principal inconveniente refere-se o elevado peso por metro linear, dificultando a montagem assim como o custo, nos grandes diâmetros.

Estas tubagens são fabricadas com diâmetros nominais que variam entre 60 e 2 000 mm, e para pressões que vão desde 1,0 MPa até 9,6 MPa (pressões de ensaio).

A existência de uma grande variedade de acessórios normalizados deste tipo de material permite evitar a utilização de juntas flangeadas, com os problemas que isso acarreta, permitindo igualmente a redução do número de acessórios a utilizar.

Por outro lado, nestas tubagens as ligações são do tipo macho-fêmea, podendo distinguir-se diversos tipos de juntas, embora a estanquicidade seja garantida por um anel de borracha que é comprimido contra as extremidades das tubagens.

### **POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO**

Em alguns casos foi utilizada também a tubagem centrifugada de poliéster com reforço de fibra de vidro (PRFV). Os tubos são fabricados para pressões de 0,6 a 3,2 MPa e diâmetros de 300 mm a 2400 mm (diâmetros internos). As uniões podem ser feitas com juntas também de PRFV. Existem acessórios em PRFV, podendo também utilizar-se acessórios em aço e em ferro fundido dúctil.

No caso de se utilizarem acessórios em aço deverão ser utilizadas juntas mecânicas de grande tolerância para ligação dos tubos aos acessórios. Estas juntas, quando mal instaladas, não permitem uma estanquicidade perfeita.

Com efeito, observaram-se alguns problemas na utilização desta tubagem em obras anteriores, tendo-se por isso eliminado desta análise comparativa.

### **AÇO REVESTIDO INTERIORMENTE A ÉPOXY**

O aço apresenta também uma resistência mecânica e elasticidade bastante grandes. As vantagens são basicamente as mesmas que o FFD, tendo ainda como vantagem a não necessidade de maciços de amarração nas mudanças de direção da conduta.

Como principal inconveniente tem a soldadura, de execução cuidada, mas que se transforma numa vantagem uma vez que, quando propriamente executada garante uma estanquicidade perfeita. Nesta tubagem são utilizados acessórios soldados do mesmo material. Há ainda que analisar a necessidade de proteção catódica.

Esta tubagem tem sido utilizada em algumas estruturas principais das obras hidroagrícolas, pelo que não há grande experiência decorrente da utilização deste material, em diâmetros mais pequenos, não se tendo optado pela sua utilização na rede secundária.

### **CUSTOS DO MATERIAL**

Assim, fez-se uma análise do preço das tubagens mais utilizadas nos aproveitamentos hidroagrícolas, considerando os preços para os seguintes materiais: betão armado/pré-

esforçado com alma de aço; ferro fundido dúctil; PVC-O; e PEAD, para o que foram consultados os principais fabricantes/fornecedores nacionais em julho de 2023.

Para os custos de instalação da tubagem, uma vez que existe uma grande variação nos elementos fornecidos pelos fabricantes no que são os tempos de aplicação dos diversos materiais optou-se, neste estudo efetuar uma análise a partir dos 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. Na análise foram considerados os diâmetros interiores de cada uma das tubagens.

Verifica-se que a partir do diâmetro 800 mm o custo da tubagem de betão armado/pré-esforçado com alma de aço é bastante inferior ao do FFD e PEAD e similar ao do PVC-O. Nos diâmetros inferiores verifica-se que as tubagens de PEAD têm um custo da mesma ordem de grandeza do PVC-O até ao diâmetro 315 mm. No entanto, a partir do diâmetro 400 mm, os custos do PVC-O são bastante inferiores ao do PEAD.

### **SELEÇÃO DOS MATERIAIS**

Para este perímetro de rega e tendo em atenção a gama de materiais disponíveis, a sua durabilidade e fiabilidade optou-se pela adoção dos seguintes materiais:

- Diâmetros até 315 mm - PEAD (MRS 100) com soldadura topo a topo;
- Diâmetros entre 400 e 710 mm – PVC-O;
- Diâmetros iguais ou superiores a 800 mm - Betão com alma de aço (BT).

Para as tubagens em PEAD, os acessórios serão do mesmo material com soldadura topo a topo. Para as tubagens de PVC-O os acessórios serão do mesmo material ou em FFD. Para as tubagens em betão com alma de aço os acessórios serão do mesmo material ou em aço. A ligação entre os tubos deverá ser efetuada através de juntas automáticas.

Definiu-se como diâmetro mínimo nas condutas de rega 90 mm, na zona de pequena propriedade, e de 110 mm na zona de grande propriedade, para não limitar eventuais expansões/ajustamentos na rede de rega.

## 10 ANÁLISE TÉCNICO, ECONÓMICA E AMBIENTAL COMPARATIVA DAS ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO

### 10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para o abastecimento dos blocos de rega do Aravil e da Campina Norte analisaram-se três alternativas que diferem na pressão mínima a garantir aos agricultores e no recurso a estações elevatórias / reservatórios de regularização elevados. As alternativas analisadas foram as seguintes:

- **Alternativa 1:** Abastecimento dos blocos em alta pressão, garantindo-se o funcionamento dos equipamentos de rega a instalar a jusante do hidrante na parcela do agricultor (43 mca a montante do hidrante), a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas, que por sua vez seriam abastecidos a partir de estações elevatórias situadas junto ao CCG;
- **Alternativa 2:** Alternativa semelhante à anterior, mas onde apenas se garante o funcionamento dos equipamentos de rega coletiva, sendo a pressão mínima de 10 mca a montante do hidrante (rega em baixa pressão);
- **Alternativa 3:** Abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, sempre que possível a partir do reservatório de regularização localizado junto ao CCG no bloco da Campina Norte.

Para efetuar o dimensionamento do sistema de rega, para além do conhecimento das necessidades de água para rega no período de ponta foi necessário estabelecer as unidades de rega, localizar hidrantes e condutas, bem como estabelecer critérios e parâmetros de dimensionamento, como pressões mínimas a garantir em cada unidade de rega e caudais de dimensionamento, já referidos anteriormente.

A definição das unidades de rega, implantação dos hidrantes e bocas de rega e traçados da rede de rega, apresentam-se nos **Desenhos 2, 3 e 4**, para as várias alternativas, tendo sido analisados com os agricultores.

#### **Cálculo dos caudais de dimensionamento**

Para a definição dos caudais de dimensionamento, torna-se necessário o conhecimento de uma série de parâmetros, nomeadamente o método de distribuição de água, os métodos de rega, que irão ser utilizados pelos agricultores, e os horários mínimos de rega que deverão ser praticados.

Como as redes são idênticas nas alternativas 1 e 2, o cálculo dos caudais de dimensionamento foi idêntico para estas situações. Para a alternativa 3, como no bloco da Campina Norte se adotaram duas redes de rega independentes, originárias de dois reservatórios distintos, os caudais de dimensionamento foram recalculados para esta situação.

### **Dimensionamento hidráulico da rede de rega**

No dimensionamento de uma rede de rega, para além dos aspetos hidráulicos relacionados com as velocidades mínimas e máximas do escoamento, há que ter também em conta os custos de investimento a realizar na rede de rega, tendo em conta a cota piezométrica inicial disponível.

Para cada uma das alternativas estudadas, recorreu-se à técnica da programação linear para se obter a solução mais económica, pela qual é possível determinar, através de um processo iterativo, a solução de menor custo. De forma a resolver o problema de programação linear utilizou-se o método simplex modificado.

Uma vez que o cálculo dos caudais e o dimensionamento da rede de rega são similares nas várias alternativas optou-se por colocar dois capítulos iniciais relativos a estes dois temas antes da análise das alternativas propriamente dita.

## **10.2 CÁLCULO DOS CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO**

### **10.2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O dimensionamento da rede deve ser efetuado de modo a assegurar o transporte de determinados caudais, que conduzam a uma solução global equilibrada, quer em termos de custo, quer do ponto de vista das condições de funcionamento. Os parâmetros que caracterizam os métodos de distribuição de água são o caudal, a frequência e a duração da distribuição de água.

Na distribuição a pedido, normalmente não se restringe nem a frequência nem a duração de rega. A única restrição imposta ao agricultor é o caudal máximo que poderá ser derivado na boca de rega, que é função das necessidades de água das culturas e do tipo de instalações de rega a utilizar ao nível da parcela, condicionantes do tempo máximo de utilização das respetivas bocas de rega. Nesta situação, cada agricultor beneficiado tem total liberdade para abertura das bocas de rega ou hidrantes existentes na sua propriedade, sem efetuar qualquer aviso prévio aos responsáveis pela gestão do perímetro. Para efeito, os hidrantes / bocas de rega são equipados com um limitador de caudal.

Apesar da total liberdade na frequência e duração da rega, constata-se, na prática, que a percentagem de bocas de rega em funcionamento simultâneo varia na razão inversa do número

total de bocas existentes em determinada rede coletiva. Assim, cada troço da rede é dimensionado apenas para um certo número de bocas de rega em funcionamento simultâneo, inferior ao número total, e corresponde a uma certa probabilidade de ocorrência, pelo que em geral, os caudais específicos de dimensionamento diminuem de jusante para montante.

O caudal máximo que poderá, potencialmente, ser solicitado em cada troço da rede, será igual à soma do caudal nominal de todas as bocas de rega que se encontrem a jusante. Contudo, o consumo deste caudal apenas se verificará quando todas essas bocas se encontrarem em funcionamento simultâneo.

Neste contexto, como o funcionamento das diversas bocas é independente, a probabilidade de tal acontecer diminui com o aumento do número de bocas de rega. Assim, por um lado, habitualmente dimensionam-se os troços das extremidades da rede (troços que dominam de 4 a 10 bocas de rega) para a soma dos seus caudais nominais. Por outro, nas condutas principais não é razoável dimensionar as mesmas para transportar a soma dos caudais de todas as bocas instaladas na rede a jusante. Neste sentido, geralmente, dimensionam-se essas condutas para transportar um caudal correspondente a um determinado número de bocas de rega em funcionamento simultâneo e inferior ao número total de bocas instalado, de acordo com uma determinada probabilidade de ocorrência.

O caudal que será necessário transportar nos diversos troços da rede, para determinada probabilidade de não ser ultrapassado, pode ser calculado pela metodologia desenvolvida por Clément.

Assim, o primeiro modelo de Clément considera que o número de bocas de rega abertas, em simultâneo, numa rede de rega segue a distribuição Binomial, e que, a partir de 10 bocas de rega, pode ser aproximado pela distribuição normal. Este modelo é generalizadamente utilizado no dimensionamento de redes de rega com distribuição a pedido.

## 10.2.2 METODOLOGIA DE CÁLCULO

Na adoção do método de distribuição de água a pedido, considerando-se o primeiro modelo (ou primeira fórmula) de Clément, está subjacente que a probabilidade de todas as bocas de rega estarem simultaneamente abertas é reduzida, e que o número de bocas de rega abertas em simultâneo segue a distribuição binomial.

Na distribuição a pedido, o único parâmetro da distribuição que é restringido é o caudal máximo, que pode ser derivado em cada boca de rega, sendo que estas estão equipadas com um limitador de caudal.

O caudal máximo atribuído a cada boca de rega é definido de acordo com a ocupação cultural

preconizada e a dimensão da unidade de rega beneficiada. No entanto, é superior ao caudal fictício contínuo, de forma a dar ao agricultor um certo grau de liberdade na programação da rega. Este grau de liberdade é um indicador estabelecido em função da relação entre o caudal nominal atribuído a cada boca de rega e o caudal fictício contínuo.

Como o caudal máximo atribuído a cada boca de rega é superior ao caudal fictício contínuo, o tempo de funcionamento das diversas bocas de rega é inferior a 24 horas/dia.

Os parâmetros mais importantes para o dimensionamento das redes coletivas de rega, com distribuição a pedido, são os seguintes:

- a) Duração do período de ponta e tempo máximo de utilização das bocas de rega no período de ponta;
- b) Rendimento de utilização da rede;
- c) Probabilidade média de abertura das bocas de rega;
- d) Modelo probabilístico a adotar e qualidade de funcionamento.

De seguida analisa-se com maior pormenor cada um destes parâmetros.

#### **a) Duração do período de ponta (T) e tempo máximo de utilização das bocas de rega (T')**

Dado que o cálculo das necessidades de água foi efetuado com uma base mensal, considera-se que a duração do período de ponta (mês de julho) é de  $T=744$  horas (31 dias x 24 horas = 744 horas).

Tendo em conta o modelo cultural estabelecido e a cultura mais exigente, admitiu-se que o tempo máximo de utilização das bocas de rega, no período de ponta será de  $T'= 486$  horas (18 horas/dia x 27 dias).

#### **b) Rendimento de utilização (r)**

O dimensionamento das redes coletivas de rega é, geralmente, efetuado para atender aos consumos verificados em período de ponta com duração (T), que na região é o mês de julho, com uma duração total de 744 horas.

Contudo, durante este período, a rede de rega não é utilizada continuamente na sua máxima capacidade, existindo períodos mortos, durante os quais são solicitados caudais inferiores aos caudais de ponta. Assim, se considerarmos que  $T'$  é o período real de utilização da rede, poder-se-á definir o rendimento de utilização como a razão de  $T'$  por T.

#### **c) Probabilidade média de abertura das bocas de rega (p)**

A probabilidade média de abertura das bocas de rega é de grande importância para o cálculo dos caudais de dimensionamento, já que traduz o funcionamento das bocas de rega. Este corresponde à base da estimativa do número total de bocas de rega que entram em

funcionamento simultâneo e, conseqüentemente, do caudal máximo que previsivelmente será solicitado à rede em cada instante.

O tempo médio de funcionamento de um troço de rede ( $t'$ ), no qual existem R bocas de rega, é igual a:

$$t' = \frac{\text{Volume de água a aplicar}}{\text{caudal nominal}} = \frac{D T}{d R}$$

Onde:  $t'$  = tempo médio de funcionamento (horas); D = caudal fictício contínuo necessário para regar uma certa área ( $\text{m}^3/\text{h}$ ); T = tempo da duração do período de ponta (horas); d = caudal nominal das bocas de rega ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) e R = número de bocas de rega existentes na rede.

A frequência (F) ou a probabilidade (p) de funcionamento de uma boca de rega é obtida a partir da expressão:

$$p = \frac{1}{F} = \frac{t'}{T} = \frac{t'}{r T} = \frac{D}{r R d}$$

enquanto que  $(1 - p)$  corresponde à probabilidade de encontrar uma boca de rega fechada.

Caso exista mais do que uma classe de bocas de rega, sendo i o número de classes de bocas de rega estabelecido, a probabilidade média de abertura das bocas de cada classe é definida por:

$$p_i = \frac{D_i}{r_i R_i d_i}$$

No **Quadro 10.1** indicam-se as probabilidades de abertura das diversas classes das bocas de rega a instalar.

**Quadro 10.1 - Classes de caudais das bocas de rega e probabilidade de abertura**

Classe	Caudal		Probabilidade de abertura (%)
	( $\text{m}^3/\text{h}$ )	(l/s)	
1	15	15	36,8
2	20	20	57,7
3	30	30	55,8
4	40	40	57,3
5	60	60	51,6
6	80	80	58,0
7	100	100	60,4
8	120	120	66,0
9	140	140	64,4
10	160	160	69,0
11	180	180	66,6
12	200	200	71,9
13	220	220	80,8
14	240	240	78,8
15	260	260	78,9
16	280	280	80,2
17	300	300	79,6

#### d) Modelo probabilístico a adotar e qualidade de funcionamento

O modelo probabilístico adotado, primeira fórmula de Clément, descreve o processo de abertura e fecho das bocas de rega através da distribuição binomial, caracterizada pela média  $\mu = R p$  e variância  $\sigma^2 = R p (1 - p)$ .

A probabilidade acumulada,  $P_q$ , de haver um máximo de  $N$  bocas a funcionarem em simultâneo, no total de  $R$  existentes na rede, é

$$P_q = \sum_{K=0}^N C_R^K p^K (1-p)^{(R-K)}$$

onde:

$$C_R^K = \frac{R!}{K!(R-K)!}$$

é o número de combinações de  $K$  bocas em funcionamento simultâneo, num total de  $R$  bocas existentes na rede de rega.

Quando o número total de bocas existente na rede é suficientemente grande ( $R > 10$ ), e  $p$  é superior a 0,3, a distribuição binomial, que descreve o processo de abertura e fecho das bocas de rega, aproxima-se da distribuição normal.

A 1ª fórmula de Clément, que permite determinar o número de bocas de rega em funcionamento simultâneo, é então dada pela seguinte expressão:

$$N = R p + U(P_q) \sqrt{R p (1-p)}$$

Onde  $U(P_q)$  é a normal reduzida correspondente à probabilidade  $P_q$  da distribuição normal. Para troços que dominam até 5 bocas de rega, considera-se uma qualidade de funcionamento igual a 100 %, isto é, os troços são dimensionados para a soma dos caudais de todas as bocas de rega instaladas a jusante. Para os restantes troços utilizam-se valores de  $P_q$  que variam de 80 % a 99 %.

Os valores de  $U(P_q)$  e de  $P_q$ , com utilização generalizada no dimensionamento das redes coletivas de rega com distribuição a pedido são apresentados no **Quadro 10.2**.

**Quadro 10.2 - Valores da qualidade de funcionamento da rede.**

$P_q$	$U(P_q)$	$P_q$	$U(P_q)$
0,90	1,285	0,95	1,645
0,91	1,345	0,96	1,755
0,92	1,405	0,97	1,885
0,93	1,475	0,98	2,055
0,94	1,555	0,99	2,324

Assim, quando as bocas de rega têm o mesmo caudal nominal, o caudal de dimensionamento de um troço  $t$  de tubagem é dada por:

$$Q_t = R p d + U(P_q) \sqrt{R p (1-p) d^2}$$

e, caso existam várias classes de bocas de rega, o caudal calcula-se a partir de:

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

sendo  $i$  o número de classes de boca de rega existentes e  $d_i$  os caudais nominais correspondentes.

### 10.2.3 CÁLCULO DOS CAUDAIS A PEDIDO

Apesar do modelo estar associado a algumas limitações, este continua a ser o modelo mais recorrentemente utilizado. Deste modo, o cálculo dos caudais de dimensionamento da rede do perímetro de rega de Idanha-a-Nova foi efetuado através da primeira fórmula de Clément, recorrendo-se a um programa de cálculo automático, adotando os princípios definidos anteriormente.

No **Quadro 10.3 e 10.4** indicam-se os caudais totais de dimensionamento, bem como os caudais específicos correspondentes para os blocos do Aravil e da Campina Norte, para as várias alternativas.

**Quadro 10.3 - Caudais de dimensionamento na rede de rega. Alternativas 1 e 2**

Bloco	Área equipada das UR (ha)	Caudal total instalado, $Q_t$ (l/s)	Caudal de dimensionamento, $Q_d$ (l/s)	$Q_d/Q_t$ (%)	Caudal específico (l/s/ha)
Campina Norte	2 522,3	2 744	2 223	0,81	0,88
Aravil	2 381,0	2 417	2 101	0,87	0,88

**Quadro 10.4 - Caudais de dimensionamento na rede de rega. Alternativa 3**

Bloco	Área equipada das UR (ha)	Caudal total instalado, $Q_t$ (l/s)	Caudal de dimensionamento, $Q_d$ (l/s)	$Q_d/Q_t$ (%)	Caudal específico (l/s/ha)
Campina Norte Alto	1 516,6	1 553	1 375	0,89	0,91
Campina Norte Baixo	1 005,8	1 192	958	0,80	0,95
Aravil	2 381,0	2 417	2 101	0,87	0,88

## 10.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE DE REGA

### 10.3.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR À OTIMIZAÇÃO DA REDE DE REGA

O cálculo baseia-se no custo das tubagens e nas respetivas perdas de carga, sendo necessário definir o tipo de material a aplicar na constituição das condutas. Como já referido anteriormente, considerou-se a utilização de tubagens de PEAD para as tubagens até 315 mm, PVC-O entre 400 e 710 mm e em betão com alma de aço a partir dos 800 mm, inclusive.

Uma vez estabelecido os traçados das redes de rega, foram caracterizados todos os troços, relativamente ao comprimento, caudal de dimensionamento e cotas dos nós localizados a montante e a jusante. Caracterizadas as redes, as otimizações de diâmetros foram efetuadas através de um programa de cálculo automático baseado na programação linear (método do *simplex* modificado). A seleção dos diâmetros candidatos foi feita através da equação da continuidade, admitindo uma velocidade mínima de 0,5 m/s e máxima de 1,8 m/s. Na otimização das condutas elevatórias, tendo em conta o diâmetro, a velocidade máxima admitida foi de 2,0 m/s.

As perdas de carga contínua foram determinadas pela fórmula de *Colebrook-White*, admitindo uma rugosidade absoluta de 0,3 mm para as condutas de BT e de 0,03 mm para condutas em PEAD E PVC-O. Para além das perdas de carga contínuas, teve-se adicionalmente em consideração as perdas de carga localizadas tendo-se admitido um valor igual a 10 % das perdas de carga contínuas.

Para a definição dos custos, considerou-se o custo da tubagem propriamente dita, incluindo os elementos das juntas, os custos do movimento de terras e também os custos de mão-de-obra para a sua instalação.

As alternativas 1 e 2 partilham o mesmo traçado de rega e cada bloco será abastecido a partir de reservatórios localizados em cotas elevadas, sendo que a alternativa 1 funciona em alta pressão e a alternativa 2 a baixa pressão.

Na alternativa 3, a rede de rega será em baixa pressão. Nesta alternativa, a análise do bloco do Aravil é idêntica à da alternativa 2. Contudo, no bloco da Campina Norte pretende-se, sempre que possível, que o abastecimento ocorra a partir do reservatório localizado junto ao CCG. Tal como referido anteriormente, nesta situação realizou-se uma adaptação do traçado da rede de rega usado nas alternativas 1 e 2 no bloco da Campina Norte, tendo-se criado duas redes de rega distintas: uma rede de rega que deriva de um reservatório junto ao CCG (Campina Norte Baixo) e uma rede abastecida a partir de um reservatório situado a cotas elevadas (Campina Norte Alto).

Para a fixação do nível mínimo de exploração no reservatório e as alturas de elevação da estação de bombagem foi efetuada uma análise conjunta da rede de rega, conduta elevatória e da energia consumida ao longo da vida útil do projeto, que se considerou ser de 30 anos.

### **10.3.2 CRITÉRIOS PARA A OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA ELEVATÓRIO E DA REDE DE REGA**

A otimização mencionada anteriormente foi efetuada com base em preços atualizados aos fabricantes das tubagens de betão, PVC-O e PEAD incluindo movimentos de terra. Para os custos da estação elevatória, foram solicitados preços a um dos fabricantes mais usuais, tendo em conta várias alturas manométricas dos grupos eletrobomba. Com base nesses valores, foram estimados os custos do equipamento, instalações elétricas e construção civil, em função da altura de elevação da estação elevatória.

Para os preços de energia foram analisados os custos energéticos de vários anos recentes da estação elevatória da Laje do EFMA. Foram ainda analisados os consumos energéticos da estação elevatória do Aravil e do Ladoeiro, do AHI. Apesar da reduzida potência destas estações elevatórias, com potências contratadas iguais ou inferiores a 0,6 MVA, conclui-se que estes valores podem balizar os custos de energia praticados nos últimos anos. Verifica-se que o custo energético global, em 2022, foi um pouco superior a 0,30 €/kWh e que em 2023 esse custo baixou para um valor entre os 0,12 €/kWh e os 0,15 €/kWh. Tendo em conta os valores apresentados anteriormente, considerou-se um custo médio de energia de 0,15 €/kWh, valor este que inclui todos os encargos energéticos.

Tendo em conta que se prevê a instalação de uma central fotovoltaica junto à estação elevatória, cuja potência máxima para autoconsumo é de 1 MVA, considerou-se que o custo de energia proveniente de fontes renováveis é de 0,05 €/kWh. No entanto, se bem que nos meses de inverno a gestão dos volumes de água nos reservatórios poderá permitir bombear preferencialmente quando existe energia renovável disponível, nos meses de verão, onde se verificam os maiores consumos, a estação poderá funcionar durante mais de 18 horas por dia, não será possível bombear apenas durante o período com sol disponível. Por outro lado, a

potência das estações elevatórias será superior à potência instalada da central fotovoltaica. Assim, considerou-se um cenário em que 40% da energia é proveniente de fontes renováveis e 60% será proveniente do distribuidor de energia.

Por fim, foi ainda considerado um terceiro cenário em que, tendo em conta a conjuntura energética atual, o custo de energia sobe para os 0,30 €/kWh, tal como foi pago no ano de 2022 nas estações elevatórias do Ladoeiro e do Aravil.

Num sistema como o preconizado para o AHI, com bombagem para reservatórios elevados com uma rede gravítica a jusante, a otimização deverá ser efetuada em duas fases. Por um lado, o custo da rede de rega gravítica a jusante do reservatório baixa à medida que a cota do nível mínimo no reservatório é mais elevada. Pelo contrário, quando mais elevado for a cota do reservatório, mais cara será a conduta elevatória, para a mesma altura de elevação na estação elevatória, assim como os custos energéticos associados à bombagem.

Assim, foi efetuada numa primeira fase a otimização da rede de rega considerando o custo da tubagem instalada em vala, incluindo movimentos de terras. A otimização foi efetuada para os vários valores para a cota do NME estabelecidos para o reservatório.

O custo do sistema elevatório a montante do reservatório varia de acordo com a cota piezométrica à saída da estação elevatória e o nível no reservatório. Assim, a otimização foi efetuada considerando várias cotas piezométricas à saída da estação elevatória. Para cada um dos valores anteriores foram considerados os vários valores de NME do reservatório considerados anteriormente.

Após a otimização dos sistemas indicados anteriormente foram determinados os custos energéticos associados a cada uma das alturas de elevação.

Neste contexto, com base nas dotações médias anuais (4 438 m<sup>3</sup>/ha/ano) e na área total a regar de cada bloco determinou-se o volume elevado anualmente, o número de horas de bombagem por ano e as potências necessárias para cada uma das alturas de elevação testadas (considerando a perda de carga total na estação elevatória, um nível médio no reservatório que liga o CCG à estação elevatória à cota 215,5 – NPA à cota 217 m e NME à cota 214 m; e um rendimento da bombagem de 85 %). A otimização da rede a jusante foi efetuada considerando um nível no reservatório de 1 m acima do NME.

Para determinar a combinação mais económica determinou-se o Valor Atualizado Líquido (VAL) a 30 anos, considerando o custo da rede de rega, da estação elevatória e os custos energéticos anuais, para taxas de desconto de 4, 6 e 8 %.

Uma vez que se trata de um projeto de modernização em que já existe um elevado investimento em equipamentos de rega por parte dos agricultores, a adesão será considerável logo nos primeiros anos de exploração, uma vez que já regam atualmente. Também tendo em conta os investimentos efetuados nos últimos anos, é expectável que a taxa de adesão ao regadio seja bastante elevada no futuro. Assim, para o cálculo dos custos energéticos anuais foram considerados os seguintes valores para a taxa de adesão ao regadio:

**Quadro 10.5 - Taxa de adesão ao regadio**

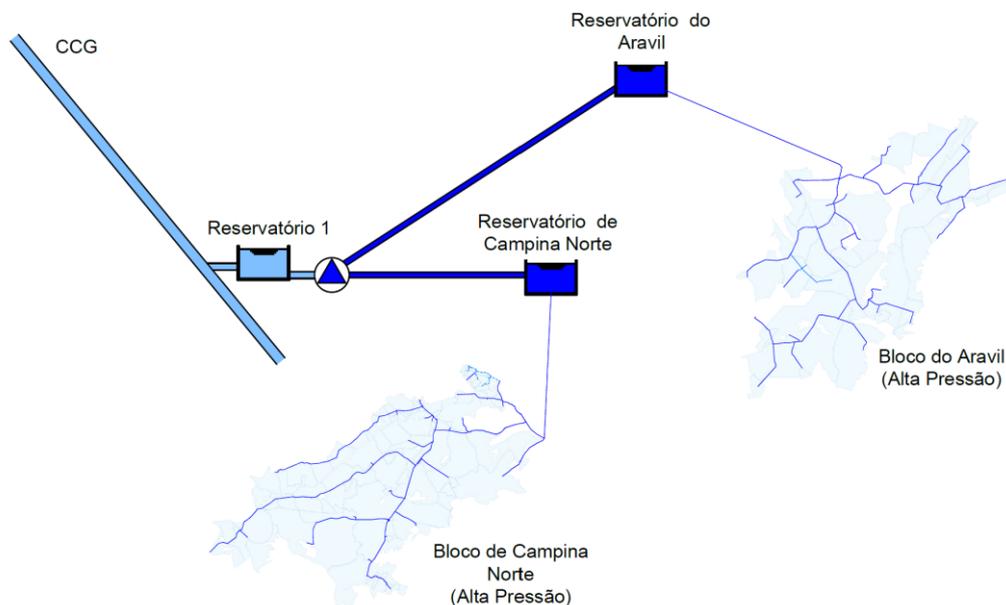
Anos	Taxa de adesão ao regadio
1º ano	70 %
2º ano	75 %
3º ano	80 %
4º ano	85 %
5º ao 30º ano	90 %

Os resultados da otimização obtidos para cada alternativa são apresentados nos pontos seguintes.

## **10.4 ALTERNATIVA 1 – ABASTECIMENTO DOS BLOCOS DE REGA EM ALTA PRESSÃO**

### **10.4.1 DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO**

Nesta solução os blocos da Campina Norte e do Aravil serão abastecidos em alta pressão, a partir de uma estação elevatória com dois patamares de elevação que elevará os volumes necessários para rega desde o reservatório localizado junto ao canal até dois reservatórios elevados: um a uma cota mais baixa que abastecerá o bloco de rega da Campina Norte e um segundo, localizado a uma cota mais elevada que abastecerá o bloco de Aravil. Na figura seguinte apresenta-se um esquema do sistema de abastecimento



**Figura 10.1 – Esquema de abastecimento da alternativa 1**

#### 10.4.2 OTIMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE ABASTECIMENTO

Nesta alternativa 1, em que o abastecimento dos blocos de rega será em alta pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas, considerou-se um valor mínimo para a pressão a montante dos hidrantes de 43 mca nos hidrantes, representando cerca de 35 mca a jusante das bocas de rega mais desfavoráveis.

A otimização foi efetuada para vários valores de cota do nível mínimo no reservatório e da cota piezométrica à saída da rede, tendo-se testado várias dezenas de combinações de valores para os blocos da Campina Norte e do Aravil.

Com base na metodologia descrita anteriormente, após a otimização das redes de rega e da conduta elevatória, foram determinados os custos energéticos associados a cada uma das alturas de elevação, considerando vários cenários para o custo médio de energia, incluindo encargos energéticos:

- Cenário 1 - 0,15 €/kWh que representa o valor atual;
- Cenário 2 - 0,05 €/kWh para a energia de fontes renováveis e 0,15 €/kWh para a energia proveniente da rede;
- Cenário 3 - 0,30 €/kWh num cenário de aumento generalizado do custo de energia tendo em conta fatores externos.

Os valores obtidos para os custos da conduta elevatória, das redes de rega (movimentos de terra e tubagens), estação elevatória e para o custo de energia são apresentados nos quadros seguintes, na solução para a qual se obteve um VAL mais baixo, considerando as várias taxas de desconto e os vários cenários de fornecimento de energia elétrica.

Para ambos os blocos de rega, verifica-se que o custo da rede de rega é o que tem maior impacto, sendo o custo da conduta elevatória e os custos energéticos pouco substanciais quando comparados com o primeiro.

**Quadro 10.6 – Campina Norte. Alternativa 1. Custo das infraestruturas e dos encargos energéticos anuais**

Cenário de fornecimento de energia	Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (m)	NME reservatório (m)	Custo da conduta elevatória (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da rede de rega (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da EE (x10 <sup>3</sup> €)	Custos energéticos anuais (x10 <sup>3</sup> €)
Taxa de atualização – 4%, 6% e 8%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	275	272	432	7 730	2 954	358
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	275	272	432	7 730	2 954	262
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	275	272	432	7 730	2 954	715

(1) Para caudal máximo

Ou seja, em todos os cenários e para todas as taxas de desconto a solução mais vantajosa obtém-se com a cota piezométrica à saída da estação elevatória de 275 m, e o nível mínimo no reservatório à cota 272 m, pelo que foi a adotada nesta alternativa.

Para o bloco do Aravil, os mesmos resultados são apresentados no quadro seguinte:

**Quadro 10.7 – Aravil. Alternativa 1. Custo das infraestruturas e dos encargos energéticos anuais**

Cenário de fornecimento de energia	Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (m)	NME reservatório (m)	Custo da conduta elevatória (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da rede de rega (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da EE (x10 <sup>3</sup> €)	Custos energéticos anuais (x10 <sup>3</sup> €)
Taxa de atualização – 4%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	298	294	752	8 786	3 320	454
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	298	294	752	8 786	3 320	333
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	293	290	901	9 291	3 240	858
Taxa de atualização – 6%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	298	294	752	8 786	3 320	454
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	300	296	752	8 656	3 351	341
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	295	291	752	9 140	3 272	878
Taxa de atualização – 8%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	298	294	752	8 786	3 320	454
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	303	299	752	8 493	3 399	352
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	296	292	752	9 007	3 288	888

(1) Para caudal máximo

Para o bloco do Aravil, os resultados variam de acordo com as taxas de desconto utilizadas. Considera-se que, face à atual conjuntura, a taxa de desconto de 4% é a mais razoável a adotar para a análise económica. Assim, para os vários cenários energéticos, a cota piezométrica que minimiza a VAL é obtida com valores da cota piezométrica à saída da estação elevatória entre 293 m e 298 m e que o NME se encontra entre a cota 290 m a 294 m. Tendo em conta a variabilidade das tarifas energéticas e que a diferença de custo não é muito significativa (inferior a 5%), optou-se por selecionar a solução que minimiza as alturas de elevação na estação elevatória, minimizando os futuros encargos energéticos de exploração, que corresponde à cota piezométrica à saída da estação elevatória de 293 m e o NME no reservatório à cota 290 m.

### 10.4.3 RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO

As futuras redes de rega serão concebidas para fornecer água a pedido. Isto significa que os utilizadores têm total liberdade para pôr em funcionamento o seu próprio sistema a qualquer momento, sendo a única restrição o caudal máximo que podem utilizar. Nesta situação, será necessário que o sistema de adução inclua estruturas de regulação e que existam volumes de reserva suficientes para o funcionamento normal.

O canal existente tem controlo por montante (canais com bermas paralelas ao fundo). Nesta situação, não é possível armazenar volumes de reserva no canal. Por esta razão, é necessário construir reservatórios no início das redes secundárias, um para cada bloco de rega.

As estruturas de regulação e os reservatórios minimizarão os tempos de resposta do sistema de adução, permitindo a satisfação imediata dos caudais solicitados nas redes de rega. Os reservatórios permitirão também satisfazer os caudais solicitados pelos agricultores, compensando as flutuações diárias das solicitações das redes secundárias e evitando o seu esvaziamento. Deste modo, evita-se a ocorrência de transientes hidráulicos que podem danificar as condutas e os equipamentos hidromecânicos. Os reservatórios foram dimensionados para permitir a regulação diária, considerando que a adução é efetuada durante 24 horas e a rega é efetuada durante um período máximo de 20 horas, para dar alguma folga relativamente ao tempo máximo de rega considerado anteriormente.

A filosofia básica adotada para o funcionamento do sistema adução/reservatório permite reduzir os caudais de ponta solicitados pelos blocos de rega que derivam diretamente dos reservatórios. O canal de adução transporta um caudal contínuo e constante. Assim, as variações bruscas dos caudais solicitados pelas redes secundárias (provocadas pela entrega a pedido) serão controladas pela variação dos volumes de água acumulados nos reservatórios.

Sempre que os caudais solicitados pela rede secundária aumentam, os reservatórios fornecem o volume adicional necessário, mantendo-se constante o caudal no canal principal. Quando os caudais solicitados pela rede secundária são reduzidos, os reservatórios armazenam o excesso transportado pelo canal principal. Este mecanismo, como já foi referido, evita a ocorrência de transientes hidráulicos, reduzindo o risco de esvaziamento do canal e de transbordos significativos nas estruturas de descarga.

Assim, os reservatórios de regularização foram concebidos com as seguintes funções:

- Armazenar, ou compensar, a diferença entre o volume captado durante 24 h e o consumido pelas redes secundárias de rega (distribuição) e que se considerou ser de 20 h para maior segurança;

- Permitir a rega quando os canais entram em funcionamento, de acordo com o tempo de resposta dos canais;
- Permitir o funcionamento do sistema de distribuição quando o canal principal ou as estações elevatórias suspendem o seu funcionamento durante oito horas no mês de ponta;
- Alimentar as redes de rega durante algum tempo nos meses de inverno (outubro a fevereiro), permitindo interromper o caudal no canal principal e na estação elevatória para reparação e/ou manutenção;

Para dimensionar os reservatórios, foram analisados os caudais específicos da rede de rega e da rede de condução, bem como os tempos de resposta a cada um dos reservatórios determinados pela simulação hidráulica preliminar que se apresenta no capítulo seguinte. Foi também analisado o volume necessário para 8 h de rega no mês de ponta e para regar nos meses de inverno. O volume mínimo de cada reservatório será dado pelo valor máximo das quatro condições acima mencionadas.

**Quadro 10.8 – Alternativa 1. Volumes mínimos necessários nos reservatórios de regularização**

Bloco de rega	Campina Norte	Aravil
Área do bloco de rega	2 522,3	2 381,0
Volume necessário para compensar a diferença de caudais diários	26 676	25 212
Tempos de resposta do canal (h)	2,5	
Volume necessário para compensar o tempo de resposta dos canais	37 260	
Volume necessário para 8 h de rega no mês de ponta	64 022	60 509
Volume necessário para a rega de inverno	24 139	22 786
<b>Volume mínimo do reservatório</b>	64 022	60 509

Os volumes necessários para compensar a diferença dos caudais diários e o tempo de resposta do canal poderão estar distribuídos pelo reservatório junto ao CCG e pelo reservatório elevado de cada bloco.

No entanto, para melhor funcionamento do canal e de modo a garantir uma maior eficiência do sistema (aspeto fundamental no futuro na gestão dos recursos hídricos existentes), é preferível que o reservatório junto ao CCG (R1) tenha uma capacidade correspondente ao volume necessário para compensar o tempo de resposta.

Os volumes necessários para regar 8 horas no mês de ponta e para a rega de inverno, uma vez que são volumes destinados a compensar falhas no funcionamento do sistema (canal ou estação elevatória), deverão estar armazenados nos reservatórios elevados.

Assim considerou-se, para as alternativas 1 e 2, que os volumes dos reservatórios serão os seguintes:

- Reservatório junto ao CCG – 37 dam<sup>3</sup>;
- Reservatório Campina Norte – 65 dam<sup>3</sup>;
- Reservatório Aravil – 60 dam<sup>3</sup>.

#### 10.4.4 SOLUÇÃO A ADOTAR NA ALTERNATIVA 1

Assim, tal como referido anteriormente optou-se pelas soluções que resultam num VAL mais baixo, considerando uma menor altura de elevação na estação elevatória. Apesar de se poder diminuir os custos energéticos através do recurso à energia solar, ao selecionar-se uma altura de elevação menor estamos a optar por um custo um pouco superior no investimento nas infraestruturas, mas com menores encargos para a exploração. Assim, a solução selecionada, nesta alternativa, para os dois blocos de rega, é a seguinte:

**Quadro 10.9 – Resumo da solução a adotar para a alternativa 1**

Bloco	Reservatório CCG			Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (mca)*	Reservatório elevado		
	Volume (dam <sup>3</sup> )	NmE	NPA		Volume (dam <sup>3</sup> )	NmE	NPA
Campina Norte	37	214	217	275	65	272	276
Aravil				293			

(1) Para caudal máximo

O dimensionamento hidráulico para ambos os blocos de rega para a alternativa 1 é resumido no **Quadro 10.10**. Como se pode verificar, a densidade da rede é relativamente baixa, na ordem dos 16,8 m/ha, mas normal para a região, visto as propriedades terem uma dimensão bastante considerável.

**Quadro 10.10 – Alternativa 1. Densidades e diâmetros máximos e mínimos do adutor e das redes de rega**

Bloco	Área equipada (ha)	Comprimento (km)	Densidade (m/ha)	φ máximo (mm)	φ mínimo (mm)
Campina Norte	2 522,3	38,9	15,4	1400	90
Aravil	2 381,0	43,7	18,4	1500	110
<b>Total</b>	<b>4 903,3</b>	<b>82,6</b>	<b>16,8</b>	<b>1500</b>	<b>90</b>

Assim, a Campina Norte terá 38,9 km de tubagens e no bloco de rega de Aravil serão instalados 43,7 km de condutas.

No que se refere à estação elevatória, os caudais e alturas de elevação estimadas nesta fase são os seguintes:

**Quadro 10.11 – Alternativa 1. Caudais e altura de elevação dos patamares da estação elevatória**

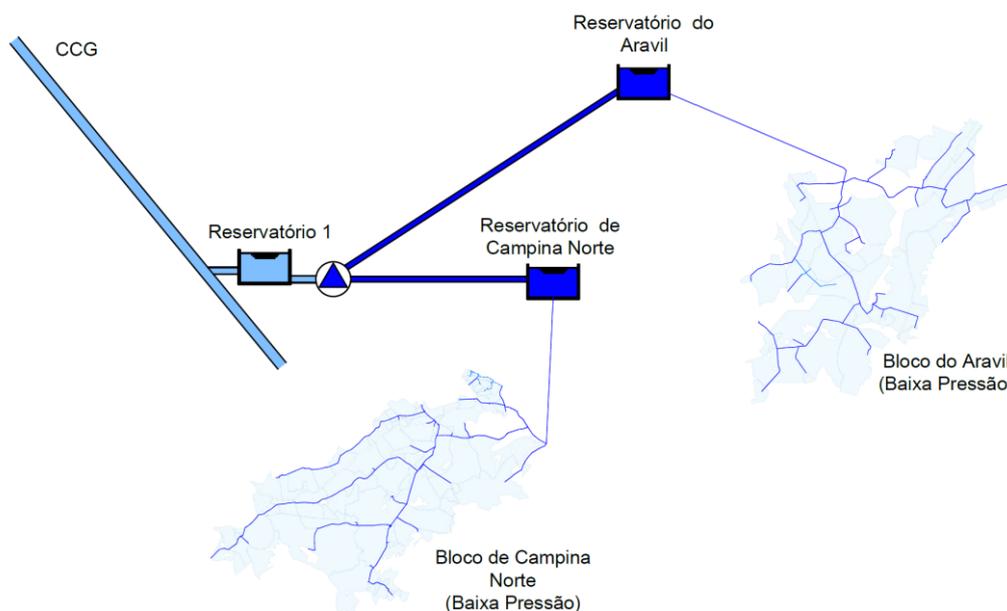
Bloco	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Altura de elevação (mca)
Campina Norte	2,2	67
Aravil	2,1	85

Nos **Desenho 2 e 4** apresenta-se a solução de abastecimento para a Campina Norte e Aravil, respetivamente.

## 10.5 ALTERNATIVA 2 – ABASTECIMENTO DOS BLOCOS DE REGA EM BAIXA PRESSÃO A PARTIR DE RESERVATÓRIOS LOCALIZADOS A COTAS ELEVADAS

### 10.5.1 DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO

Nesta solução, em tudo o resto semelhante à anterior, os blocos da Campina Norte e do Aravil serão abastecidos em baixa pressão. Na figura seguinte apresenta-se um esquema do sistema de abastecimento.



**Figura 10.2 – Esquema de abastecimento da alternativa 2**

## 10.5.2 OTIMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE ABASTECIMENTO

Na alternativa 2, em que o abastecimento dos blocos de rega será em baixa pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas, considerou-se um valor mínimo para a pressão a montante dos hidrantes de 10 mca nos hidrantes.

A otimização foi efetuada para vários valores para a cota do nível mínimo no reservatório e da cota piezométrica à saída da rede, tendo-se testado várias dezenas de combinações de valores para os blocos da Campina Norte e do Aravil.

Com base na metodologia descrita anteriormente, após a otimização dos sistemas indicados anteriormente foram determinados os custos energéticos associados a cada uma das alturas de elevação, considerando os cenários energéticos identificados anteriormente. Os valores obtidos para os custos da conduta elevatória, das redes de rega (movimentos de terra e tubagens), estação elevatória e para o custo de energia são apresentados nos quadros seguintes, na solução para a qual se obteve um VAL mais baixo, considerando as várias taxas de desconto e os vários cenários de fornecimento de energia elétrica.

**Quadro 10.12 – Campina Norte. Alternativa 2. Custo das infraestruturas e dos encargos energéticos anuais**

Cenário de fornecimento de energia	Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (m)	NM reservatório (m)	Custo da conduta elevatória (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da rede de rega (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da EE (x10 <sup>3</sup> €)	Custos energéticos anuais (x10 <sup>3</sup> €)
Taxa de atualização – 4%, 6% e 8%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	236	233	266	7 553	2 335	148
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	236	233	266	7 553	2 335	108
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	236	233	266	7 553	2 335	296

(1) Para caudal máximo

Ou seja, em todos os cenários e para todas as taxas de desconto a solução mais vantajosa obtém-se com a cota piezométrica à saída da estação elevatória de 236 m, e o nível mínimo no reservatório à cota 233 m, pelo que foi a adotada nesta alternativa.

Para o bloco do Aravil, os mesmos resultados são apresentados no quadro seguinte:

**Quadro 10.13 – Aravil. Alternativa 2. Custo das infraestruturas e dos encargos energéticos anuais**

Cenário de fornecimento de energia	Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (m)	NM reservatório (m)	Custo da conduta elevatória (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da rede de rega (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da EE (x10 <sup>3</sup> €)	Custos energéticos anuais (x10 <sup>3</sup> €)
Taxa de atualização – 4%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	262	258	977	8 187	2 748	272
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	262	258	977	8 187	2 748	199
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	258	254	977	8 676	2 684	503
Taxa de atualização –6%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	262	258	977	8 187	2 748	272
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	266	260	855	8 064	2 811	214
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	259	255	977	8 522	2 700	513
Taxa de atualização –8%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	262	258	977	8 187	2 748	272
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	268	262	855	7 955	2 843	221
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	260	256	977	8 389	2 716	523

(1) Para caudal máximo

Para o bloco do Aravil, os resultados variam de acordo com as taxas de desconto utilizadas. Tal como na alternativa 1 considerou-se que a taxa de desconto de 4% é a mais razoável a adotar para a análise económica. Assim, para os vários cenários energéticos, a cota piezométrica que minimiza a VAL é obtida com valores da cota piezométrica à saída da estação elevatória entre 258 m e 262 m e que o NME do reservatório se encontra entre a cota 254 m a 258 m.

No entanto, neste bloco de rega, existe um ponto alto, próximo do reservatório sendo necessário passar perto da cota 270 (zonas das Casas de Fernando Afonso na carta militar), não sendo possível desviar a conduta para uma zona mais baixa uma vez que se encontra instalado um dos amendoais intensivos. Assim, optou-se neste caso por selecionar uma solução que coloca o nível mínimo no reservatório a uma cota superior ao que seria a solução economicamente mais vantajosa, tendo-se selecionado a cota 265, para ter uma escavação máxima na ordem dos 8 m num troço curto.

### 10.5.3 RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO

Nesta alternativa os volumes necessários nos reservatórios de regularização são similares aos apresentados para a Alternativa 1.

### 10.5.4 SOLUÇÃO A ADOTAR NA ALTERNATIVA 2

Para a Campina Norte optou-se pela solução com um VAL mais baixo. Contudo, no bloco do Aravil a solução ótima levaria a que houvesse um troço da rede que teria de ser enterrado a profundidade superior a 10 m, dificultando a escolha desta opção do ponto de vista técnico. Assim optou-se por subir o nível mínimo do reservatório para uma cota superior, quando comparado com a solução ótima identificada. A solução selecionada, nesta alternativa, é a seguinte:

**Quadro 10.14 – Resumo da solução a adotar para a alternativa 2**

Bloco	Reservatório CCG			Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (mca)	Reservatório elevado		
	Volume (dam <sup>3</sup> )	NmE	NPA		Volume (dam <sup>3</sup> )	NmE	NPA
Campina Norte	37	214	217	236	65	233	237
Aravil				268			

(1) Para caudal máximo

O dimensionamento hidráulico para ambos os blocos de rega para a alternativa 2 é resumido no **Quadro 10.15**. Como se pode verificar, a densidade da rede é relativamente baixa, na ordem dos 16,6 m/ha, mas normal para a região pelas razões apontadas anteriormente.

**Quadro 10.15 – Alternativa 2. Densidades e diâmetros máximos e mínimos do adutor e das redes de rega**

Bloco	Área equipada (ha)	Comprimento (km)	Densidade (m/ha)	φ máximo (mm)	φ mínimo (mm)
Campina Norte	2 522,3	38,5	15,3	1300	90
Aravil	2 381,0	43,1	18,1	1300	110
<b>Total</b>	<b>4 903,3</b>	<b>81,6</b>	<b>16,6</b>	<b>1300</b>	<b>90</b>

Assim, o bloco da Campina Norte terá 38,5 km de tubagens e no bloco de rega de Aravil serão instalados 43,1 km de condutas.

No que se refere à estação elevatória, os caudais e alturas de elevação estimadas nesta fase são os seguintes:

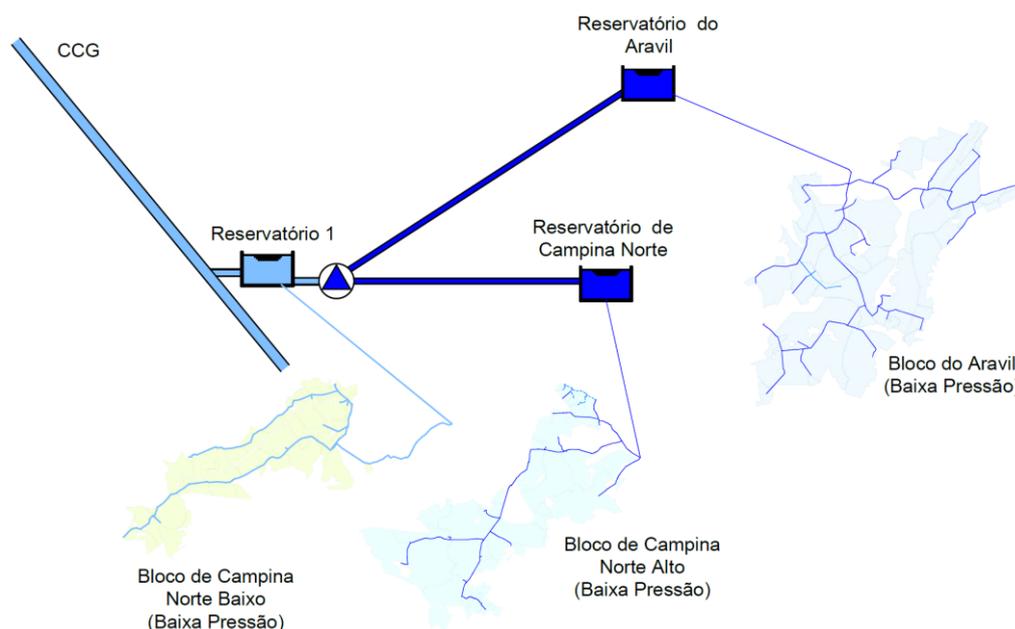
**Quadro 10.16 – Alternativa 2. Caudais e altura de elevação dos patamares da estação elevatória**

Bloco	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Altura de elevação (mca)
Campina Norte	2,2	28
Aravil	2,1	60

## 10.6 ALTERNATIVA 3 - ABASTECIMENTO DOS BLOCOS DE REGA EM BAIXA PRESSÃO PARCIALMENTE A PARTIR DE RESERVATÓRIOS LOCALIZADOS JUNTO AO CCG

### 10.6.1 DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO

Nesta alternativa os blocos da Campina Norte e do Aravil serão abastecidos em baixa pressão. Contudo, analisou-se a possibilidade de parte da rede de rega do bloco da Campina Norte ser alimentado diretamente a partir do reservatório localizado junto ao CCG, sem recurso a uma estação elevatória. Na figura seguinte apresenta-se um esquema do sistema de abastecimento



**Figura 10.3 – Esquema de abastecimento da alternativa 3**

## 10.6.2 OTIMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE ABASTECIMENTO

Nesta alternativa o dimensionamento para o bloco do Aravil será idêntico ao da alternativa 2, uma vez que as cotas mais elevadas do bloco do Aravil implicam sempre o uso de um reservatório de regularização elevado e a respetiva estação elevatória.

Como já referido anteriormente, nesta alternativa realizou-se uma adaptação do traçado da rede de rega usado nas alternativas anteriores no bloco da Campina Norte, tendo-se criado duas redes de rega distintas: Campina Norte Alto e Campina Norte Baixo. Tendo em conta a altimetria do bloco, em que a zona a sudeste do bloco é mais baixa, delineou-se nesta zona uma rede de rega independente, que deriva do reservatório localizado junto ao CCG, conseguindo-se beneficiar 1005,8 ha. Uma segunda rede foi delineada para a parte mais alta do bloco, que será abastecida por um reservatório localizado a uma cota mais elevada, abastecido a partir da estação elevatória, beneficiando uma área de 1516,6 ha.

Nesta alternativa, como o intuito assenta numa poupança de energia, a rega será em baixa pressão (pressão mínima de 10 mca a montante do hidrante) para toda a área de rega.

Assim, a otimização foi efetuada com base nos princípios indicados anteriormente sendo apenas necessário selecionar as cotas para o NmE do reservatório e para a estação elevatória da rede de Campina Norte Alto. A rede de rega da Campina Norte Baixo será abastecida a partir do reservatório localizado junto ao CCG, sendo a cota média do nível de água de 215,5 m (NPA à cota 217,0 m).

Com base na metodologia descrita anteriormente, após a otimização do sistema de rega foram determinados os custos energéticos associados a cada uma das alturas de elevação, considerando os cenários energéticos já descritos anteriormente. Os valores obtidos para os custos da conduta elevatória, das redes de rega (movimentos de terra e tubagens), estação elevatória e para o custo de energia são apresentados nos quadros seguintes, na solução para a qual se obteve um VAL mais baixo, considerando as várias taxas de desconto e os vários cenários de fornecimento de energia elétrica.

**Quadro 10.17 – Campina Norte Alto. Alternativa 3. Custo das infraestruturas e dos encargos energéticos anuais**

Cenário de fornecimento de energia	Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (m)	NM reservatório (m)	Custo da conduta elevatória (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da rede de rega (x10 <sup>3</sup> €)	Custo da EE (x10 <sup>3</sup> €)	Custos energéticos anuais (x10 <sup>3</sup> €)
Taxa de atualização – 4%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	241	238	290	4 755	2 013	105
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	241	238	290	4 755	2 013	77
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	240	237	290	4 817	2 002	204
Taxa de atualização – 6%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	241	238	290	4 755	2 013	105
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	242	239	290	4 712	2 025	79
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	240	237	290	4 817	2 002	204
Taxa de atualização – 8%						
<b>Cenário 1</b> E-redes – 0,15 €/kWh	241	238	290	4 755	2 013	105
<b>Cenário 2</b> E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh	243	240	290	4 763	2 037	82
<b>Cenário 3</b> E-redes – 0,30 €/kWh	240	237	290	4 817	2 002	204

(1) Para caudal máximo

Para o bloco da Campina Norte Alto os resultados variam de acordo com as taxas de desconto utilizadas. Tal como nas anteriores alternativas considerou-se que a taxa de desconto de 4% é a mais razoável a adotar para a análise económica. Assim, para os vários cenários energéticos, a cota piezométrica que minimiza a VAL é obtida com valores da cota piezométrica à saída da estação elevatória entre 240 m e 241 m e que o NME se encontra entre a cota 237 m a 238 m. Da mesma forma que para a alternativa anterior, tendo em conta a variabilidade das tarifas energéticas e que a diferença de custo não é muito significativa (inferior a 2%), optou-se por seleccionar a solução que minimiza as alturas de elevação na estação elevatória, minimizando os futuros encargos de exploração, que corresponde à cota piezométrica à saída da estação elevatória de 240 m e o NME no reservatório à cota 237 m

### 10.6.3 RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO

Nesta alternativa os volumes necessários nos reservatórios de regularização do Aravil são similares aos apresentados para as alternativas 1 e 2. Para o reservatório de regularização da Campina Norte, os volumes de regularização necessários para a Campina Norte Baixo terão de ser disponibilizados no reservatório junto ao CCG.

**Quadro 10.18 – Alternativa 3. Volumes mínimos necessários nos reservatórios de regularização**

Bloco de rega	Campina Norte Alto	Campina Norte Baixo	Aravil
Área do bloco de rega	1517	1006	2381
Volume necessário para compensar a diferença de caudais diários	26 676		25 212
Tempos de resposta do canal h)	2,5		
Volume necessário para compensar o tempo de resposta dos canais	37 260		
Volume necessário para 8 h de rega no mês de ponta	32 688	27 590	60 509
Volume necessário para a rega de inverno	14 514	9 626	22 786
<b>Volume mínimo do reservatório</b>	32 688	27 590	60 509

Assim considerou-se, para a alternativa 3, que os volumes dos reservatórios serão os seguintes:

- Reservatório junto ao CCG – 37 dam<sup>3</sup>;
- Reservatório Campina Norte Alto – 35 dam<sup>3</sup>;
- Reservatório Aravil – 60 dam<sup>3</sup>.

### 10.6.4 SOLUÇÃO A ADOTAR NA ALTERNATIVA 3

Novamente, as diferenças são pouco significativas, tendo-se optado pela solução em que a altura de elevação fosse mais baixas (VAL mais baixo com taxa de 4 %), de forma a minimizar os encargos na fase de exploração. A solução selecionada, nesta alternativa, é a seguinte:

**Quadro 10.19 – Resumo da solução a adotar para a alternativa 3**

Bloco	Reservatório CCG			Cota piezométrica à saída da EE <sup>(1)</sup> (mca)	Reservatório elevado		
	Volume (dam <sup>3</sup> )	NmE	NPA		Volume (dam <sup>3</sup> )	NmE	NPA
Campina Norte Alto	37	214	217	240	35	237	241
Campina Norte Baixo				-	-	-	-
Aravil				268	60	265	269

(1) Para caudal máximo

O dimensionamento hidráulico para ambos os blocos de rega para a alternativa 3 é resumido no **Quadro 10.20**. Como se pode verificar, a densidade da rede apesar de relativamente baixa, é mais elevada que nas alternativas anteriores.

**Quadro 10.20 – Alternativa 3. Densidades e diâmetros máximos e mínimos do adutor e das redes de rega**

Bloco	Área equipada (ha)	Comprimento (km)	Densidade (m/ha)	φ máximo (mm)	φ mínimo (mm)
Campina Norte Alto	1 516,6	22,4	14,8	1200	90
Campina Norte Baixo	1 005,8	20,7	20,5	1200	110
Aravil	2 381,0	43,1	18,1	1300	110
<b>Total</b>	<b>4 903,3</b>	<b>86,2</b>	<b>17,6</b>	<b>1300</b>	<b>90</b>

Assim, a Campina Norte terá um total de 43,1 km de tubagens e no bloco de rega do Aravil serão instalados 43,1 km de condutas.

No que se refere à estação elevatória, os caudais e alturas de elevação estimadas nesta fase são os seguintes:

**Quadro 10.21 – Alternativa 3. Caudais e altura de elevação dos patamares da estação elevatória**

Bloco	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Altura de elevação (mca)
Campina Norte Alto	1,4	32
Aravil	2,1	60

## 10.7 ANÁLISE TÉCNICO, ECONÓMICA E AMBIENTAL COMPARATIVA

### 10.7.1 ANÁLISE TÉCNICA

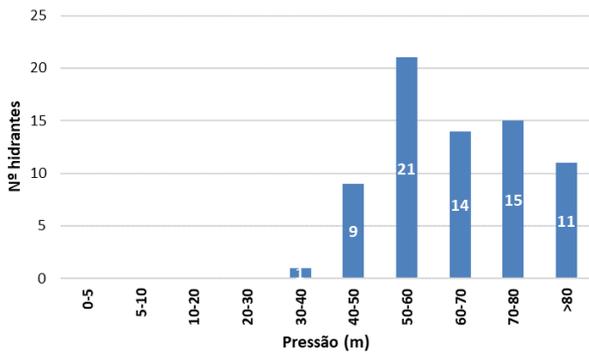
Comparando as três alternativas, verifica-se que a alternativa 1 é a única que garante um abastecimento em alta pressão a todos os hidrantes, permitindo o funcionamento dos equipamentos de rega a instalar a jusante do hidrante na parcela do agricultor sem necessidades adicionais de bombagem. Contudo, visto a maioria dos proprietários já ter investido em equipamentos de bombagem e charcas para reserva de água, não é imperativo garantir pressão além da necessária para o funcionamento dos equipamentos de rega coletiva, pelo que as alternativas 2 e 3 permitem um uso mais eficiente das infraestruturas existentes.

Por outro lado, o facto de se colocar água sem pressão nas parcelas dos agricultores, evita a existência de excessos de energia nalgumas zonas da rede de rega, situação essa que ocorre na

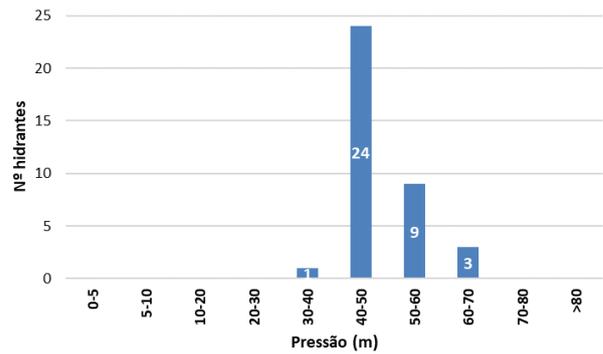
alternativa em que se abastecem todas as parcelas em alta pressão. Assim, foi efetuada uma análise das pressões disponíveis a montante dos hidrantes, para melhor se analisar esta questão. De referir que a perda de carga nos hidrantes pode variar entre 4 e 8 mca. Na figura seguinte pode visualizar-se o número de hidrantes distribuídos de acordo com a carga mínima disponível.

### Alternativa 1

#### Campina Norte

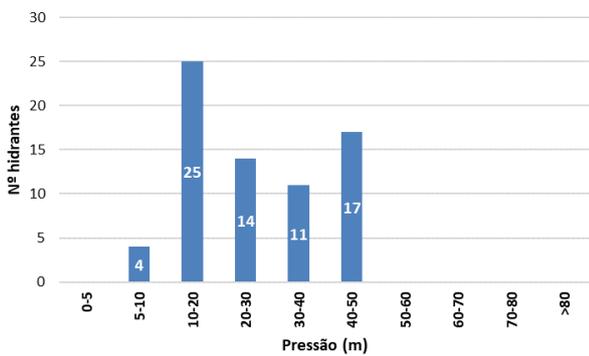


#### Aravil

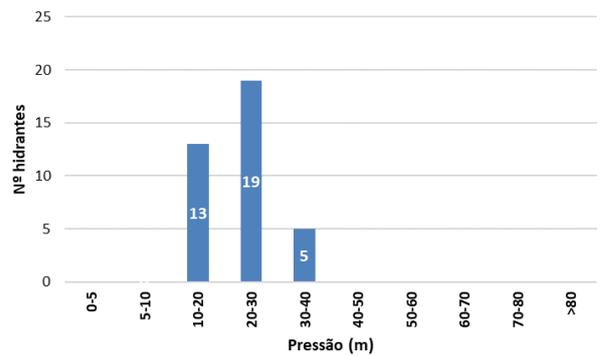


### Alternativa 2

#### Campina Norte

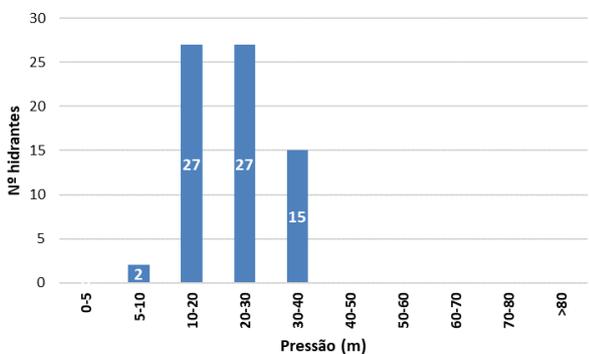


#### Aravil



### Alternativa 3

#### Campina Norte



#### Aravil

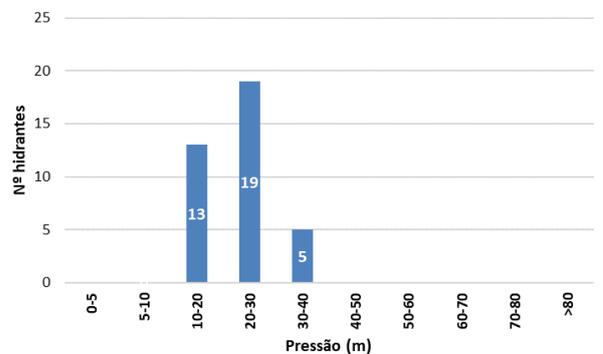


Figura 10.4 - Distribuição dos hidrantes de acordo com a pressão mínima disponível a montante destes

Neste contexto, na alternativa 1 (com funcionamento em alta pressão) no bloco da Campina Norte garante-se praticamente em todos os hidrantes uma carga mínima de 40 mca (correspondente a uma pressão mínima a jusante de 35 mca). No entanto, como se pode analisar pelos gráficos anteriores, para se conseguir garantir esta pressão em todos os hidrantes, 56% dos mesmos tem pressão superior a 60 mca, o que significa que essa energia terá de ser dissipada antes de entrar na rede do agricultor. Normalmente colocam-se pilotos redutores de pressão nas válvulas hidráulicas que limitam a pressão a jusante a 40 mca, para evitar danos nos equipamentos das parcelas dos agricultores. Refere-se ainda que 15% dos hidrantes têm pressões superiores a 80 mca, o que representa um desperdício de energia considerável.

Para o bloco do Aravil, na alternativa 1, a distribuição dos hidrantes com excesso de pressão é mais equilibrada. Ainda assim, 32% dos hidrantes tem mais de 50 mca, sendo que apenas 8% tem pressão superior a 60 mca.

Na alternativa 2 (funcionamento em baixa pressão), no bloco da Campina Norte, garante-se em praticamente todos os hidrantes uma carga de 10 mca (ou ligeiramente inferior). Contudo, para garantir esta pressão mínima em todos os hidrantes, cerca de 24% dos hidrantes têm uma pressão superior a 40 mca, significando que são abastecidos em alta pressão. No bloco do Aravil, a distribuição é mais uniforme, variando maioritariamente entre 10 e 30 mca.

Na alternativa 3, a situação no Aravil é idêntica à alternativa 2. Quanto ao bloco da Campina Norte, como foi dividido em dois sub-blocos tendo em conta a altimetria deste, um deles abastecido a partir do reservatório localizado junto ao CCG (sem recurso a estação elevatória), existe uma menor variação na gama de pressão disponível, sendo a amplitude mais baixa (cerca de 80 % dos hidrantes têm uma pressão mínima entre 10 e 30 m).

Assim, do ponto de vista do equilíbrio das pressões existentes e de forma a minimizar o desperdício energético, as soluções 2 e 3 são mais equilibradas. Caso se opte pela solução 2, em que alguns hidrantes, face à sua localização, têm carga suficiente para o funcionamento em pressão, poderá adotar-se um tarifário semelhante ao que é praticado na EDIA e agora proposto para o Aproveitamento Hidroagrícola do Crato em que a taxa de exploração relativa ao fornecimento de água em explorações agrícolas é diferenciada da seguinte forma, independentemente do bloco de rega onde se inserem:

- À saída da rede secundária, para fornecimento de água a explorações agrícolas em alta pressão ( $\geq 3$  bar);
- À saída da rede secundária, para fornecimento de água a explorações agrícolas em baixa pressão ( $< 3$  bar).

No sentido de fomentar a concentração da utilização da energia nos períodos mais vantajosos do tarifário elétrico, a taxa de exploração referida na alínea anterior poderá ser agravada ou reduzida em função dos períodos do horário de rega.

O valor limite adotado pela EDIA (de 3 bar) poderá ser ajustado para 3,5 bar, caso assim se pretenda.

Ainda do ponto de vista energético, o consumo energético é mais elevado na alternativa 1 de alta pressão, reduzindo-se na alternativa 2 e tendo o seu valor mínimo na alternativa 3, uma vez que parte da rede não é pressurizada.

No que respeita aos traçados das redes de rega, a alternativa 3, poderá ter mais dificuldade em ser executada uma vez que obriga à instalação de condutas paralelas em alguns troços, o que, tendo em conta a ocupação cultural da maioria da área de rega torna difícil a sua implantação. Esta alternativa tem uma maior extensão de condutas instaladas (cerca de 4,5 km adicionais).

Por outro lado, na alternativa 1, tanto no bloco da Campina Norte como no Aravil, a pressão é mais elevada sendo necessário recorrer a tubagens de classe de pressão superior, o que torna a rede de rega mais onerosa.

No bloco do Aravil, nas alternativas 2 e 3, junto ao reservatório haverá um troço curto que será implantado a uma profundidade da ordem dos 8 m, o que tendo em conta a natureza rochosa do terreno, trará alguma dificuldade na fase de instalação.

### **10.7.2 ANÁLISE ECONÓMICA**

A análise económica foi efetuada considerando os custos dos reservatórios, estação elevatória, conduta elevatória, redes de rega e SAT. Não foram incluídos os custos do estaleiro.

#### **Estimativa de custos de investimento**

Após selecionar as alturas de elevação dos dois patamares da estação elevatória e o posicionamento do reservatório de regularização elevado, efetuou-se a estimativa de custos para as diversas infraestruturas, para as várias alternativas, que se apresenta no quadro seguinte:

**Quadro 10.22 – Custos de investimento das infraestruturas**

Bloco	Reservatório CCG (x10 <sup>3</sup> €)	Estação elevatória (x10 <sup>3</sup> €)	Reservatório elevado (x10 <sup>3</sup> €)	Rede de rega <sup>(1)</sup> (x10 <sup>3</sup> €)	Total (x10 <sup>3</sup> €)
<b>Alternativa 1</b>					
Campina Norte	2720	2954	3570	12249	20133
Aravil		3240	3400	13472	21472
<b>Total</b>					<b>41605</b>
<b>Alternativa 2</b>					
Campina Norte	2720	2335	3570	11564	18829
Aravil		2843	3400	12605	20208
<b>Total</b>					<b>39037</b>
<b>Alternativa 3</b>					
Campina Norte	2720	2002	2040	14010	19412
Aravil		2843	3400	12605	20208
<b>Total</b>					<b>39620</b>

(1) Inclui adutor, rede de rega e SAT

Pela análise dos quadros anteriores, a solução que conduz a menores custos de investimento é a alternativa 2, sendo que a diferença entre esta e a alternativa 3 é da ordem de 1,5 % o que, nesta fase, significa que os custos são equivalentes.

Apesar da rede de rega e o reservatório junto ao canal serem mais caros na alternativa 3, estes são compensados pelo menor custo da estação elevatória e do reservatório elevado.

#### **Estimativa dos encargos anuais de manutenção e conservação**

A estimativa dos encargos anuais de manutenção e conservação foi efetuada com base nas percentagens sobre os valores do investimento, diferenciados pela construção civil e equipamentos e instalações elétricas, para as diferentes décadas de vida útil, que se apresentam no quadro seguinte. Considerou-se ainda uma verba a meio da vida útil para grandes reparações /substituições, correspondente a 50% do custo dos equipamentos e instalações elétricas.

**Quadro 10.23 – Percentagens usadas para o cálculo dos encargos anuais de manutenção e conservação**

Elemento	1ª década	2ª década	3ª década
Construção civil	0,5	0,7	1,0
Equipamentos e instalações elétricas	1,5	2,0	2,5

Para o cálculo acima identificado foi necessário dividir os custos de investimento pelas suas componentes de construção civil, equipamentos e instalações elétricas, que se apresentam no quadro seguinte:

**Quadro 10.24 – Custos de investimento diferenciados por tipologia de obra**

Bloco	Reservatório CCG (x10 <sup>3</sup> €)		Estação elevatória (x10 <sup>3</sup> €)		Reservatório elevado (x10 <sup>3</sup> €)		Rede de rega <sup>(1)</sup> (x10 <sup>3</sup> €)		Total (x10 <sup>3</sup> €)	
	C. Civil	Equip. Inst. elet.	C. Civil	Equip. Inst. elet.	C. Civil	Equip. Inst. elet.	C. Civil	Equip. Inst. elet.	C. Civil	Equip. Inst. elet.
<b>Alternativa 1</b>										
<b>Campina Norte</b>	1768	952	1625	1329	2321	1250	10969	1280	15798	4335
<b>Aravil</b>			1620	1620	2210	1190	12306	1166	17020	4452
<b>Total</b>									<b>32818</b>	<b>8787</b>
<b>Alternativa 2</b>										
<b>Campina Norte</b>	1768	952	1284	1051	2321	1250	10291	1273	14780	4049
<b>Aravil</b>			1564	1279	2210	1190	11463	1142	16121	4087
<b>Total</b>									<b>30900</b>	<b>8137</b>
<b>Alternativa 3</b>										
<b>Campina Norte</b>	1768	952	1301	701	1326	714	12647	1363	16158	3254
<b>Aravil</b>			1564	1279	2210	1190	11463	1142	16121	4087
<b>Total</b>									<b>32279</b>	<b>7341</b>

(2) Inclui adutor, rede de rega e SAT

Os encargos anuais de manutenção e conservação são apresentados no quadro seguinte:

**Quadro 10.25 – Encargos anuais de manutenção e conservação**

Alternativa	1ª década (x10 <sup>3</sup> €)	2ª década (x10 <sup>3</sup> €)	3ª década (x10 <sup>3</sup> €)	Reposição de equipamento e inst. elétricas (15º ano) (x10 <sup>3</sup> €)
<b>Alternativa 1</b>	296	405	548	4393
<b>Alternativa 2</b>	277	379	512	4068
<b>Alternativa 3</b>	272	373	506	3671

Apesar dos encargos de manutenção e conservação serem proporcionais aos custos de investimento, a solução que apresenta um menor encargo anual corresponde à alternativa 3, tendo em conta o menor peso dos equipamentos e instalações elétricas da estação elevatória.

### Estimativa dos encargos de exploração

Para a estimativa dos encargos de exploração considerou-se apenas a energia necessária nas estações elevatórias. A análise foi efetuada considerando o cenário energético 1 e 2, uma vez que são os mais prováveis de ocorrer no curto prazo, tendo o cenário 3 sido usado para uma análise de sensibilidade a este fator, e tendo em conta a taxa de adesão ao regadio considerada anteriormente. Os resultados apresentam-se no quadro seguinte:

**Quadro 10.26 – Encargos anuais de exploração**

	Taxa de adesão ao regadio	Cenário 1 E-redes – 0,15 €/kWh (x10 <sup>3</sup> €)	Cenário 2 E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh (x10 <sup>3</sup> €)
<b>Alternativa 1</b>			
1º ano	70 %	551	404
2º ano	75 %	590	433
3º ano	80 %	629	461
4º ano	85 %	669	490
5º ao 30º ano	90 %	708	519
<b>Alternativa 2</b>			
1º ano	70 %	315	231
2º ano	75 %	337	247
3º ano	80 %	360	264
4º ano	85 %	382	280
5º ao 30º ano	90 %	405	297
<b>Alternativa 3</b>			
1º ano	70 %	283	207
2º ano	75 %	303	222
3º ano	80 %	323	237
4º ano	85 %	343	252
5º ao 30º ano	90 %	363	267

A solução que conduz a custos de exploração mais baixos é a alternativa 3, em que em plena exploração, considerando uma taxa de adesão de 90%, o custo é cerca de 12% mais baixa quando comparada com a alternativa 2 e praticamente metade da alternativa 1, para ambos os cenários energéticos.

### Valor atualizado líquido

Para cada uma das alternativas foram calculados os valores atualizados líquidos, considerando as várias taxas de desconto e os vários cenários de fornecimento de energia elétrica, que se apresentam no quadro seguinte:

**Quadro 10.27 – Valor atualizado líquido das alternativas para os cenários energéticos**

(x10 <sup>3</sup> €)	4%	6%	8%
<b>Cenário 1</b>			
E-redes – 0,15 €/kWh			
<b>Alternativa 1</b>	60165	54654	50607
<b>Alternativa 2</b>	52218	47997	44867
<b>Alternativa 3</b>	51804	47799	44819
<b>Cenário 2</b>			
E-redes (60%) – 0,15 €/kWh e fotovoltaica (40%) – 0,05 €/kWh			
<b>Alternativa 1</b>	57119	52291	48723
<b>Alternativa 2</b>	50476	46645	43789
<b>Alternativa 3</b>	50240	46586	43852

Da análise efetuada verifica-se que a solução que conduz a um menor valor da VAL é a alternativa 3, em ambos os cenários energéticos, e para todas as taxas de desconto, embora praticamente igual ao que se obtém na alternativa 2, pelo que as duas alternativas são equivalentes em termos económicos.

### **10.7.3 ANÁLISE AMBIENTAL**

Do ponto de vista ambiental as três alternativas são similares, uma vez que os reservatórios existem em todas as versões, embora com volumes diferentes. Os traçados das condutas são similares nas alternativas 1 e 2, sendo que a alternativa 3 pode ser considerada um pouco mais desfavorável uma vez que tem um comprimento acrescido de 4,5 km.

Tendo em conta o desperdício de energia, do ponto de vista ambiental, as alternativas 2 e 3 são mais vantajosas, pelas razões já enumeradas anteriormente.

### **10.7.4 CONCLUSÕES**

Com base na análise apresentada anteriormente foi elaborado um quadro resumo com os pontos fortes e fracos mais importantes em cada uma das alternativas.

**Quadro 10.28 – Resumo dos pontos fortes e fracos das alternativas analisadas**

	<b>Alternativa</b>	<b>Pontos fortes</b>	<b>Pontos fracos</b>
<b>Qualidade do fornecimento</b>	Alternativa 1	Abastecimento em alta pressão Sem necessidade adicional de bombagem na parcela	Não se faz uso dos investimentos individuais dos agricultores Maior dependência da estação elevatória coletiva
	Alternativa 2	Aproveitamento dos investimentos individuais dos agricultores Menor dependência da estação elevatória coletiva uma vez que a pressão é fornecida na parcela	Abastecimento em baixa pressão Necessidade adicional de bombagem na parcela
	Alternativa 3	Aproveitamento dos investimentos individuais dos agricultores Menor dependência da estação elevatória coletiva uma vez que a pressão é fornecida na parcela	Abastecimento em baixa pressão Necessidade adicional de bombagem na parcela
<b>Energia</b>	Alternativa 1		Para garantir as pressões mínimas em todos os hidrantes, no bloco da Campina Norte 56% dos mesmos tem pressão superior a 60 mca e 15% dos hidrantes têm pressões superiores a 80 mca, com grande desperdício de energia. No Aravil apenas 8% tem pressão superior a 60 mca  Custos energéticos anuais elevados em ano de pleno funcionamento: 708 mil euros (cenário energético 1) e 519 mil euros (cenário energético 2)
	Alternativa 2	Cerca de 24% dos hidrantes da Campina Norte têm uma pressão superior a 40 mca, significando que são abastecidos em alta pressão, mas com pressão máxima de 50 mca, não havendo desperdício de energia. No bloco do Aravil, a distribuição é mais uniforme, variando maioritariamente entre 10 e 30 mca  As necessidades energéticas adicionais serão dadas na parcela, logo com melhor ajustamento das alturas de elevação tendo em conta a área mais reduzida da parcela  Custos energéticos anuais mais baixos em ano de pleno funcionamento: 405 mil euros (cenário 1) e 297 mil euros (cenário 2)	
	Alternativa 3	No bloco da Campina Norte e Aravil todos os hidrantes têm pressão inferior a 40 mca	

	Alternativa	Pontos fortes	Pontos fracos
		<p>As necessidades energéticas adicionais serão dadas na parcela, logo com melhor ajustamento das alturas de elevação tendo em conta a área mais reduzida da parcela</p> <p>Custos energéticos anuais mais baixos em ano de pleno funcionamento: 363 mil euros (cenário energético 1) e 267 mil euros (cenário energético 2), ou seja, cerca de metade comparativamente à alternativa 1 e menos 12% comparativamente com a alternativa 2</p>	
<b>Obra</b>	Alternativa 1		Pressões mais elevadas sendo necessário recorrer a tubagens de classe de pressão superior
	Alternativa 2		Troço curto na rede de rega do Aravil com necessidade de ser instalado a 8 m de profundidade
	Alternativa 3	Estação elevatória de menores dimensões	<p>Troço curto na rede de rega do Aravil com necessidade de ser instalado a 8 m de profundidade</p> <p>Maior dificuldade de execução nos troços com condutas paralelas</p> <p>Maior extensão de condutas instaladas (cerca de 4,5 km adicionais)</p>
<b>Investimento inicial e indicadores económicos</b>	Alternativa 1		<p>Maior investimento inicial: 41,6 milhões de euros</p> <p>Custos de conservação e manutenção mais elevados</p>
	Alternativa 2	<p>Investimento inicial mais baixo: 39,0 milhões de euros (diferença de 7% comparativamente à alternativa 1)</p> <p>Custos de conservação e manutenção mais baixos</p>	
	Alternativa 3	<p>Investimento inicial mais baixo: 39,6 milhões de euros (diferença de 5% comparativamente à alternativa 1)</p> <p>Custos de conservação e manutenção mais baixos</p> <p>Valor de VAL mais baixo embora similar à alternativa 2</p>	

Tendo em conta a análise apresentada anteriormente verifica-se que as soluções 2 e 3, com abastecimento em baixa pressão, são as mais vantajosas, do ponto de vista do investimento inicial, dos encargos de exploração que serão da responsabilidade da ARBI, assim como têm o menor valor da VAL.

Para além disso, são soluções que evitam o desperdício de energia, uma vez que a pressão adicional necessária para o funcionamento dos equipamentos da parcela é ajustada tendo em conta a área mais reduzida da parcela, pelo que, do ponto de vista técnico e ambiental são mais favoráveis.

Assim, considera-se que a alternativa 1 de abastecimento em alta pressão não deve ser a solução a adotar. A alternativa 3, sendo a que tem um custo de exploração mais baixo quando comparada com a alternativa 2, considera-se que é mais favorável, uma vez que os custos anuais a cargo da ARBI são mais baixos.

Deste modo, considera-se que a solução mais vantajosa e que recomendamos para a modernização do Aproveitamento Hidroagrícola da Idanha é a alternativa 3, ou seja, o abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, com uma parte do bloco da Campina Norte é abastecido diretamente a partir do reservatório de regularização localizado junto ao CCG.

## 11 FUNCIONAMENTO DO CANAL CONDUTOR GERAL

### 11.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO CANAL

O Canal Condutor Geral (CCG) do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova tem origem na Barragem Marechal Carmona e possui 26,32 km de comprimento. Nos primeiros 3,69 km do seu desenvolvimento possui quatro caleiras (três das quais correspondem a pontes-canal), intercaladas por três túneis. Neste primeiro troço, o CCG é constituído por:

- Caleira da tomada de água;
- Túnel 1 – Cabeço do Monteiro;
- Ponte-canal do Descarregador;
- Túnel 2 – Bouchães;
- Ponte-canal da Barroca da Sardinha;
- Túnel 3;
- Ponte-canal de Alcafozes.

Daí em diante o CCG desenvolve-se a céu aberto, acompanhando as curvas de nível do terreno. No **Quadro 11.1** apresentam-se as principais características geométricas do CCG a partir do PK 3+690.

**Quadro 11.1 - Canal Condutor Geral. Características geométricas do canal a céu aberto**

Troço	PK	Cota do rasto (m)	Inclinação (m/m)	Rasto (m)	Altura (m)	Boca (m)	Q dim. (m <sup>3</sup> /s)
	3692,3	214,22					
	3882,4	214,10	0,0006	1,40	2,20	5,80	7,38
	5319,6	213,35	0,0005	1,40	2,20	5,80	7,38
	6130,9	212,93	0,0005	1,40	2,20	5,80	7,38
Tomada D1	6155,9	212,92	0,0004	1,40	2,20	5,80	7,38
	6156,0	212,82	1,0000	1,60	2,30	6,20	6,37
Tomada D4	6455,6	212,73	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,37
	6719,3	212,65	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,33
	6719,4	212,75	-1,0000	1,60	2,20	6,00	6,33
	6799,3	212,71	0,0005	1,60	2,20	6,00	6,33
	6799,4	212,61	1,0000	1,60	2,30	6,20	6,33
	6919,1	212,58	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,33
Tomada D7	7166,3	212,50	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,33
	11751,0	211,13	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,28
	11981,0	211,05	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,28
	12526,0	210,90	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,28

Troço	PK	Cota do rasto (m)	Inclinação (m/m)	Rasto (m)	Altura (m)	Boca (m)	Q dim. (m³/s)
	14830,0	210,20	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,28
Derivação EE Aravil	15661,0	209,96	0,0003	1,60	2,30	6,20	6,28
	15662,0	210,01	-0,0500	1,45	2,25	5,95	3,75
Tomada D10	19829,0	209,31	0,0002	1,45	2,25	5,95	3,75
	20750,0	209,15	0,0002	1,45	2,25	5,95	3,75
	20751,0	209,50	-0,3500	1,20	1,90	5,00	3,43
	21805,0	209,18	0,0003	1,20	1,90	5,00	3,43
Tomada D12	22054,0	209,10	0,0003	1,20	1,90	5,00	3,43
	22055,0	209,10	0,0000	1,20	1,75	4,70	2,52
	22636,0	208,98	0,0002	1,20	1,75	4,70	2,52
	23059,0	208,91	0,0002	1,20	1,75	4,70	2,28
Derivação EE Ladoeiro	23701,0	208,79	0,0002	1,20	1,75	4,70	2,25
	23702,0	208,79	0,0000	1,00	1,65	4,30	1,58
	26316,0	208,34	0,0002	1,00	1,65	4,30	1,58

Fonte: Hidrotécnica Portuguesa, 1992. Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova. Projeto de Reabilitação de Rede Primária de Rega. Volume 1- Tomo 1- Memória Geral

Ao longo do CCG existem nove comportas de nível constante do tipo AMP que mantêm um nível constante a montante independentemente do caudal transportado pelo canal. A localização destas comportas é apresentada no **Quadro 11.2**.

**Quadro 11.2 - Comportas de nível constante a montante no CCG**

Comporta	PK
C1	6+175
C2	7+297
C3	9+725
C4	12+515
C5	15+734
C6	20+756
C7	22+663
C8	24+800
C9	26+296



**Figura 11.1 - Comportas C3 e C5**

Em maio de 2023 efetuou-se uma visita de campo onde foi efetuado o reconhecimento geral do CCG, na qual foram observados os seguintes aspetos:

- A camada de revestimento em betão encontra-se num razoável estado de conservação. Não são visíveis fissuras de grandes dimensões nas espaldas, apesar de existir algum desgaste do betão, com alguns inertes à vista, ou alguma vegetação nas juntas;
- Os terrenos adjacentes encontram-se razoavelmente limpos e livres de vegetação, apesar de existirem troços sem uma faixa lateral bem definida ao longo do canal. É raro encontrar arbustos ou árvores de grandes dimensões nas bermas do canal, que poderiam forçar as espaldas, levando à sua fratura;

- As comportas de regulação de nível encontram-se em bom estado, sendo notória a existência de manutenção mais ou menos regular.



**Figura 11.2 - Aspeto geral do CCG**

Após a visita de campo e análise da informação constante no Projeto de Reabilitação da Rede Primária de Rega (Hidrotécnica Portuguesa, 1992), foram detetadas algumas incertezas e discrepâncias associadas às características físicas do CCG:

- As mudanças de secção transversal referidas pela Hidrotécnica Portuguesa não são materializadas nos mesmos locais no terreno, tendo a equipa de projeto sido alertada pelo cantoneiro que acompanhou a visita. Esta informação terá de ser reavaliada com o canal vazio, de forma a ser possível aferir exatamente onde se dão as mudanças de secção;
- Algumas comportas de nível constante a montante e descarregadores laterais de segurança também não se localizam nos locais referidos pela Hidrotécnica Portuguesa, podendo estar deslocadas algumas centenas de metros, ou serem mesmo inexistentes nas proximidades;
- As secções interiores dos túneis fora das zonas revestidas são atualmente desconhecidas devido à irregularidade da sua geometria e possibilidade de ocorrência de desprendimento de blocos ou irregularidades nas abóbodas, já referidos pela Hidrotécnica Portuguesa, e que podem causar perturbações ao escoamento. No ano de 1962 a Direção-Geral dos Serviços

Hidráulicos realizou uma reconstituição topográfica das obras de arte (túneis e pontes canais), onde referia a necessidade de efetuar uma limpeza e desmonte para remoção de alguns materiais soltos. Foi também realizado um estudo hidráulico onde se concluiu que a capacidade máxima de transporte dos túneis seria de 6 m<sup>3</sup>/s.

Mais recentemente efetuou-se um levantamento topográfico para um trecho do CCG, junto do local onde se prevê a construção do R1, onde foi detetada uma diferença altimétrica de cerca de mais 3 m face às cotas referidas no projeto da Hidrotécnica Portuguesa e que se baseou no levantamento efetuado pela Direção-Geral dos Serviços Hidráulicos em 1962 (**Quadro 11.1**). Este aspeto será confirmado através do levantamento topográfico do CCG na fase seguinte dos trabalhos.

## 11.2 MODO DE FUNCIONAMENTO ATUAL

Atualmente o CCG funciona através de comando por montante, sendo o controlo dos caudais aduzidos efetuado partir da tomada de água da barragem Marechal Carmona.

Após lançado no CCG, o caudal é encaminhado para jusante e derivado para um distribuidor ou uma regadeira. Ao longo do CCG encontram-se comportas de nível constante a montante ou descarregadores do tipo “bico de pato”, com o objetivo de manter sensivelmente constante o nível do plano de água a montante, independentemente do caudal escoado. Esta estabilização assegura o bom funcionamento dos órgãos de controlo de caudais para as derivações.

As comportas de nível constante a montante são do tipo AMIL e são equipadas com um flutuador no lado de montante do tabuleiro e com um contrapeso regulável no braço de jusante, não permitindo variações do nível a montante. Assim, a resposta destas comportas a um incremento de caudal é a abertura, e no caso do decréscimo de caudal, o fecho, estabilizando sempre o plano de água a montante à cota do seu eixo de rotação.

As tomadas de água existentes ao longo do canal encontram-se equipadas com comportas de corredeira ou com módulos de rega do tipo “Neyrpic”. Os módulos que se situam imediatamente a montante das comportas são abrangidos pelo regolfo estabelecido a montante das comportas AMP, pelo que se situam a uma cota altimétrica que permite derivar um caudal sensivelmente constante e para o qual foram dimensionados. No caso de estas tomadas, do tipo módulo, se situarem muito afastadas das comportas, onde já não se sente o efeito regolfo e uma vez que as características deste são função do caudal aduzido no canal, são equipadas com comportas de nível constante a jusante (AVIO) entre a derivação do canal e o módulo de rega. Neste caso, o flutuador destas comportas encontra-se a jusante do tabuleiro, e asseguram um nível constante a montante do módulo independente da variação do nível de água no canal.

Este modo de funcionamento, na sua forma mais tradicional, define uma regra de prioridades no atendimento dos pedidos, com base nas várias tomadas de água e tipo de módulos que se encontram abertos. Os pedidos são satisfeitos com prioridade para as tomadas de água localizadas mais a montante. Assim, caso o caudal que seja aduzido ao CCG seja insuficiente para satisfazer o pedido total, as tomadas de água localizadas mais a jusante não verão o seu pedido satisfeito senão pelos caudais sobrantes dos troços de montante, caso existam.

Outra consequência deste modo de funcionamento está relacionada com a operação do CCG, que terá de ser efetuada com conhecimento antecipado dos pedidos que terão de ser satisfeitos, uma vez que o canal não dispõe de reservas significativas para encaixar caudais sobrantes ou satisfazer pedidos imprevistos. Esta antecipação dos pedidos é traduzida pelo tempo de percurso que o caudal demora desde a sua secção de montante até à tomada de água em questão. No caso do CCG, com uma extensão de 26,3 km, este tempo pode ser de algumas horas.

Assim, neste tipo de sistemas de adução com controlo por montante, é habitual os agricultores que pretendam regar efetuarem os pedidos ao cantoneiro no dia anterior (caudal e hora a pretendem regar). O técnico responsável pela gestão do sistema faz a integração de todos os pedidos e, face à localização das tomadas e ao tempo de resposta do sistema, estabelece um hidrograma a admitir no início do CCG.

No entanto, e uma vez que após a reabilitação do CCG foram construídos alguns reservatórios anexos aos distribuidores e a sua grande maioria dos agricultores também passaram a ter reservatórios, atualmente não existe um pedido de água “formal”, sendo o caudal a aduzir no dia seguinte definido com base nível de água nestes reservatórios no dia anterior. Assim, com base nos níveis existentes nos reservatórios, a ARBI introduz no sistema de telegestão os caudais a aduzir no dia seguinte, iniciando a adução entre as 22 e as 2 horas, e terminando entre as 14 e as 18 horas. Ao longo do dia são também feitas algumas correções em função dos níveis registados nos reservatórios. Na figura seguinte apresenta-se um hidrograma exemplificativo dos caudais admitidos no CCG na semana de 10 a 17 de julho de 2022, semana em que se registou o maior caudal aduzido.

Verifica-se também que neste período de ponta é mantido um caudal de base, igual ou superior a 0,8 m<sup>3</sup>/s, por forma a manter o CCG em “carga” e reduzir os tempos de resposta.

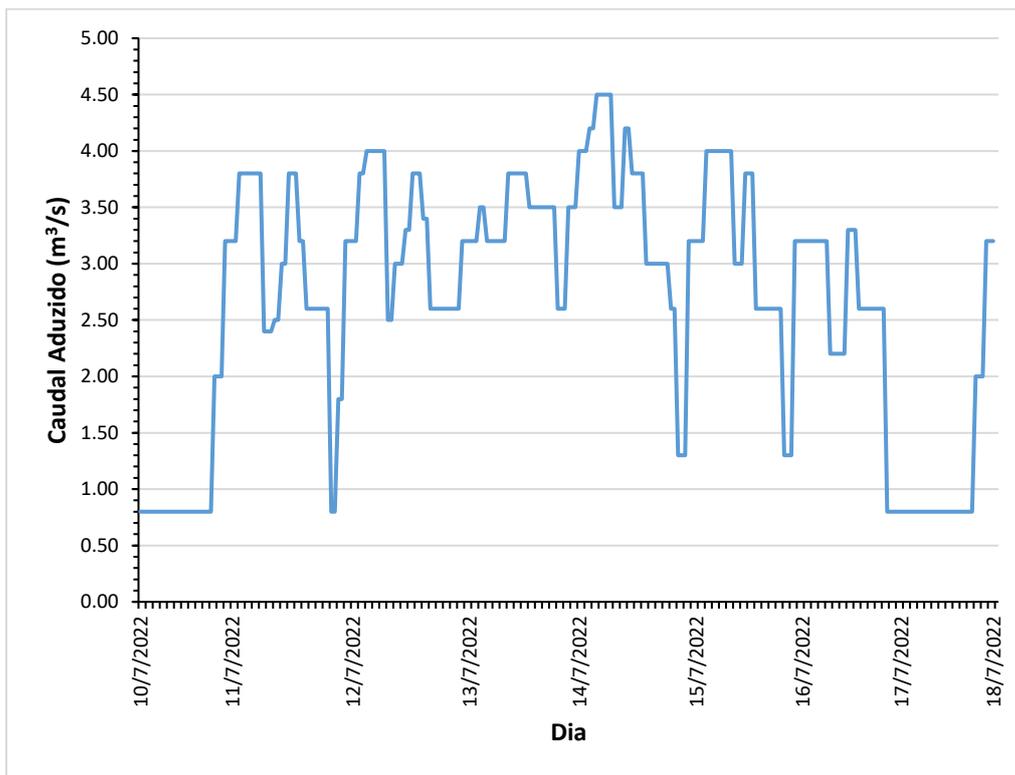


Figura 11.3 - Hidrograma de caudais admitidos no CCG - semana de 10 a 17 de julho de 2022

## 11.3 MODO DE FUNCIONAMENTO FUTURO

### 11.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O novo sistema de rega decorrente da modernização do AHI implica uma alteração do sistema de transporte e distribuição de água, na qual se inclui a adoção de um novo modo de funcionamento para o CCG.

O CCG passará a ter uma função exclusiva de transporte, deixando de existir derivações para distribuidores e regadeiras ao longo da sua extensão, isto é, não tendo qualquer consumo de percurso. Assim, o CCG terá como funções o transporte de caudal até aos dois reservatórios a executar nas suas proximidades, aproximadamente localizados aos PK 8+700 (R1, para alimentação dos blocos de Campina Norte e Aravil) e 20+000 (R2, para alimentação do bloco de Campina Sul). Assim, o CCG será desativado a partir da derivação para o segundo reservatório.

Em suma, manter-se-á o comando por montante, 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.

## 11.3.2 SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS PRELIMINARES EFETUADAS

### 11.3.2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As simulações hidráulicas efetuadas tiveram como objetivo determinar o tempo de resposta do canal (CCG), isto é, o tempo que um determinado caudal admitido no início do CCG demorará a chegar e manter-se constante em cada uma das derivações para os dois reservatórios em estudo.

As simulações hidráulicas foram realizadas 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 realizadas nesta fase adotou-se um coeficiente de rugosidade ( $K_s$ ) de  $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

### 11.3.2.2 LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E DAS COMPORTAS

Nesta fase de nota técnica foi analisada a localização dos reservatórios a abastecer ao PK 8+700 (R1) e 20+000 (R2). Numa fase posterior, estas localizações poderão ser ajustadas, não devendo, no entanto, sofrer grandes alterações.

Como hipótese de simulação e tendo em conta o novo modo de funcionamento do CCG previu-se a realocação de algumas comportas AMP. A localização das comportas introduzidas no modelo é apresentada no quadro seguinte.

**Quadro 11.3 - Modelo de simulação hidráulica - localização das comportas do CCG**

PK
4+200
6+175
8+700
12+533
15+734
20+000

### 11.3.2.3 CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

Nesta fase foram estudados três cenários, dividindo o CCG em dois troços:

- 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).

Em todos os cenários estudados a simulação hidráulica iniciou-se com o canal vazio, o que corresponde à situação mais desfavorável para determinação dos tempos de resposta.

No **Cenário 1** efetuou-se uma simulação aduzindo um hidrograma variável entre os 0,1 e os 7 m<sup>3</sup>/s, derivando 4 m<sup>3</sup>/s para o Reservatório 1, aduzindo assim 3 m<sup>3</sup>/s ao Reservatório 2.

No **Cenário 2** efetuaram-se duas simulações: na simulação 1 aduzindo um hidrograma variável de 0,1 a 4 m<sup>3</sup>/s até ao Reservatório 1 e na simulação 2 aduzindo um hidrograma variável de 0,1 a 3 m<sup>3</sup>/s até ao Reservatório 2, ambos a partir da barragem Marechal Carmona.

O **Cenário 3** é idêntico ao Cenário 2, mas os hidrogramas aduzidos variam entre 0,1 e 3 m<sup>3</sup>/s em ambas as simulações.

### 11.3.3 RESULTADOS PRELIMINARES OBTIDOS

Os resultados preliminares obtidos para determinação do tempo de resposta do CCG são sintetizados no quadro seguinte.

**Quadro 11.4 - Simulação hidráulica do CCG - 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

Nesta fase dos trabalhos e para dimensionamento dos reservatórios (R1 e R2) foram utilizados os tempos de resposta correspondentes ao Cenário 2. No entanto, na fase seguinte dos trabalhos, estes valores deverão ser ajustados tendo em consideração resultados do levantamento topográfico do CCG e os caudais de dimensionamento finais dos diversos blocos de rega.

### 11.4 RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

Como recomendações para o desenvolvimento futuro dos trabalhos destacam-se os seguintes pontos:

- Efetuar o levantamento topográfico do CCG de modo a confirmar as características geométricas das secções transversais, e a aferir as cotas do rasto e orelhas do CCG;
- A ARBI deverá efetuar uma inspeção cuidadosa do estado dos túneis, uma vez que a capacidade de transporte e conseqüente tempo de resposta do CCG pode ser condicionada pelas alterações da sua secção decorrentes do longo período de vida que a obra já possui, tal como já detetado pela Direção Geral dos Serviços Hidráulicos;
- As futuras simulações hidráulicas deverão ser efetuadas para diferentes coeficientes de resistência de Manning-Strickler do canal ( $K_s$ ), de forma a aferir a variação do tempo de resposta consoante o coeficiente utilizado. O  $K_s$  alterar-se-á com o aumento do período de vida do CCG, sendo por isso importante prever possíveis alterações à capacidade de transporte do canal;
- Face às incertezas relacionadas com a altimetria e geometria da secção do CCG será efetuado o levantamento topográfico de todo o canal.

## 12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A construção da obra do AHI realizou-se entre 1935 e 1950, iniciando a sua exploração em 1949, a cargo da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, passando para a Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova (ARBI) em 1954. Ao longo destas décadas, e de acordo com diversas fontes, foram considerados vários limites físicos do AHI. A COBA, responsável pela definição da área do AHI, efetuou a correção dos limites do perímetro com base nos vários elementos disponíveis. Da avaliação e correção dos limites físicos atuais do AHI foi possível concluir que a área corrigida através de meios digitais regista 8 384,5 ha, o que corresponde a uma diferença de cerca de 147,5 ha em relação ao registado pela ARBI (8 237 ha), mas abaixo da área constante dos limites da DGADR (8 424 ha).

No âmbito desse estudo, foi efetuada uma nova simulação de exploração da albufeira da barragem Marechal Carmona, e a COBA propôs a revisão dos limites do aproveitamento hidroagrícola.

Por outro lado, tendo em conta as grandes alterações que ocorreram nos últimos anos no AHI, foi decidido efetuar a consulta aos agricultores já nesta fase de revisão dos limites, que decorreu nos dias 5 e 6 de julho de 2023, permitindo assim definir não só os limites do AHI mas também a divisão entre a Campina Norte e Campina Sul, uma vez que a anterior divisão já não era a mais adequada e atualmente não se encontra ligada aos antigos distribuidores.

Assim, a área atual proposta para o aproveitamento hidroagrícola de Idanha-a-Nova após ajustes fixou-se em 8 450,5 ha, distribuindo-se por três blocos: Campina Norte (2 599,5 ha), Campina Sul (3 401,6 ha) e Aravil (2 449,4 ha).

Nesta nota técnica foram alvo de uma análise de viabilidade técnico, económico e ambiental comparativa, três alternativas:

- Alternativa 1 – Abastecimento dos blocos de rega em alta pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas;
- Alternativa 2 – Abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, a partir de reservatórios de regularização localizados a cotas elevadas;
- Alternativa 3 – Abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, sempre que possível a partir de reservatórios de regularização localizados junto ao canal condutor geral.

Foi ainda equacionada uma alternativa de abastecimento dos blocos de rega com bombagem direta para a rede de rega, que foi eliminada uma vez que é muito desfavorável, em termos de gestão dos custos energéticos e do funcionamento do sistema de abastecimento.

O objetivo do projeto é a modernização do Aproveitamento Hidroagrícola da Idanha, alterando o sistema de transporte e distribuição de água, redefinindo a rede de distribuição, de modo a permitir uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos, por forma a obter uma melhoria significativa da eficiência de transporte e distribuição da água para rega.

Assim, a solução preconizada mantém parte do sistema de transporte, ou seja, do CCG em cerca de 20 km. Prevê-se a criação de volumes de armazenamento que assegurem a rega durante os tempos de resposta do CCG, compensem a diferença dos caudais solicitados pela rede de rega e transportados pelo canal, sendo que estes volumes são também necessários para permitir colocar o canal fora de serviço para as operações de conservação e manutenção, assegurando a rega no período de ponta durante 8 horas e a rega durante os meses de inverno (outubro a fevereiro).

Para rega dos blocos da Campina Norte e do Aravil, em todas as alternativas foram definidos três reservatórios, o primeiro junto ao CCG, e os outros dois à cabeça de cada uma das redes de rega.

O sistema de distribuição será totalmente alterado, pretendendo-se um novo sistema de rega em pressão, com condutas enterradas, com perdas mínimas de água e elevada eficiência. A entrega de água às parcelas será efetuada através de hidrantes constituídos por válvulas hidráulicas que permitem a contagem e transmissão à distância dos caudais e volumes fornecidos, a limitação do caudal e da pressão.

Estes sistemas serão integrados num Sistema de Automação e Telegestão (SAT) que fará a gestão dos volumes necessários nos reservatórios e dos caudais a transportar no CCG, assim como dos volumes consumidos nas bocas de rega de cada parcela. Este SAT integrará ainda o funcionamento das estações elevatórias e o estado dos reservatórios.

Da análise técnico, económica e ambiental comparativa concluiu-se que a solução mais vantajosa e que recomendamos para a modernização do Aproveitamento Hidroagrícola da Idanha corresponde à alternativa 3, ou seja, o abastecimento dos blocos de rega em baixa pressão, sendo que parte do bloco da Campina Norte é abastecido diretamente a partir do reservatório de regularização localizado junto ao CCG (R1).

Nesta solução as infraestruturas de rega terão as seguintes características principais:

- Reservatório CCG (R1): Volume – 37 dam<sup>3</sup>;
- Reservatório da Campina Norte: Volume – 35 dam<sup>3</sup>;
- Reservatório do Aravil: Volume – 60 dam<sup>3</sup>;
- Estação elevatória: Patamar da Campina Norte Alto com 1,4 m<sup>3</sup>/s e 32 m de altura manométrica; Patamar do Aravil com 2,1 m<sup>3</sup>/s e 60 m de altura manométrica;

- Rede de rega da Campina Norte Alto: 1516,6 ha de área equipada; 22,4 km de extensão, 14,8 m/ha de densidade de rede, diâmetro máximo e mínimo da tubagem de 1200 mm e 90 mm;
- Rede de rega da Campina Norte Baixo: 1005,8 ha de área equipada; 20,7 km de extensão, 20,5 m/ha de densidade de rede, diâmetro máximo e mínimo da tubagem de 1200 mm e 110 mm;
- Rede de rega do Aravil: 2381,0 ha de área equipada; 43,1 km de extensão, 18,1 m/ha de densidade de rede, diâmetro máximo e mínimo da tubagem de 1300 mm e 110 mm.

Os custos de investimento globais estimados para esta alternativa são de 39,6 milhões de euros, repartidos pelas seguintes infraestruturas: 8,2 milhões de euros para os reservatórios; 4,8 milhões de euros para a estação elevatória; 26,6 milhões de euros para as redes de rega, incluindo SAT.

Nesta fase não se incluíram os custos de investimento no CCG, para reposicionamento de comportas, instalação de grelhas com limpeza automática, estruturas de derivação e de segurança, e sistema de monitorização e telegestão, uma vez que são comuns a todas as alternativas estudadas.

Esta alternativa tem a principal vantagem de promover a eficiência energética, com custos energéticos mais baixos e conseqüentemente com menores encargos para a ARBI. Por outro lado, as necessidades energéticas adicionais serão dadas na parcela, logo com melhor ajustamento das alturas de elevação tendo em conta a área mais reduzida da parcela, privilegiando ainda os investimentos individuais dos agricultores já realizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA (2010). Atlas da Água - Escoamento Médio Anual - Conjunto de Dados Geográficos. Amadora: APA, Agência Portuguesa do Ambiente. [<https://sniamb.apambiente.pt/content/geo-visualizador>] Acesso a 9 de abril de 2021

APA (1982). Atlas do Ambiente: Carta Litológica - Conjunto de Dados Geográficos. Amadora: APA, Agência Portuguesa do Ambiente. [<https://sniamb.apambiente.pt/content/geo-visualizador>] Acesso a 15 de janeiro de 2021

APA (2020). Sistema Nacional de Informação de Ambiente. [<https://sniamb.apambiente.pt/content/geo-visualizador>] Acesso a 4 de junho 2020.

ARBI (2019). Relatório da campanha de rega, carta agrícola do ano de 2018/2019 e elementos estatísticos referentes a 2019.

ARBI (2020). Relatório da campanha de rega, carta agrícola do ano de 2019/2020 e elementos estatísticos referentes a 2020.

ARBI (2021). Relatório da campanha de rega, carta agrícola do ano de 2020/2021 e elementos estatísticos referentes a 2021.

ARBI (2022). [<https://www.arbi.pt/conteudos.php?id=1>]. Acesso a 21 de outubro de 2022.

Branco DG (2022). *Evolução do Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Rio Pônsul nos Últimos 60 Anos: Estudo de Caso do Perímetro Hidroagrícola de Idanha (Beira Baixa)*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física, Ambiente e Ordenamento do Território, Universidade de Coimbra.

DGADRH (2022) Sistema de informação de Regadio - Taxa de adesão ao regadio [<https://sir.dgadr.gov.pt/taxa-de-adesao-ao-regadio>]. Acesso a 29 de novembro de 2022.

Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (1981). *Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal*. Ministério da Habitação e Obras Públicas - Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Lisboa.

Direcção-Geral do Território, (2020). Carta de Uso e Ocupação do Solo - COS 2018. [<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/metadata/e6d2a316-7f94-43a0-a3e4-b20823eb741a>] Acesso a 15 de abril de 2020.

EDIA, 2022. *Regadio 2030 - Levantamento do Potencial de Desenvolvimento do Regadio de Iniciativa Pública no Horizonte de uma Década*.

[[https://www.esquerda.net/sites/default/files/imagens/03-2022/regadio2030\\_consultapublica\\_15dez2021.pdf](https://www.esquerda.net/sites/default/files/imagens/03-2022/regadio2030_consultapublica_15dez2021.pdf)]. Acesso a 25 de outubro de 2022.