



**HIDRO  
PROCESSOS**

consultores  
de engenharia, lda

## **SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DA NAZARÉ**

**REMODELAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO  
DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DA NAZARÉ**

ESTUDO PRÉVIO

Volume I - Memória Descritiva e Justificativa

Dezembro de 2015



## REGISTO DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Descrição
-	22 dezembro 2015	Emissão da versão inicial do documento

O coordenador técnico:



(Luís Mendes)



## **AGRADECIMENTOS**

Agradece-se publicamente aos SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DA NAZARÉ, em especial ao Eng.º Tiago Pimpão, pela colaboração prestada, através do fornecimento de dados de base e outras informações, no decorrer da elaboração do presente estudo.



## ÍNDICE DE MATÉRIAS

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....</b>	<b>3</b>
3.1. TERRITÓRIO .....	3
3.2. SÓCIO-DEMOGRAFIA .....	5
3.3. ACTIVIDADE ECONÓMICA .....	7
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO EXISTENTES.....</b>	<b>9</b>
4.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS .....	9
4.2. SISTEMA DE ÁGUAS BELAS .....	9
4.3. SISTEMA DE FANHAIIS.....	15
4.4. SISTEMA DE RAPOSOS .....	16
<b>5. BASES DE DIMENSIONAMENTO E OUTRAS VARIÁVEIS RELEVANTES.....</b>	<b>17</b>
5.1. HORIZONTE DE PROJECTO .....	17
5.2. POPULAÇÃO .....	17
5.2.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS .....	17
5.2.2. POPULAÇÃO RESIDENTE .....	18
5.2.3. POPULAÇÃO FLUTUANTE .....	23
5.3. INDÚSTRIA .....	28
5.4. CAPITAÇÕES .....	28
5.5. PERDAS .....	30
5.6. CONSUMOS E CAUDAIS DE REFERÊNCIA .....	32
5.6.1. CONSUMOS .....	32
5.6.2. CAUDAIS .....	36
<b>6. DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO EXISTENTES .....</b>	<b>38</b>
6.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS .....	38
6.2. SISTEMA DE ÁGUAS BELAS .....	38
6.3. SISTEMA DE FANHAIIS.....	40
6.4. SISTEMA DE RAPOSOS .....	40

<b>7. DEFINIÇÃO DE SOLUÇÕES .....</b>	<b>41</b>
7.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS .....	41
7.2. SOLUÇÃO A .....	41
7.3. SOLUÇÃO B .....	44
7.4. SOLUÇÃO C (PROPOSTA) .....	48
<b>8. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE INFRAESTRUTURAS .....</b>	<b>51</b>
8.1. ADUÇÃO .....	51
8.1.1. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE CONDUTAS .....	51
8.1.2. REGIMES TRANSITÓRIOS .....	52
8.1.3. VOLUMES E CAUDAIS DE ADUÇÃO .....	55
8.1.4. RESULTADOS DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO .....	55
8.1.5. ESTUDO PRELIMINAR DO CHOQUE HIDRÁULICO .....	72
8.2. RESERVA .....	87
8.2.1. DEFINIÇÃO DE VOLUMES .....	87
8.2.2. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO .....	88
8.2.3. RESULTADOS DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO .....	89
8.3. TRATAMENTO .....	107
8.3.1. DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA GLOBAL .....	107
8.3.2. RESULTADOS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO .....	109
8.4. PRINCIPAIS SECTORES DE DISTRIBUIÇÃO .....	111
8.5. SÍNTESE DAS SOLUÇÕES APRESENTADAS .....	116
<b>9. ESTIMATIVA DE CUSTOS .....</b>	<b>122</b>
9.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	122
9.2. CUSTOS DE INVESTIMENTO .....	122
9.2.1. RESERVATÓRIOS .....	122
9.2.2. CONDUTAS .....	124
9.2.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS .....	128
9.2.4. INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO .....	130
9.2.5. CAPTAÇÕES .....	130
9.2.6. SUMÁRIO .....	131
9.3. CUSTOS DE MANUTENÇÃO .....	132



9.3.1. CRITÉRIOS PARA ESTABELECIMENTO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO .....	132
9.3.2. ESTIMATIVA DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO .....	133
9.4. CUSTOS DE EXPLORAÇÃO .....	135
9.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	135
9.4.2. CRITÉRIOS PARA ESTABELECIMENTO DE CUSTOS DE ENERGIA .....	135
9.4.3. ESTIMATIVA DE ENCARGOS COM ENERGIA .....	138
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>144</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ZONAS DO TERRITÓRIO DO MUNICÍPIO DE NAZARÉ (INE - SIG, 2015) .....	4
FIGURA 3.2. TIPOLOGIA DAS ÁREAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE NAZARÉ (INE - SIG, 2015) .....	5
FIGURA 3.3. DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE POR GRUPOS ETÁRIOS .....	6
FIGURA 3.4. DISTRIBUIÇÃO DE LUGARES POR ESCALÃO DE DIMENSÃO POPULACIONAL .....	7
FIGURA 3.5. EMPRESAS COM SEDE NO MUNICÍPIO DE NAZARÉ, SEGUNDO CAE-REV.3 .....	8
FIGURA 4.1. PARQUE DE CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS DE ÁGUAS BELAS .....	10
FIGURA 4.2. RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO DE BOMBAGEM DE ÁGUAS BELAS .....	10
FIGURA 4.3. CENTRAL ELEVATÓRIA DE ÁGUAS BELAS .....	11
FIGURA 4.4. RESERVATÓRIO DE VALADO DOS FRADES .....	11
FIGURA 4.5. RESERVATÓRIO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE PALITEIRA .....	12
FIGURA 4.6. RESERVATÓRIO DO SÍTIO .....	12
FIGURA 4.7. RESERVATÓRIO DA SRA. DOS ANJOS (DIR.) E DO AREAL (ESQ.) .....	13
FIGURA 4.8. RESERVATÓRIO DE FAMALICÃO .....	13
FIGURA 4.9. RESERVATÓRIO 1 DE SERRA DA PESCARIA .....	14
FIGURA 4.10. RESERVATÓRIO 2 DE SERRA DA PESCARIA .....	14
FIGURA 4.11. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS BELAS - SITUAÇÃO ACTUAL .....	15
FIGURA 4.12. RESERVATÓRIO DE FANHAIIS .....	16
FIGURA 4.13. RESERVATÓRIO DE RAPOSOS .....	16
FIGURA 5.1. EVOLUÇÃO RETROSPECTIVA DA POPULAÇÃO RESIDENTE, ESTRUTURADA POR FREGUESIA .....	19
FIGURA 5.2. DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR FREGUESIA (CENSOS 2011) .....	20
FIGURA 5.3. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA RETROSPECTIVA, ESTRUTURADA POR LUGAR, NA FREGUESIA DE FAMALICÃO .....	20
FIGURA 5.4. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA RETROSPECTIVA, ESTRUTURADA POR LUGAR, NA FREGUESIA DA NAZARÉ .....	21
FIGURA 5.5. EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA RETROSPECTIVA, ESTRUTURADA POR LUGAR, NA FREGUESIA DE V. DOS FRADES ..	21
FIGURA 5.6. PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DA NAZARÉ, ESTRUTURADA POR FREGUESIA .....	23
FIGURA 5.7. CAPACIDADE DE ALOJAMENTO NOS ESTABELECIMENTOS HOTELEIROS DO MUNICÍPIO .....	24
FIGURA 5.8. DORMIDAS NOS ESTABELECIMENTOS HOTELEIROS DO MUNICÍPIO DA NAZARÉ .....	25
FIGURA 5.9. HÓSPEDES NOS ESTABELECIMENTOS HOTELEIROS DO MUNICÍPIO DA NAZARÉ .....	25
FIGURA 5.10. CONSUMO ANUAL DE ÁGUA FACTURADO POR FREGUESIA .....	29
FIGURA 7.1. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS BELAS - SOLUÇÃO A .....	44
FIGURA 7.2. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS BELAS - SOLUÇÃO B .....	47

FIGURA 7.3. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS BELAS – SOLUÇÃO C .....	50
FIGURA 8.1. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RAB (EE2)-RVF – SOL. A .....	56
FIGURA 8.2. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RAB (EE1)-RPT – SOL. A .....	57
FIGURA 8.3. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RPT (EE3)-RCL – SOL. A .....	57
FIGURA 8.4. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA GRAVÍTICA RCL-RCM – SOL. A .....	58
FIGURA 8.5. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA GRAVÍTICA RPT-RSA – SOL. A .....	59
FIGURA 8.6. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA GRAVÍTICA RPT-RFM – SOL. A .....	59
FIGURA 8.7. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RFM (EE4)-RSP1 – SOL. A .....	60
FIGURA 8.8. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RAB (EE2)-RVF – SOL. B .....	61
FIGURA 8.9. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RAB (EE1)-RAG – SOL. B .....	62
FIGURA 8.10. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA GRAVÍTICA RAG-RFH – SOL. B .....	62
FIGURA 8.11. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA RAG-RPT-RSA-RFM (TROÇO RAG-N1-RPT) – SOL. B ..	63
FIGURA 8.12. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA RAG-RPT-RSA-RFM (TROÇO N1-N2-RSA) – SOL. B ....	64
FIGURA 8.13. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA RAG-RPT-RSA-RFM (TROÇO N1-RFM) – SOL. B .....	65
FIGURA 8.14. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RFM (EE3)-RSP1 – SOL. B .....	65
FIGURA 8.15. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RAB (EE2)-RVF – SOL. C .....	66
FIGURA 8.16. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA RAB (EE1)-RAG – SOL. C .....	67
FIGURA 8.17. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (TROÇO RAG-N1-N2-RCM) – SOL. C .	68
FIGURA 8.18. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (TROÇO N1-RPT) – SOL. C ..	69
FIGURA 8.19 PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (N2-N3-RFM) – SOL. C .....	69
FIGURA 8.20. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (TROÇO N3-EE4) – SOL. C ..	70
FIGURA 8.21. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA EE4-RRP – SOL. C .....	71
FIGURA 8.22. PERFIL LONGITUDINAL DA CONDUTA ADUTORA FORÇADA EE3-RSP – SOL. C .....	71
FIGURA 8.23. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE1-RPT – SOL. A .....	73
FIGURA 8.24. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE2-RVF – SOL. A .....	74
FIGURA 8.25. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE3-RCL – SOL. A .....	75
FIGURA 8.26. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA RCL-RCM – SOL. A .....	76
FIGURA 8.27. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA RPT-RFM – SOL. A .....	77
FIGURA 8.28. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE4-RSP1 – SOL. A .....	78
FIGURA 8.29. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE1-RAG – SOL. B .....	79
FIGURA 8.30. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE2-RVF – SOL. B .....	80
FIGURA 8.31. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA RAG-RFH – SOL. B .....	81
FIGURA 8.32. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE3-RSP1 – SOL. B .....	82

FIGURA 8.33. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE1-RAG – SOL. C .....	83
FIGURA 8.34. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE2-RVF – SOL. C .....	84
FIGURA 8.35. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE3-RSP – SOL. C .....	85
FIGURA 8.36. PERFIL TEÓRICO DAS ENVOLVENTES DE PRESSÃO EXTREMA NO SISTEMA EE4-RRP – SOL. C .....	86
FIGURA 8.37. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RAB – SOL. A .....	90
FIGURA 8.38. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RPT – SOL. A .....	92
FIGURA 8.39. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RCL – SOL. A .....	93
FIGURA 8.40. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RFM – SOL. A .....	94
FIGURA 8.41. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RSP1 – SOL. A .....	95
FIGURA 8.42. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RAB – SOL. B .....	97
FIGURA 8.43. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RAG – SOL. B .....	98
FIGURA 8.44. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RFM – SOL. B .....	100
FIGURA 8.45. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RSP1 – SOL. B .....	101
FIGURA 8.46. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RAB – SOL. C .....	103
FIGURA 8.47. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RAG – SOL. C .....	104
FIGURA 8.48. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE RCM – SOL. C .....	105
FIGURA 8.49. VOLUME DA CUBA DE REGULARIZAÇÃO DE BOMBAGEM DA EE4 – SOL. C .....	107



## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 3.1. INDICADORES DEMOGRÁFICOS, 2011 .....	5
QUADRO 3.2. DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE POR GRUPOS ETÁRIOS (CENSOS 2011) .....	6
QUADRO 3.3. TRABALHADORES POR CONTA DE OUTREM, POR SECTOR DE ACTIVIDADE .....	8
QUADRO 5.1. EVOLUÇÃO RETROSPECTIVA DA POPULAÇÃO RESIDENTE, ESTRUTURADA POR FREGUESIA .....	19
QUADRO 5.2. TAXAS RETROSPECTIVAS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL .....	22
QUADRO 5.3. PROJECCÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE, ESTRUTURADA POR FREGUESIA. ....	22
QUADRO 5.4. POPULAÇÃO FLUTUANTE NÃO RESIDENCIAL (TAXA DE OCUPAÇÃO MÉDIA ANUAL DE 50 %) .....	26
QUADRO 5.5. POPULAÇÃO FLUTUANTE NÃO RESIDENCIAL (TAXA DE OCUPAÇÃO MÉDIA EM ÉPOCA ALTA DE 80 %) .....	26
QUADRO 5.6. DADOS BASE PARA DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO FLUTUANTE RESIDENCIAL .....	27
QUADRO 5.7. POPULAÇÃO FLUTUANTE RESIDENCIAL .....	28
QUADRO 5.8. CAPITAÇÕES DA POPULAÇÃO RESIDENTE .....	29
QUADRO 5.9. CAPITAÇÕES DA POPULAÇÃO FLUTUANTE RESIDENCIAL .....	30
QUADRO 5.10. CAPITAÇÕES DA POPULAÇÃO FLUTUANTE NÃO RESIDENCIAL .....	30
QUADRO 5.11. PERDAS GLOBAIS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO, ESTRUTURADAS POR FREGUESIA .....	31
QUADRO 5.12. VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DA POPULAÇÃO RESIDENTE, VMDA-PR .....	33
QUADRO 5.13. VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DA POPULAÇÃO FLUTUANTE NÃO RESIDENCIAL, VMDA-PFNR .....	33
QUADRO 5.14. VOLUME MÉDIO DIÁRIO, NO PERÍODO CRÍTICO, DA POPULAÇÃO FLUTUANTE RESIDENCIAL, VMD-PFR.....	33
QUADRO 5.15. VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL INDUSTRIAL, VIND .....	34
QUADRO 5.16. VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL TOTAL, VMDA.....	34
QUADRO 5.17. VOLUME MÉDIO DIÁRIO, NO PERÍODO CRÍTICO, DA POPULAÇÃO FLUTUANTE, VMD-PF .....	35
QUADRO 5.18. VOLUME MÉDIO DIÁRIO DO MÊS DE MAIOR CONSUMO, VmMc.....	35
QUADRO 5.19. VOLUME DO DIA DE MAIOR CONSUMO, VdMc.....	36
QUADRO 5.20. CAUDAL MÉDIO DIÁRIO ANUAL TOTAL, QMDA.....	36
QUADRO 5.21. CAUDAL MÉDIO DIÁRIO DO MÊS DE MAIOR CONSUMO, QmMc.....	37
QUADRO 5.22. CAUDAL DO DIA DE MAIOR CONSUMO, QdMc.....	37
QUADRO 8.1. RESULTADOS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DESINFECÇÃO – SOLUÇÃO A .....	109
QUADRO 8.2. RESULTADOS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DESINFECÇÃO – SOLUÇÃO B .....	110
QUADRO 8.3. RESULTADOS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DESINFECÇÃO – SOLUÇÃO C .....	110
QUADRO 9.1. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A RESERVATÓRIOS – SOLUÇÃO A .....	122
QUADRO 9.2. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A RESERVATÓRIOS – SOLUÇÃO B .....	123

QUADRO 9.3. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A RESERVATÓRIOS – SOLUÇÃO C .....	124
QUADRO 9.4. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A CONDUTAS ADUTORAS – SOLUÇÃO A .....	125
QUADRO 9.5. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A CONDUTAS ADUTORAS – SOLUÇÃO B .....	126
QUADRO 9.6. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A CONDUTAS DISTRIBUIDORAS – SOLUÇÃO B .....	127
QUADRO 9.7. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A CONDUTAS ADUTORAS – SOLUÇÃO C .....	127
QUADRO 9.8. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A CONDUTAS DISTRIBUIDORAS – SOLUÇÃO C .....	128
QUADRO 9.9. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS – SOLUÇÃO A .....	129
QUADRO 9.10. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS – SOLUÇÃO B .....	129
QUADRO 9.11. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS – SOLUÇÃO C .....	129
QUADRO 9.12. CUSTOS DE INVESTIMENTO ASSOCIADOS A INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO .....	130
QUADRO 9.13. CUSTOS DE INVESTIMENTO EM CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS – SOLUÇÕES A, B E C .....	131
QUADRO 9.14. RESUMO DOS CUSTOS DE INVESTIMENTO GLOBAIS .....	132
QUADRO 9.15. TAXAS DE MANUTENÇÃO REFERENCIAIS .....	132
QUADRO 9.16. RELAÇÃO ENTRE CONSTRUÇÃO CIVIL E EQUIPAMENTO .....	133
QUADRO 9.17. CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE INFRAESTRUTURAS – SOLUÇÃO A .....	133
QUADRO 9.18. CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE INFRAESTRUTURAS – SOLUÇÃO B .....	134
QUADRO 9.19. CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE INFRAESTRUTURAS – SOLUÇÃO C .....	134
QUADRO 9.20. POTÊNCIAS CONTRATADAS COMPREENDIDAS ENTRE 2,3 E 20,7 KVA .....	135
QUADRO 9.21. POTÊNCIAS CONTRATADAS COMPREENDIDAS ENTRE 20,7 E 41,4 KVA .....	136
QUADRO 9.22. TARIFÁRIO MT COM REGIME DE CONTAGEM TETRA-HORÁRIO .....	137
QUADRO 9.23. NÚMERO DE HORAS ANUAIS POR PERÍODO HORÁRIO .....	138
QUADRO 9.24. ENCARGOS COM ENERGIA – SOLUÇÃO A (ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS) .....	139
QUADRO 9.25. ENCARGOS COM ENERGIA – SOLUÇÃO A (CENTRAIS HIDROPNEUMÁTICAS) .....	140
QUADRO 9.26. ENCARGOS COM ENERGIA – SOLUÇÃO B .....	140
QUADRO 9.27. ENCARGOS COM ENERGIA – SOLUÇÃO B (CENTRAIS HIDROPNEUMÁTICAS) .....	142
QUADRO 9.28. ENCARGOS COM ENERGIA – SOLUÇÃO C .....	142
QUADRO 9.29. ENCARGOS COM ENERGIA – SOLUÇÃO C (CENTRAIS HIDROPNEUMÁTICAS) .....	143
QUADRO 10.1. SÍNTESE DOS CUSTOS DE INVESTIMENTO E DE EXPLORAÇÃO .....	144



## 1. INTRODUÇÃO

A presente Memória Descritiva e Justificativa é parte integrante do Estudo Prévio intitulado “*Remodelação do Sistema de Abastecimento de Água do Município da Nazaré*”. O estudo em causa foi desenvolvido pela HIDROPROCESSOS, Lda. para os SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DA NAZARÉ (SMN) e tem como desígnio fundamental a definição de uma solução técnica que permita responder de forma eficiente, racional, económica e operacional às principais carências registadas no sistema de abastecimento de água do concelho da Nazaré.

Actualmente, o município objecto de análise atravessa uma situação altamente preocupante no que se refere ao serviço de abastecimento de água prestado à população, sendo o caso de maior gravidade e que carece de intervenção urgente, o registado na vila da Nazaré. Efectivamente, o desenvolvimento da rede de infraestruturas de abastecimento de água não acompanhou o crescimento da malha urbana, bem como de sectores da actividade económica local como o turismo e a indústria, em relação aos quais se prevê a manutenção da tendência crescente.

Destacam-se do quadro de anomalias verificadas, o estado de degradação avançado, bem como a desadequação dos materiais de fabrico e características dimensionais da maioria das infraestruturas existentes, facto que resulta, entre outras consequências, na sistemática ocorrência de roturas em condutas, com perdas substanciais de água. Importa realçar, também, o considerável défice global de capacidade de armazenamento de água, problema evidenciado de forma inequívoca, por exemplo, pelo reservatório do Sítio (Nazaré), do qual depende uma população superior a uma dezena de milhar de habitantes e que tem capacidade para armazenar apenas quinhentos metros cúbicos de água, traduzindo-se numa situação quase caricata.

Apesar do desequilíbrio referido, os SMN têm conseguido evitar, com uma dose de esforço e criatividade assinalável, consequências mais drásticas para a população. Poder-se-á, inclusivamente, referir que o dispositivo operacional dos SMN tem retardado o colapso iminente de um sistema que se encontra em falência há bastante tempo. No entanto e apesar do esforço mencionado, as intervenções realizadas constituem, simplesmente, uma forma de atenuação de problemas imediatos e singulares, prevalecendo o estado geral de alarme sobre sistema.

Face ao cenário descrito, de modo sucinto, nos parágrafos anteriores, os SMN decidiram dotar-se de um plano orientador que, além da concepção de uma solução técnica adequada para remodelação do sistema de abastecimento de água do município, permitirá assegurar, de forma integrada e harmoniosa, o desenvolvimento de todos os estudos e projectos complementares, bem como a execução futura das obras concernentes. Este procedimento e metodologia assumem cariz imperativo para a garantia, nos próximos decénios, da prestação de um serviço de excelência à população da Nazaré, no que diz respeito ao abastecimento de água.

Além do capítulo introdutório, a presente memória descritiva encontra-se estruturada segundo mais 9 capítulos principais. O Capítulo 2 descreve algumas etapas que antecederam a realização do presente estudo. O Capítulo 3 caracteriza genericamente o município da Nazaré. No capítulo 4 é feita uma breve caracterização dos sistemas de abastecimento actuais. O Capítulo 5 refere-se às bases de

dimensionamento. No Capítulo 6 é realizado um diagnóstico das infraestruturas existentes. O Capítulo 7 é dedicado à definição de soluções. No Capítulo 8 são apresentados os resultados de pré-dimensionamento das soluções estudadas. O Capítulo 9 refere-se à estimativa dos custos de investimento, de manutenção e de exploração, associados às obras propostas. Finalmente, no Capítulo 10, são apresentadas as principais conclusões do estudo.

## **2. ANTECEDENTES**

Em novembro de 2015, os SMN contrataram à HIDROPROCESSOS o projecto de execução da “Remodelação do Sistema de Abastecimento de Água do Concelho da Nazaré - Subsistema do Sítio”. Genericamente, a solução a desenvolver era baseada (1) na desactivação do reservatório elevado do Sítio (vila da Nazaré), órgão em final de vida útil e com capacidade bastante desajustada, por defeito, aos consumos da rede dependente, e (2) na construção, em zonas distintas, de dois novos reservatórios apoiados, ambos dotados de central hidropneumática, para servirem, de forma equitativa, a mesma zona de abastecimento sob influência do reservatório a suprimir.

Na fase inicial dos trabalhos, em particular durante a recolha de informação de base para dimensionamento das infraestruturas objecto do contrato, constatou-se que não seria possível restringir o estudo apenas à zona de intervenção, uma vez que a mesma é parte integrante de um sistema relativamente amplo e complexo, neste caso o sistema de Águas Belas, que serve mais de 95 % da população do município. Este factor impôs uma análise mais profunda e abrangente, com definição de bases de dimensionamento de cariz global e avaliação da capacidade das diversas infraestruturas existentes para responder de forma eficiente e segura às novas condições de operação, ditadas pela reformulação da configuração do sistema.

Tendo em consideração as premissas anteriores, foi desenvolvida uma nota técnica, suportada por novos dados de base, determinados segundo uma perspectiva geral e integrada do concelho, metodologia que proporcionou uma melhor aproximação à realidade actual, conferindo, simultaneamente, maior rigor e fiabilidade às projecções demográficas e de consumo de água para as várias zonas de abastecimento do concelho da Nazaré. No que se refere à solução técnica, foi preservada a matriz inicial, estipulada pelo caderno de encargos.

Da apreciação dos resultados finais do estudo concluiu-se existirem algumas fragilidades inerentes à configuração prevista para o sistema de abastecimento, quer ao nível do consumo excessivo de energia associado ao funcionamento das centrais hidropneumáticas, quer ao nível do traçado de novas condutas entre órgãos, devido ao estado de saturação do subsolo com infraestruturas enterradas, quer, ainda, ao nível da falta de enquadramento urbanístico associada aos órgãos a construir, entre outras situações que serão abordadas adiante, com maior detalhe.

Face à incerteza gerada em torno da solução estudada e da sua capacidade para responder, adequadamente, ao interesse do município, os SMN encomendaram um novo estudo para análise da viabilidade técnica-financeira para remodelação do reservatório elevado do Sítio, com o objectivo de minimizar a dependência de centrais hidropneumáticas e, como consequência, de reduzir os encargos com energia.

No decorrer do referido estudo, a equipa técnica da HIDROPROCESSOS, apercebendo-se da falta de viabilidade da remodelação do reservatório do Sítio, tomou a iniciativa de estudar outras soluções alternativas, abrangendo a totalidade das zonas de abastecimento do município, à semelhança da metodologia considerada no processo de determinação dos dados de base. Este procedimento teve o acompanhamento do dono da obra e esteve na génese do presente documento.

Em termos globais, foram delineadas três soluções que serão descritas nos capítulos seguintes e que deverão ser analisadas, conjuntamente, com as peças desenhadas que completam este processo.

Salienta-se que o estudo que aqui se apresenta, não se restringe ao sistema em “alta”. Pelo contrário, o seu conteúdo assenta no enquadramento global do sistema abastecimento, considerando as suas diversas componentes (captação, tratamento, transporte, armazenamento e distribuição) e o seu funcionamento integrado, de modo a otimizar o seu desempenho regular e a suportar, sem falhas, as solicitações previstas até ao horizonte de projecto.

Conclui-se o presente capítulo com uma breve nota relativa a dois conceitos diferentes, mas similares na designação, que serão utilizados ao longo deste trabalho e que poderão gerar alguma confusão: o sistema em “alta” institucional e o sistema em “alta” hidráulico:

- O primeiro conceito (sistema em “alta” numa perspectiva institucional), refere-se à instituição que gere o equipamento, o processo de captação, o tratamento e transporte de água até aos “pontos de entrega” do sistema em “baixa”. Estes pontos de entrega são sempre constituídos por um contador que permite contabilizar a água vendida ao sistema em “baixa”, podendo, por vezes, ser associado a uma válvula redutora de pressão (VRP), a uma câmara de perda de carga (CPC) ou, inclusivamente, a uma estação elevatória (EE). Nesta classificação o sistema em “baixa” pode gerir ainda uma parte do sistema adutor principal;
- O segundo conceito (sistema em “alta” do ponto de vista hidráulico) considera o sistema adutor principal constituído pela rede que transporta a água desde uma origem até aos “reservatórios de entrega”. O que distingue um sistema adutor de um sistema distribuidor é o facto do primeiro poder ser dimensionado, aproveitando a capacidade de transporte das condutas durante as 24 horas do dia, enquanto o segundo é dimensionado para responder aos pedidos variáveis dos consumidores ao longo do dia, em particular às solicitações de ponta. A interface entre os dois sistemas é assegurada pelos “reservatórios de entrega”, os quais devem ser dimensionados para compensar a diferença de regimes de entrada e saída de água.

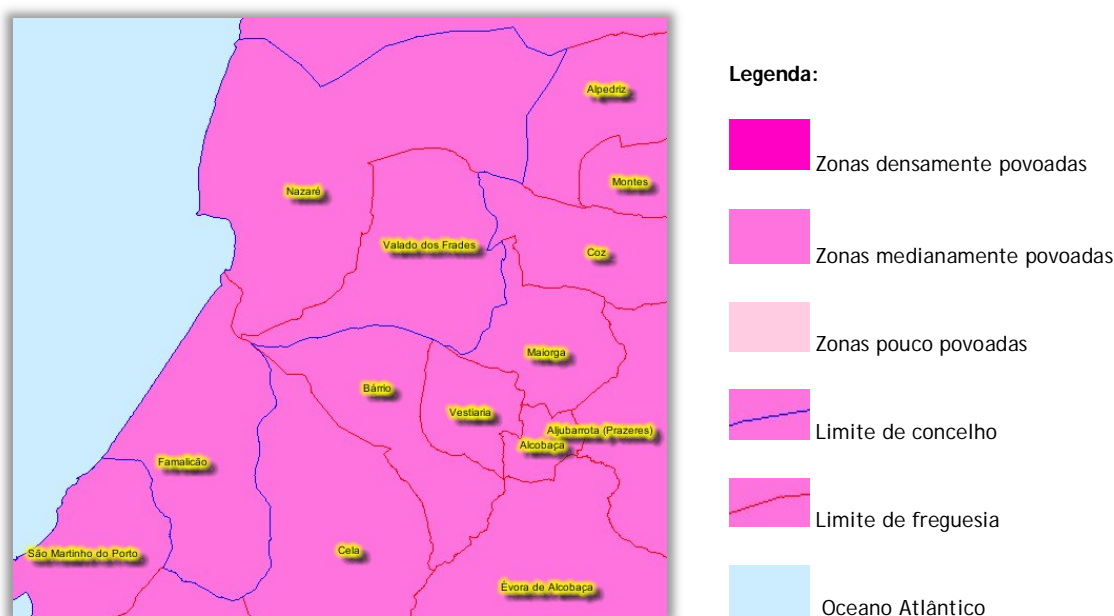
### **3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO**

#### **3.1. TERRITÓRIO**

O município de Nazaré pertence ao distrito de Leiria, região Centro (NUTS II), sub-região Oeste (NUTS III). É rodeado a Norte, a Este e a Sul pelo concelho de Alcobaça, e confinado a Oeste pelo Oceano Atlântico. Com uma área de 82,43 km<sup>2</sup>, o concelho subdivide-se em três freguesias: Famalicão, Nazaré e Valado dos Frades. A extensão máxima Norte-Sul e Este-Oeste é de 15 e 13 km, respectivamente. Em termos altimétricos a cota máxima do território municipal é 177 m e a mínima 0 m.

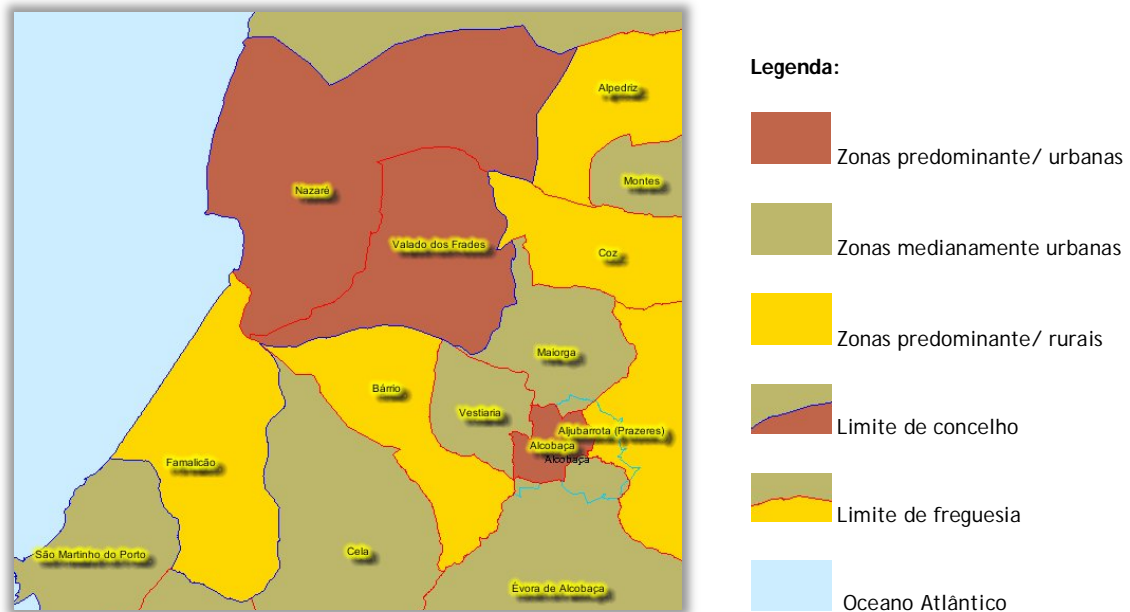
No campo do ordenamento do território, em particular no que se refere ao uso do solo, o Plano Municipal de Ordenamento do Território (PMOT) de Nazaré identifica uma área global urbana com 1066,4 ha e uma área de 103,8 ha dedicada a equipamentos e espaços verdes. Finalmente, a área total destinada ao uso industrial é de 269,1 ha. O Plano Director Municipal (PDM) foi publicado em Diário da República em 1996, encontrando-se, actualmente, em revisão. À data de elaboração do presente estudo, existem unicamente dois Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT) aprovados, um referente à orla costeira e outro na esfera das albufeiras de águas públicas.

A totalidade do território pertencente ao município de Nazaré é caracterizada, de acordo com a informação constante no Sistema de Informação Geográfica (SIG), do Instituto Nacional de Estatística (INE), por zonas medianamente povoadas. Na Figura 3.1 pode ser analisado um extracto da planta de classificação das zonas do território do concelho objecto o presente estudo, obtido a partir do referido SIG.



**Figura 3.1. Classificação das zonas do território do município de Nazaré (INE - SIG, 2015)**

No que respeita à tipologia das áreas urbanas, as freguesias de Nazaré e de Valado dos Frades estão classificadas como zonas predominantemente urbanas, enquanto a área correspondente à freguesia de Famalicão é predominantemente rural, conforme se pode constatar pela análise da Figura 3.2.



**Figura 3.2. Tipologia das áreas urbanas do município de Nazaré (INE - SIG, 2015)**

No domínio da estrutura territorial, o município integra um total de 15 lugares, incluindo 2 vilas, não havendo qualquer cidade a registar.

### 3.2. SÓCIO-DEMOGRAFIA

Os principais indicadores sociodemográficos, característicos do município de Nazaré, são resumidos no Quadro 3.1. A informação apresentada resulta da consulta dos Censos 2011 e, no caso particular do indicador “população flutuante”, de um trabalho de pesquisa desenvolvido, conjuntamente, pelos técnicos da HIDROPROCESSOS e do dono da obra.

**Quadro 3.1. Indicadores demográficos, 2011**

Indicadores Demográficos		Município de Nazaré
Freguesias (un)		3
Lugares (un)		15
Densidade Populacional (hab./km <sup>2</sup> )	Freguesia mais densamente povoada	244,3
	Concelho	183,9
População residente (hab.)		15158
População Flutuante (hab.)	Total	2113
	N.º de dias presente por ano	30
Alojamentos existentes		13119
Habitantes por alojamento		1,2

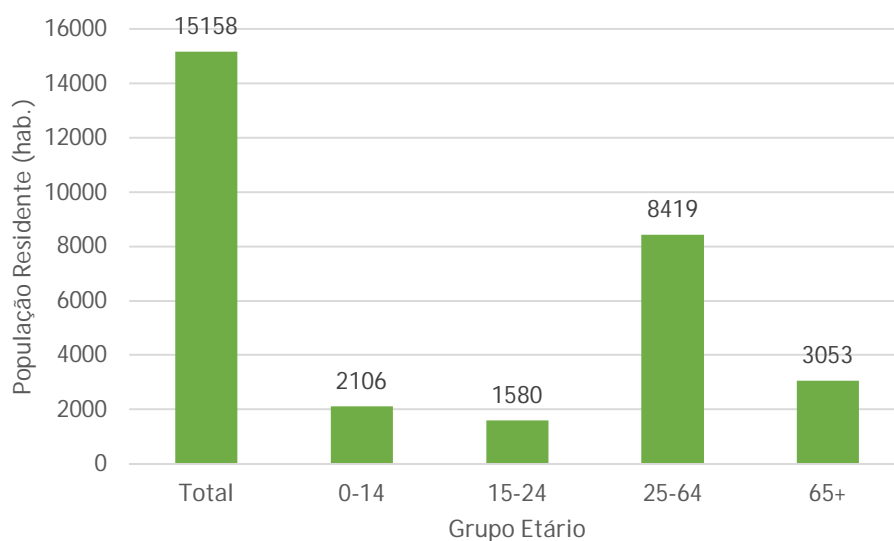
A distribuição da população residente por diversos grupos etários, bem como o índice de envelhecimento para o município de Nazaré, para a região Centro, onde o mesmo se insere, e para o Portugal Continental, são apresentados no Quadro 3.2.

**Quadro 3.2. Distribuição da população residente por grupos etários (Censos 2011)**

Concelho	Grupos Etários					Índice de Envelhecimento		
	Total	0-14	15-24	25-64	65+	Nazaré	Centro	Continente
Nazaré	15158	2106	1580	8419	3053	145,0	163,4	127,8

Pela análise do quadro anterior, verifica-se que o índice de envelhecimento da população no município de Nazaré é superior ao mesmo indicador para Portugal Continental, mas inferior ao da região Centro. Importa referir que este indicador, para o concelho de Nazaré, à semelhança do que se tem vindo a registar, em termos globais, no país e nos últimos decénios, tem revelado um envelhecimento persistente da população. A título de exemplo refere-se que, à data dos Censos 2001, o índice de envelhecimento da população era de 110,4.

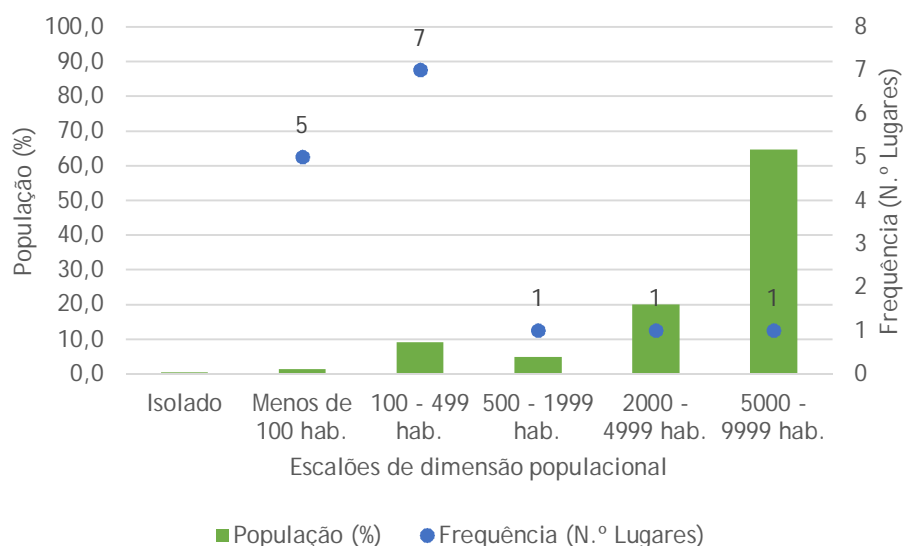
A Figura 3.3 ilustra, de forma gráfica, a distribuição da população residente no município de Nazaré, por diversos grupos etários.



**Figura 3.3. Distribuição da população residente por grupos etários**

Verifica-se, pela análise da figura anterior, que o grupo etário predominante é, inequivocamente, representado pela população com idade compreendida entre 25 e 64 anos, intervalo que reúne cerca de 56 % da população total do concelho.

Na Figura 3.4 apresenta-se, na forma gráfica, a distribuição de lugares e população por escalão de dimensão populacional, à data dos Censos 2011.



**Figura 3.4. Distribuição de lugares por escalão de dimensão populacional**

A figura anterior permite aferir que é a classe de 5000 a 9999 habitantes que reúne a maior percentagem da população do município (cerca de 65 %). No que se refere à frequência, expressa em número de lugares, para cada uma das classes definidas, verifica-se que é a classe de 100 a 499 habitantes a dominar, com 7 lugares num total de 15 que integram o município.

### 3.3. ACTIVIDADE ECONÓMICA

O presente capítulo tem como objectivo a caracterização genérica da actividade económica no município, nomeadamente no que diz respeito às empresas. Ao contrário da metodologia utilizada até aqui, o período de referência dos dados apresentados a seguir não coincide com a realização dos últimos Censos (2011), tendo sido consultadas publicações estatísticas de anos mais recentes, nomeadamente o *Anuário Estatístico da Região Centro 2013 (Edição 2014)*. Esta opção justifica-se, em parte, pelas relevantes alterações verificadas na esfera das actividade económica em Portugal, essencialmente, devidas ao Programa de Assistência Económica e Financeira, acordado entre as autoridades portuguesas, a União Europeia e o Fundo Monetário Internacional.

Em dezembro de 2012, o município de Nazaré registava uma densidade de 20,7 empresas/km<sup>2</sup>. O número de empresas individuais representava cerca de 77,9 % do tecido empresarial global no concelho. À data da publicação consultada, a proporção de empresas com menos de 250 pessoas ao serviço e com menos de 10 pessoas ao serviço era de 100 e 97,6 %, respectivamente. O pessoal ao serviço por empresa atingia um número médio de 2,5.

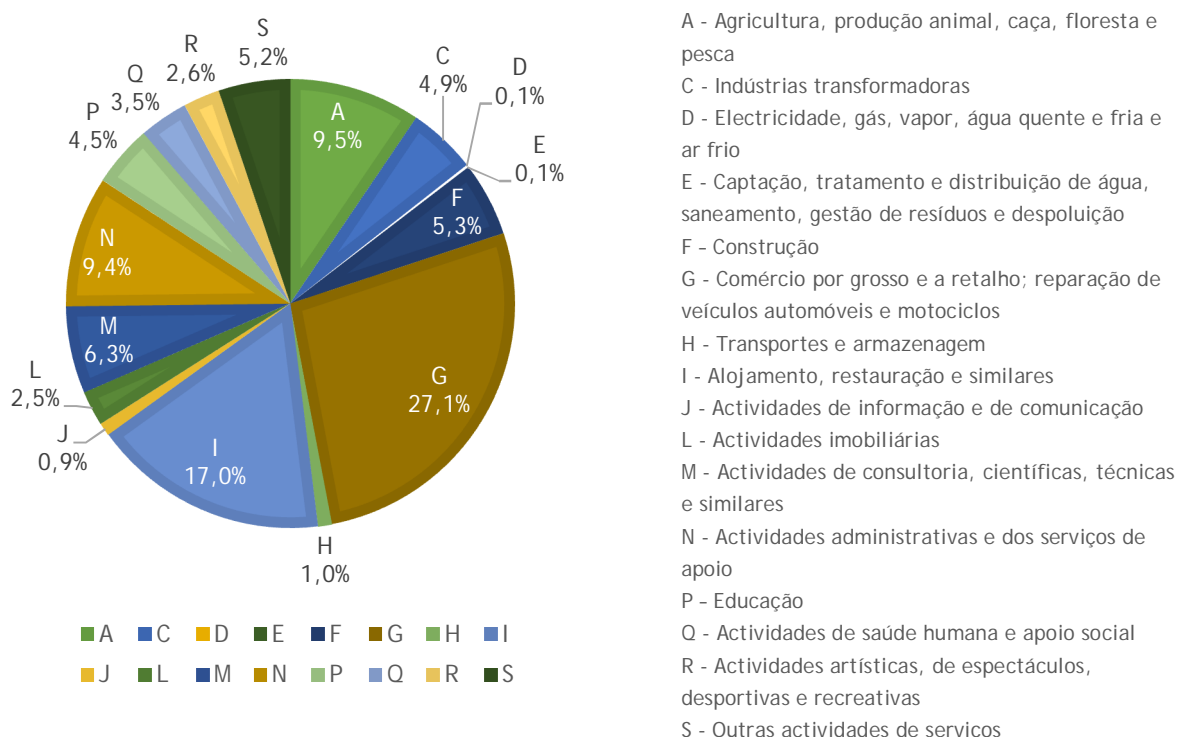
De acordo com os *Quadros de Pessoal 2012*, publicados pelo Ministério da Economia, a distribuição dos trabalhadores por conta de outrem, por sector de actividade, no município de Nazaré é a apresentada no Quadro 3.3.

**Quadro 3.3. Trabalhadores por conta de outrem, por sector de actividade**

Sector de Actividade	Trabalhadores por contra de outrem		
	HM	H	M
Primário	77	54	23
Secundário	543	332	211
Terciário	1283	476	807

Pela análise do quadro anterior, constata-se que o sector de actividade predominante é o terciário, relação sustentada, essencialmente por sectores como o do comércio, do alojamento e restauração, e outros serviços no município de Nazaré.

Com base no *Anuário Estatístico da Região Centro 2013*, o número total de empresas no município de Nazaré, para o período de referência dos dados publicados, era de 1707. A distribuição das mesmas por sector de actividade, segundo CAE-REV.3, pode ser consultada na Figura 3.5.



**Figura 3.5. Empresas com sede no município de Nazaré, segundo CAE-REV.3**



Com base na figura anterior, constata-se que o maior número de empresas do município de Nazaré pertence ao sector G - comércio por grosso e a retalho, reparação de veículos automóveis e motociclos, com 763 unidades. Destaca-se também o peso significativo do Sector I - alojamento, restauração e similares, representado por 291 empresas. Por outro lado, os sectores D e E, referentes a “electricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio”, e “captação, tratamento e distribuição de água, saneamento, gestão de resíduos e despoluição”, constituem, os sectores de actividade com menor representatividade (número de unidades) no concelho.

De acordo com a mesma publicação do INE para a região Centro, no final de 2013, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, na sub-região do Oeste, onde se integra, como referido antes, o município de Nazaré, era de cerca de 13,3 milhares de euros, valor inferior ao mesmo indicador para a região Centro (14,0 milhares de euros) e para Portugal (16,4 milhares de euros).

## **4. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO EXISTENTES**

### **4.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

O presente capítulo refere-se à descrição genérica dos sistemas que, actualmente, asseguram o abastecimento de água à população do município da Nazaré. A informação aqui apresentada foi, essencialmente, disponibilizada pelos SMN e recolhida durante as visitas de reconhecimento de campo, realizadas na fase inicial dos trabalhos.

A caracterização dos sistemas existentes é realizada nesta posição específica da estrutura do documento, uma vez que ao longo do texto do próximo capítulo, onde são apresentadas as bases utilizadas no dimensionamento das soluções estudadas, existem algumas referências às infraestruturas actuais, situação que pressupõe o seu conhecimento e enquadramento no sistema global.

O abastecimento de água ao município de Nazaré está, actualmente, estruturado segundo três sistemas, a saber: (1) Sistema de Águas Belas, (2) Sistema de Fanhais; e (3) Sistema de Raposos. A apresentação dos mesmos será realizada, seguidamente, pela ordem enunciada.

### **4.2. SISTEMA DE ÁGUAS BELAS**

O Sistema de Águas Belas serve cerca de 97% da população do concelho e tem como principal origem o parque de captações de água subterrânea de Águas Belas. Este sistema beneficia ainda de um reforço do abastecimento de água, através de um sistema adutor sob jurisdição da ÁGUAS DE LISBOA E VALE DO TEJO, S.A. (ALVT).

O parque de captações de Águas Belas (Figura 4.1) está localizado na fronteira entre as freguesias de Nazaré e Valado dos Frades. Actualmente, o regime de exploração das captações é baseado em 9 furos activos e 2 furos de reserva, com uma capacidade máxima global (excluindo reservas) de produção de cerca de 415 m<sup>3</sup>/h.



**Figura 4.1. Parque de captações subterrâneas de Águas Belas**

A escassos metros do recinto das captações, estão implantados um reservatório de regularização de bombagem, RAB, que constitui o ponto de entrega dos furos de captação, e uma central elevatória que assegura as aduções a jusante deste ponto.

O reservatório de regularização (Figura 4.2) é constituído por uma câmara de recepção, comum a todas as condutas elevatórias dos furos (integrada na câmara de manobras - Figura 4.2, foto à esq.), a partir da qual a água é distribuída para duas células iguais, de planta circular, com capacidade unitária para armazenar cerca de 800 m<sup>3</sup>.



**Figura 4.2. Reservatório de regularização de bombagem de Águas Belas**

O edifício da central elevatória (Figura 4.3) alberga duas estações de bombagem. A instalação dedicada à adução ao reservatório de Paliteira (Nazaré), EE1, é constituída por 3 grupos de eixo horizontal, com capacidade unitária para elevar um caudal de cerca de 250 m<sup>3</sup>/h. Por sua vez, a estação de bombagem de água para o reservatório de Valado dos Frades, EE2, é constituída por 2 grupos, também de eixo horizontal, com capacidade unitária para elevar um caudal máximo de cerca de cerca de 100 m<sup>3</sup>/h.



**Figura 4.3. Central elevatória de Águas Belas**

A adução ao reservatório de Valado dos Frades (Figura 4.4), RVF, é realizada através de uma conduta fabricada em fibrocimento Ø150 mm. Este reservatório é constituído por 2 células com capacidades distintas, apresentado a mais antiga um volume de 400 m<sup>3</sup> e a de construção mais recente de cerca de 1000 m<sup>3</sup>. Cada uma das células é dotada de câmara de manobras própria, no entanto, as mesmas são operadas em regime de vasos comunicantes, situação proporcionada pelos circuitos de interligação construídos para o efeito. Este reservatório tem funções exclusivas de distribuição, assegurando o abastecimento de água às populações de Valado dos Frades e de Torre.



**Figura 4.4. Reservatório de Valado dos Frades**

Por sua vez, o transporte hidráulico para o reservatório de Paliteira, RPT, é concretizado com recurso a uma conduta fabricada em fibrocimento Ø400 mm. O órgão de reserva em causa é formado por 3 células, em que duas apresentam capacidade unitária para armazenar cerca de 600 m<sup>3</sup>, tendo a restante um volume útil de 1300 m<sup>3</sup>. Actualmente, o Reservatório de Paliteira assume o papel de pivô da zona Oeste do sistema de Águas Belas, acumulando a função de regularização do transporte para outros reservatórios com a função de distribuição, existindo diversos sectores da rede de distribuição dependentes do mesmo. Adjacente à célula de maior capacidade existe uma estação de bombagem que assegura a adução forçada ao reservatório do Sítio, sendo a adução aos reservatórios da Senhora

dos Anjos, do Areal e de Famalicão, concretizada por força da gravidade. O reservatório e estação de bombagem de Paliteira podem ser observados na Figura 4.5.



**Figura 4.5. Reservatório e estação elevatória de Paliteira**

A conduta de adução ao reservatório do Sítio, RST, é fabricada, maioritariamente em PVC DN315, apresentando um troço constituído por tubagem de fibrocimento Ø300 mm. O reservatório em causa é do tipo elevado, com um fuste de 25 m que suporta uma célula de planta circular com cerca de 500 m<sup>3</sup> de capacidade. A Figura 4.6 apresenta uma perspectiva exterior do reservatório do Sítio.



**Figura 4.6. Reservatório do Sítio**

Por seu turno, a conduta que proporciona a adução aos reservatórios da Sra. Dos Anjos, RSA, e do Areal, RAR, constitui uma adutora-distribuidora, assegurando, além das referidas aduções, o cumprimento das solicitações de parte da rede de distribuição da zona média da Nazaré e, durante a época alta, por manifesta falta de capacidade de regularização do reservatório do Areal, também, do sector da rede da zona inferior dependente deste último reservatório. O reservatório da Sra. dos Anjos (Figura 4.7, à dir.) é do tipo semienterrado, sendo constituído por uma célula única de planta circular,

com capacidade útil de cerca de 1000 m<sup>3</sup>. Por sua vez, o Reservatório do Areal (Figura 4.7, à esq.) apresenta uma capacidade inferior (cerca de 200 m<sup>3</sup>) e é do tipo enterrado.



**Figura 4.7. Reservatório da Sra. dos Anjos (dir.) e do Areal (esq.)**

De forma similar à situação descrita no parágrafo anterior, a adução ao reservatório de Famalicão é concretizada, também, por meio de uma conduta adutora gravítica, com serviço de percurso nas zonas de Casal Mota, Quinta da Pescaria e Quinta Nova. Esta conduta é constituída por materiais distintos (PVC, FFD e fibrocimento) ao longo do seu traçado, apresentado um troço de tubagem DN200 e outro DN140.

O reservatório de Famalicão (Figura 4.8) assume funções de regularização do transporte e de distribuição. As redes dependentes do mesmo pertencem aos lugares de Famalicão, Mata da Torre e, parcialmente, de Rebolo e Macarca. A adução a jusante do reservatório de Famalicão é realizada por bombagem, com ponto de entrega no reservatório 1 de Serra da Pescaria. Uma vez que a interligação entre as células do reservatório de Famalicão está, actualmente interrompida, as células assumem funções exclusivas, sendo a de menor dimensão (70 m<sup>3</sup>) dedicada à regularização da bombagem e a de maior volume (100 m<sup>3</sup>) dedicada à distribuição. Ambas as células apresentam planta circular, sendo a de maior volume do tipo enterrada e a restante semienterrada.



**Figura 4.8. Reservatório de Famalicão**

Refere-se que, face às condições de operação do reservatório anterior, foram atribuídas designações distintas para cada uma das células, como se de dois reservatórios independentes se tratasse. Neste caso, o reservatório que alberga a estação de bombagem é mencionado como RFM1, e o de distribuição como RFM2.

A conduta elevatória de adução ao reservatório 1 de Serra da Pescaria (Figura 4.9), RSP1, é fabricada em PVC DN90, sendo o reservatório de entrega do tipo apoiado e constituído por uma célula única de planta circular, com capacidade para armazenar cerca de 50 m<sup>3</sup> de água. Este reservatório acumula funções de regularização de bombagem, uma vez que assegura a adução ao Reservatório 2 de Serra da Pescaria, com funções de distribuição, compensando as flutuações do consumo nas redes de distribuição de Serra da Pescaria, Pescaria, Salgado e da zona alta de Casal Mota.



**Figura 4.9. Reservatório 1 de Serra da Pescaria**

O Reservatório 2 de Serra da Pescaria (Figura 4.10), RSP2, é do tipo elevado, com um fuste de 15 m que suporta uma célula de planta circular com 50 m<sup>3</sup> de capacidade. O grupo de elevação para a cuba está instalado na base do fuste, sendo a aspiração realizada a partir do Reservatório 1 de Serra da Pescaria, através de uma conduta fabricada em PVC DN90.



**Figura 4.10. Reservatório 2 de Serra da Pescaria**

Tendo em consideração a relativa complexidade do sistema de abastecimento de Águas Belas, apresenta-se, na Figura 4.11, um diagrama com a configuração do mesmo, elemento gráfico que visa facilitar a interpretação do texto descritivo.

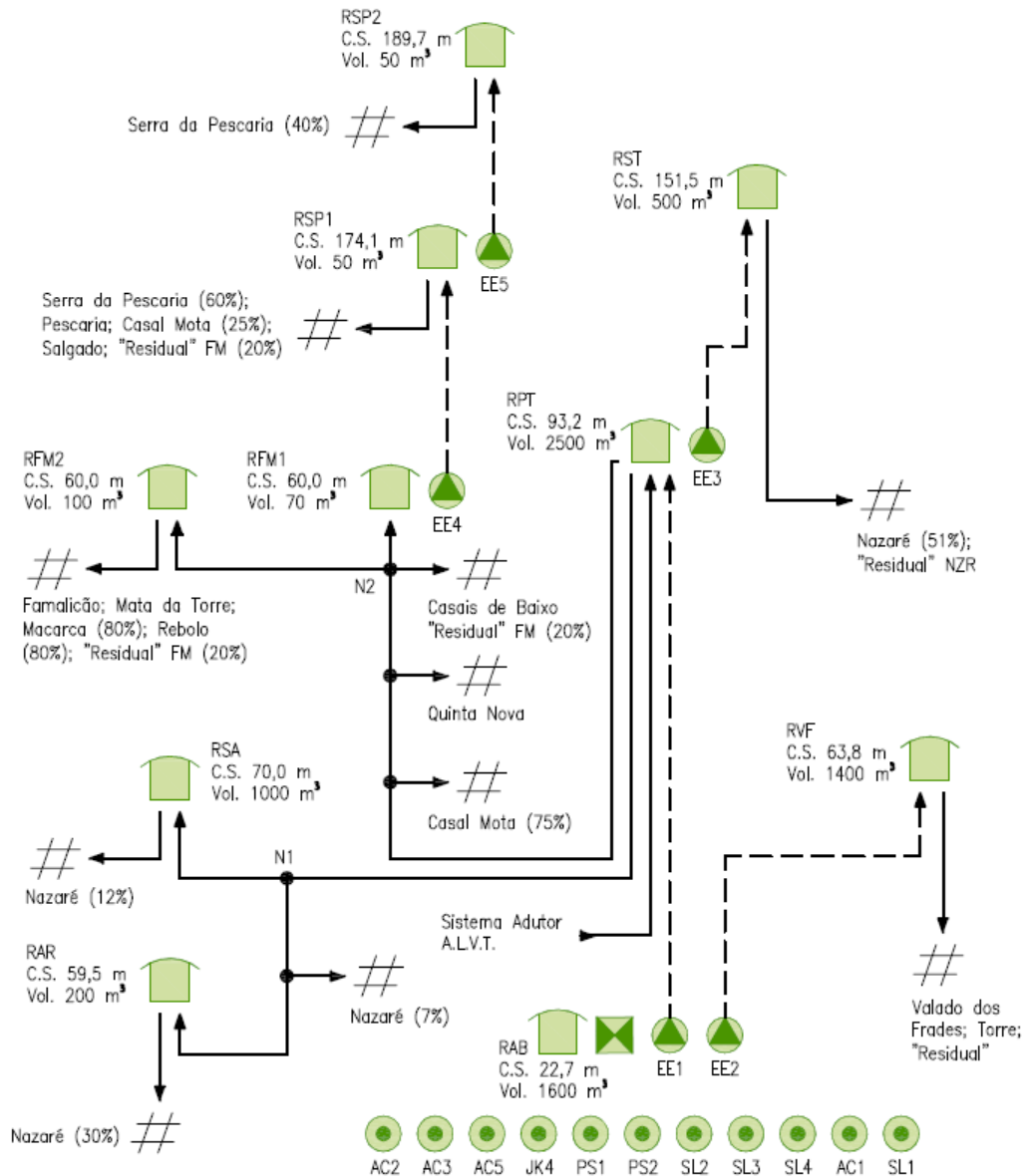


Figura 4.11. Configuração do sistema de abastecimento de Águas Belas - Situação Actual

### 4.3. SISTEMA DE FANHAIS

O sistema de abastecimento de Fanhais, que serve cerca de 1 % da população do município da Nazaré, é constituído por um reservatório do tipo elevado, com um fuste de 15 m, que suporta uma célula de planta circular com cerca de 50 m<sup>3</sup> de capacidade para armazenar água e que abastece a rede de

condutas de distribuição do lugar de Fanhais. Na Figura 4.12, pode ser observado o exterior do reservatório de Fanhais, RFH.



**Figura 4.12. Reservatório de Fanhais**

Actualmente não existe serviço das captações locais, devido à falta de capacidade de produção e de qualidade da água proveniente das mesmas, sendo a adução ao reservatório assegurada a partir do mesmo sistema adutor em alta da ALVT, que reforça o sistema de Águas Belas.

#### **4.4. SISTEMA DE RAPOSOS**

O sistema de abastecimento de Raposos serve os restantes 2 % da população do concelho e a situação que o caracteriza, actualmente, é, em quase tudo, similar à descrita para o sistema de Fanhais. O reservatório de Raposos (Figura 4.13), RRP é do tipo elevado, com um fuste de 15 m, que suporta uma célula de planta circular com volume útil de 50 m<sup>3</sup>. A rede de distribuição dependente deste órgão estende-se de Fanhais até às zonas altas dos lugares de Rebolo e Macarca.



**Figura 4.13. Reservatório de Raposos**

Tendo em consideração falta de capacidade de produção e a ocorrência problemas com a qualidade da água associada às captações subterrâneas existentes, o serviço das mesmas foi cessado, passando



a adução ao reservatório de Raposos a concretizar-se a partir do sistema de abastecimento e água do município de Alcobaça, em particular através da rede de distribuição do lugar de Bica. Recentemente, devido ao estado de degradação avançado deste do RRP, o abastecimento às redes dependentes passou a realizar-se, directamente, através do sistema de abastecimento em “baixa” do concelho de Alcobaça.

## **5. BASES DE DIMENSIONAMENTO E OUTRAS VARIÁVEIS RELEVANTES**

### **5.1. HORIZONTE DE PROJECTO**

Entende-se por horizonte de projecto de uma obra, o período ao fim do qual esta atingirá a saturação, sendo resultante da ponderação de diversos factores, em particular dos referidos em seguida:

- Vida útil das estruturas, dos materiais e equipamentos;
- Faseamento das obras;
- Disponibilidade de recursos ou crédito para financiamentos;
- Condição de funcionamento durante os primeiros anos de exploração da obra, durante os quais se verificará uma utilização reduzida da capacidade das infraestruturas;
- Taxa de actualização.

No presente estudo considerou-se um horizonte de projecto de 30 anos. Consta-se, efectivamente ser este o período de referência mais corrente em Portugal e mais coerente com o aproveitamento económico da vida útil das tubagens e dos restantes elementos de construção civil.

Os anos de referência considerados são referidos em seguida:

- Ano 0, ano de início de exploração: 2016;
- Ano 15, ano intermédio: 2031;
- Ano 30, ano horizonte de projecto: 2046.

O ano intermédio representa o ano de transição entre duas fases de 15 anos, destinando-se esta divisão para o dimensionamento dos grupos elevatórios e de outros equipamentos electromecânicos.

### **5.2. POPULAÇÃO**

#### **5.2.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

O conhecimento da evolução populacional é um dado de base essencial para o cálculo dos consumos de água, os quais irão determinar a concepção e o dimensionamento dos vários órgãos que compõem o sistema de abastecimento.

A análise demográfica pode ser realizada a partir da utilização de diferentes modelos matemáticos, de maior ou menor complexidade, aplicados aos dados oficiais disponíveis da população. No entanto, quando o objectivo do estudo passa pela obtenção de caudais de dimensionamento, variável influenciada por outros parâmetros de fixação imprecisa (e.g. capitações e factores de ponta), o maior grau de sofisticação de um modelo não é uma garantia, só por si, de melhores resultados finais. Importa, fundamentalmente, dispor de uma visão global de todos os parâmetros intervenientes, que permita uma adequada ponderação dos mesmos.

O sucesso da aplicação de um determinado modelo matemático, desenvolvido para determinação da população futura, depende das condições de cada caso e da sua interpretação, pelo que a análise deve ser realizada, não só com base na evolução passada, mas também, na evolução social e económica esperada para a região interessada. Deste modo, a consulta de outros estudos complementares de natureza distinta, como são exemplo os planos directores e outros planos de desenvolvimento industrial ou turístico, assume especial interesse.

No presente caso, tendo em conta a incerteza e o erro implícito em qualquer processo de previsão da evolução populacional, opta-se pela metodologia mais corrente, apoiando o estudo nos dados dos censos populacionais realizados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), para os anos 1970, 1981, 1991, 2001 e 2011. Prescindem-se de dados sobre outros anos mais afastados no tempo, dado que a realidade social é demasiado dinâmica, tornando-os pouco significativos. O estabelecimento das taxas de evolução definitivas, baseadas nas taxas obtidas da modelação matemática dos dados quantitativos populacionais, é realizado, posteriormente, com recurso a ensaios de sensibilidade.

No caso particular do concelho da Nazaré, o planeamento turístico constitui um tema de grande relevo, uma vez que tem repercussão, não só no desenvolvimento da população residente, como arrasta consigo um acréscimo considerável e esporádico da população, correspondente à população flutuante. A quantificação desta parcela da população e da sua evolução é suportada pelos registos existentes e nas infraestruturas e condições locais existentes e previstas. À semelhança da metodologia descrita no caso da população residente, a sensibilidade constitui um factor crucial na determinação das taxas de evolução da parcela flutuante da população.

### **5.2.2. POPULAÇÃO RESIDENTE**

No presente capítulo apresenta-se a análise da evolução retrospectiva da população residente no concelho da Nazaré, bem como a projecção da mesma, para cada um dos períodos de referência considerados no presente estudo.

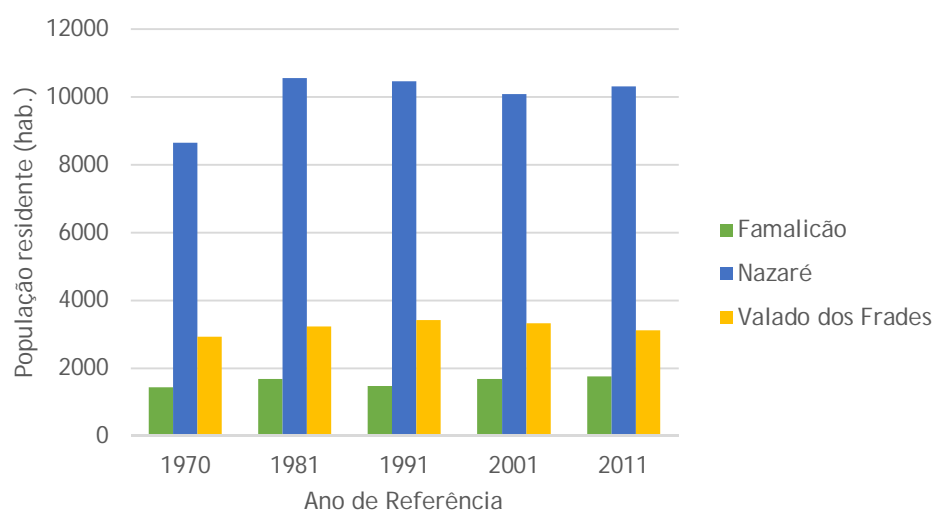
No Quadro 5.1, são apresentados os resultados dos Censos de 1970, 1981, 1991, 2001 e 2011.

**Quadro 5.1. Evolução retrospectiva da população residente, estruturada por freguesia**

Freguesia	População Residente (hab.)				
	1970	1981	1991	2001	2011
Famalicão	1429	1666	1461	1672	1740
Nazaré	8634	10544	10451	10080	10309
Valado dos Frades	2913	3226	3401	3308	3109
Total Município	12976	15436	15313	15060	15158

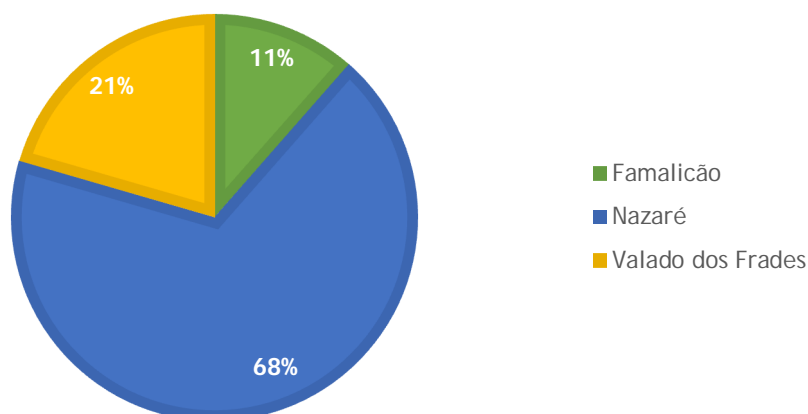
Da análise do quadro anterior, em particular no que se refere ao período decorrido entre 1970 e 1981, regista-se um crescimento global da população residente. Por outro lado, os decénios seguintes são marcados por oscilações de fraca expressão, situação que se verifica em qualquer das freguesias estudadas. Os dados referentes às freguesias de Famalicão e de Nazaré evidenciam uma tendência de crescimento da população residente, enquanto na freguesia de Valado de Frades, a evolução foi contrária, desde a realização dos Censos de 1991.

A Figura 5.1 traduz, sob a forma gráfica, os elementos constantes do Quadro 5.1, relativamente à população residente no município da Nazaré.



**Figura 5.1. Evolução retrospectiva da população residente, estruturada por freguesia**

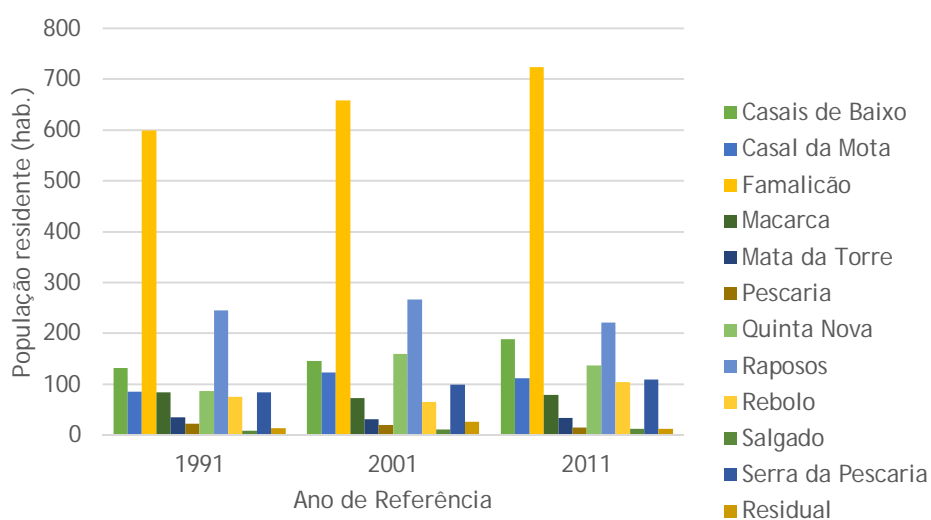
Do ponto de vista da distribuição da população residente no concelho, verifica-se que a freguesia da Nazaré, é aquela com maior representatividade, situação bem evidenciada na Figura 5.2. Importa referir que a relação apresentada para a distribuição da população pelas freguesias mantém-se estável desde a realização dos Censos de 1981.



**Figura 5.2. Distribuição da população por freguesia (Censos 2011)**

Visando a análise da evolução da população residente a uma escala mais detalhada, apresentam-se, no **Quadro A** do **VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**, os dados demográficos constantes dos Censos, sistematizados por lugar. Face à discrepância registada no número de lugares contemplados nos Censos de 1970 e 1981, quando comparados com os Censos de 1991, 2001 e 2011, períodos de referência, relativamente aos quais, o número e designação dos lugares são idênticos e, portanto, facilmente comparáveis, optou-se por considerar, exclusivamente, os três últimos, para efeitos de análise da evolução da população residente, por lugar, no município da Nazaré.

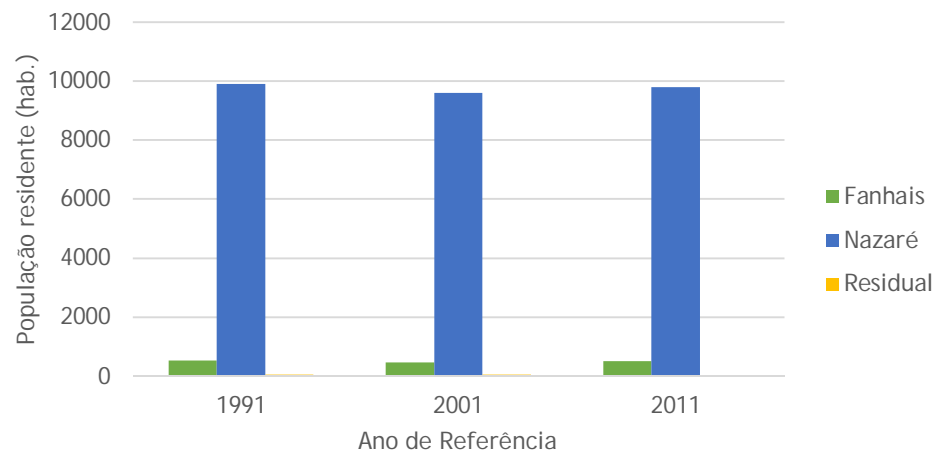
No que se refere à freguesia de Famalicão, a evolução da população residente, no período que decorreu entre 1970 e 2011 é traduzida, na forma gráfica, pela Figura 5.3.



**Figura 5.3. Evolução demográfica retrospectiva, estruturada por lugar, na freguesia de Famalicão**

Da análise da Figura 5.3, é possível certificar que existem alguns lugares que contrariam a tendência global de crescimento da população residente, sendo certo que tal não se reflecte de forma expressiva nos dados finais, devido à reduzida dimensão dos lugares em causa.

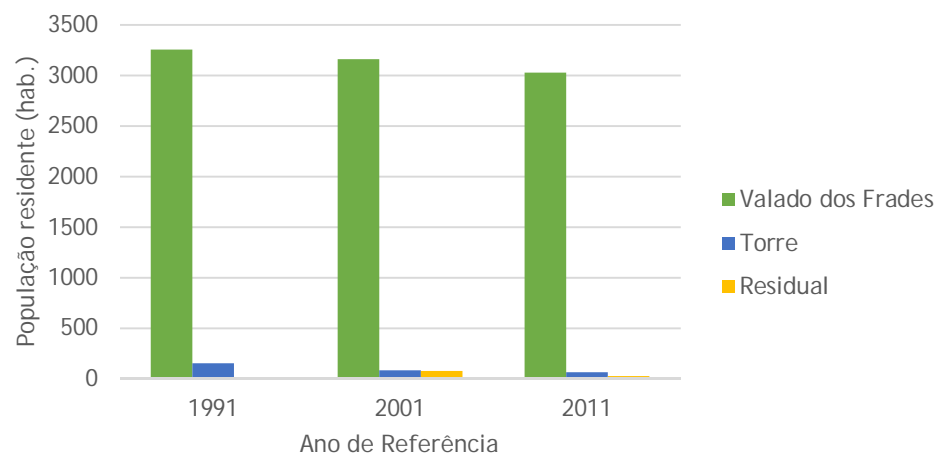
Relativamente à freguesia da Nazaré, a evolução da população residente, para o mesmo período de referência de análise, é a exposta na Figura 5.4.



**Figura 5.4. Evolução demográfica retrospectiva, estruturada por lugar, na freguesia da Nazaré**

Como é possível confirmar na figura anterior, a evolução da população residente na freguesia da Nazaré é marcada por uma estabilidade relativa, registando-se variações pouco significativas do parâmetro objecto de análise, no período decorrido entre 1991 e 2011.

Finalmente, no que se refere à freguesia de Valado dos Frades, a evolução demográfica retrospectiva, que resulta dos dados constantes dos Censos de 1991, 2001 e 2011, é caracterizada pela Figura 5.5.



**Figura 5.5. Evolução demográfica retrospectiva, estruturada por lugar, na freguesia de V. dos Frades**

No caso dos lugares que compõem a freguesia de Valado dos Frades, é possível confirmar uma tendência decrescente da população residente, situação também expressa na evolução da população residual (população residente, fora do limite que define a fronteira de cada um dos lugares).

Com base nestes valores, a projecção da evolução da população residente para os anos de referência 2016, 2031 e 2046 foi determinada, utilizando a Lei de Malthus, método em que o crescimento da população segue uma progressão geométrica. As taxas de crescimento relativas à variação da população para as freguesias em estudo, são as apresentadas no Quadro 5.2.

**Quadro 5.2. Taxas retrospectivas de crescimento populacional**

Freguesia	Taxas de Crescimento (%)						
	1970-1981	1981-1991	1191-2001	2001-2011	1970-2011	1981-2011	1991-2011
Famalicão	1,40	-1,30	1,36	0,40	0,48	0,14	0,88
Nazaré	1,83	-0,09	-0,36	0,22	0,43	-0,08	-0,07
Valado dos Frades	0,93	0,53	-0,28	-0,62	0,16	-0,12	-0,45
Total Município	1,59	-0,08	-0,17	0,06	0,38	-0,06	-0,05

Como se pode verificar no quadro anterior, em particular nos dados referentes ao último decénio, a evolução da população residente, processou-se segundo taxas positivas nas freguesias de Famalicão e de Nazaré, contrariamente ao que aconteceu na freguesia de Valado dos Frades. Como referido antes, não existe, em termos globais, uma tendência clara, evidenciada pelo conjunto dos dados demográficos retrospectivos, não só pela alternância entre valores positivos e negativos das taxas ao longo do período de análise, mas também pela grandeza minimalista das mesmas.

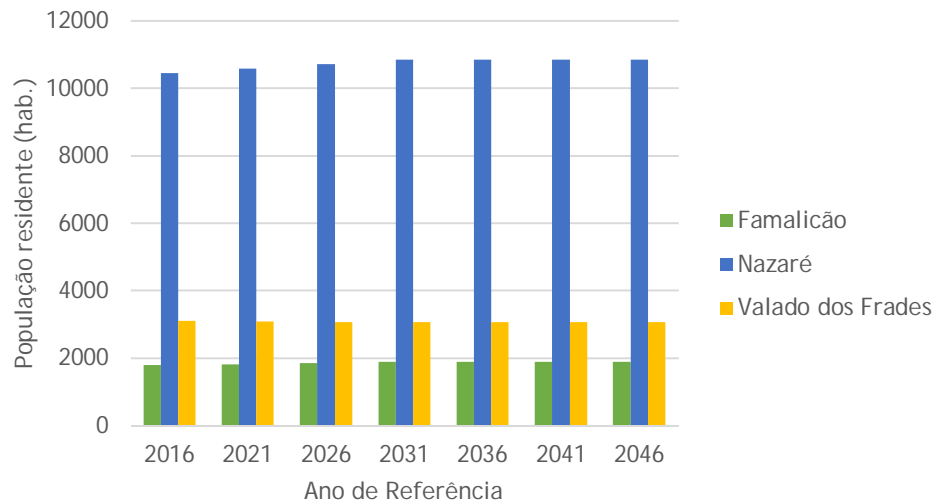
De modo a não cair numa situação de erro de estimativa por defeito, consideram-se, no período que irá decorrer entre 2016 e 2031, taxas de crescimento constantes de 0,25 para todos os lugares da freguesia de Nazaré e de -0,1 para os lugares integrados na freguesia de Valado dos Frades. Em relação à população residente na freguesia de Famalicão prevê-se que mantenha, na primeira metade do horizonte de projecto, uma evolução segundo uma taxa constante de 0,4. A partir de 2031 assume-se que as taxas de crescimento demográfico são nulas, mantendo-se a população constante.

No Quadro 5.3 são indicados os resultados da projecção da população residente no município da Nazaré, estruturada por freguesia, realizada com base nas premissas anteriores.

**Quadro 5.3. Projecção da população residente, estruturada por freguesia.**

Freguesia	População Residente (hab.)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	1775	1811	1847	1885	1885	1885	1885
Nazaré	10439	10570	10702	10837	10837	10837	10837
Valado dos Frades	3093	3078	3063	3047	3047	3047	3047
Total Município	15307	15459	15612	15769	15769	15769	15769

A Figura 5.6 traduz, na forma de gráfico, os resultados da projecção demográfica constantes do quadro anterior.



**Figura 5.6. Projecção da população residente no município da Nazaré, estruturada por freguesia**

Como se pode verificar na figura anterior e em concordância com o descrito antes, prevê-se um ligeiro crescimento da população residente, nas freguesias de Famalicão e de Nazaré até 2031, data a partir da qual são esperadas taxas nulas até ao ano horizonte de projecto. A projecção para a freguesia de Valado dos Frades dita uma evolução contrária às anteriores, no entanto, com amplitude considerada desprezável.

No **Quadro B** do **VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**, apresenta-se a projecção de evolução da população residente estruturada por lugar para o município da Nazaré.

### 5.2.3. POPULAÇÃO FLUTUANTE

#### 5.2.3.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

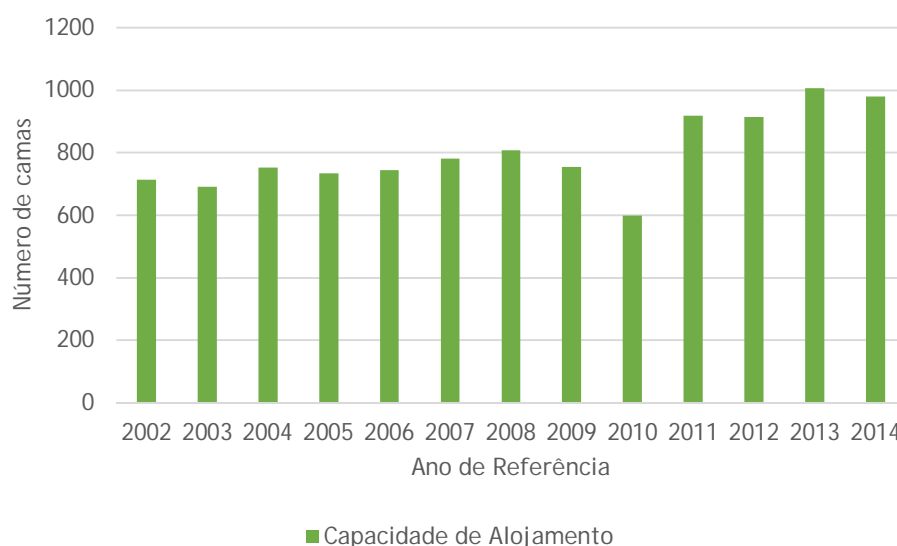
No concelho da Nazaré, em particular na vila homónima, a população flutuante assume uma importância extrema, condição justificada pelo facto de a região em causa constituir uma zona balnear de elevado interesse turístico. No período de Verão, principalmente nos meses de julho e agosto, o impacto da população flutuante faz-se sentir de forma notável no consumo global de água. Nos meses críticos, em termos quantitativos, esta parcela da população presente na vila da Nazaré chega mesmo a ultrapassar a população residente.

A população flutuante decompõe-se em duas fracções, sendo uma correspondente à população flutuante não residencial e a restante à população flutuante residencial. O processo de estimativa da grandeza destas duas variáveis é descrito e justificado em seguida.

### 5.2.3.2. POPULAÇÃO FLUTUANTE NÃO RESIDENCIAL

A fração da população flutuante não residencial (PFNR) foi definida com base na capacidade de alojamento dos estabelecimentos hoteleiros do município e nas correspondentes taxas de ocupação. Deste modo foi consultada a informação oficial publicada por diversas entidades, nomeadamente a Turismo de Portugal, I.P. ou o INE.

De acordo com os dados apresentados pelo INE, a “capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros”, que representa o número máximo de indivíduos que os estabelecimentos podem alojar num determinado momento ou período, sendo este determinado através do número de camas existente, considerando como duas as camas de casal, entre os anos de 2002 e 2014 é indicada na Figura 5.7.

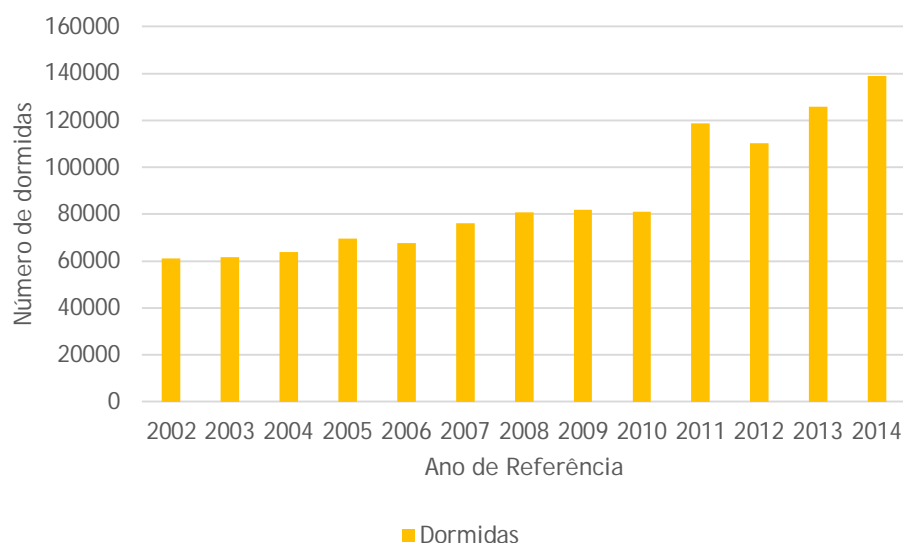


**Figura 5.7. Capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros do município**

Como se pode verificar na figura anterior, a evolução do parâmetro objecto de análise é, em termos globais, positiva, registando raras excepções de redução da capacidade de alojamento (e.g. ano 2010). Actualmente, existe uma capacidade de alojamento de cerca de 1000 camas nos estabelecimentos hoteleiros do município.

Na Relativamente às “dormidas nos estabelecimentos hoteleiros”, indicador definido pela permanência de um indivíduo num estabelecimento que fornece alojamento, por um período compreendido entre as 12 horas de um dia e as 12 h do dia seguinte, podem ser consultados os registos oficiais, publicados pelo INE, na Figura 5.8.

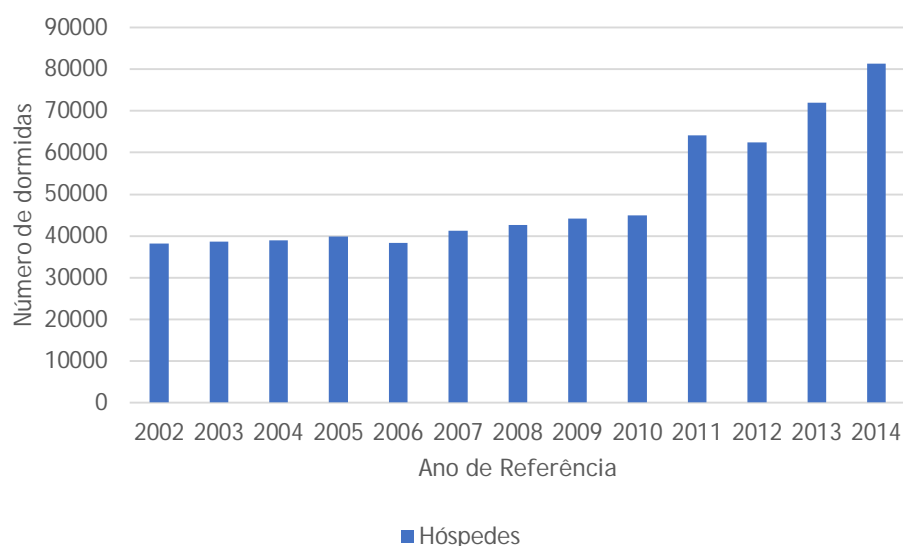




**Figura 5.8. Dormidas nos estabelecimentos hoteleiros do município da Nazaré**

De certo modo, constata-se que o número de dormidas tem vindo a acompanhar, em termos evolutivos, o crescimento da capacidade de alojamento, tendo sido contabilizadas em 2014 cerca de 140 mil dormidas no município.

No que diz respeito aos “hóspedes nos estabelecimentos hoteleiros”, indicador que representa um indivíduo que efectua, pelo menos, uma dormida num estabelecimento de alojamento turístico, são apresentados os dados estatísticos oficiais, publicados pelo INE, na Figura 5.9.



**Figura 5.9. Hóspedes nos estabelecimentos hoteleiros do município da Nazaré**

De forma similar à evolução da variável analisada anteriormente, a tendência crescente dos hóspedes registados nos estabelecimentos hoteleiros municipais é bastante evidente.

Considerou-se a seguinte distribuição da população flutuante não residencial: peso de 2 % nas freguesias de Famalicão e de Valado dos Frades, e de 96 % na freguesia da Nazaré

Os dados estatísticos de 2013 apresentados pelo INE, apontam para uma taxa média anual de ocupação, nos estabelecimentos hoteleiros de cerca de 38,7 %, no entanto, no presente caso, considerou-se um valor superior à taxa oficial, decisão justificada pelo frequente desajustamento destes dados específicos, face à realidade. Deste modo, assumiu-se que a taxa de ocupação média anual atinge os 50 % e, ainda, que a taxa de ocupação nos estabelecimentos hoteleiros, durante a época alta, é de 80 %.

A população flutuante não residencial, determinada com base numa taxa de ocupação média anual de 50 %, é apresentada no Quadro 5.4.

**Quadro 5.4. População flutuante não residencial (taxa de ocupação média anual de 50 %)**

Freguesia	População Flutuante Não Residencial - Tx. Ocupação 50% (hab.)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	10	10	10	10	10	10	10
Nazaré	469	469	469	469	469	469	469
Valado dos Frades	10	10	10	10	10	10	10
Total Município	489	489	489	489	489	489	489

Por sua vez, a população flutuante não residencial, determinada com base numa taxa de ocupação média de 80 %, durante a época alta, é apresentada no Quadro 5.5.

**Quadro 5.5. População flutuante não residencial (taxa de ocupação média em época alta de 80 %)**

Freguesia	População Flutuante Não Residencial - Tx. Ocupação 80% (hab.)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	16	16	16	16	16	16	16
Nazaré	751	751	751	751	751	751	751
Valado dos Frades	16	16	16	16	16	16	16
Total Município	783	783	783	783	783	783	783

Nos **Quadros C e D do VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**, apresenta-se a projecção de evolução da população flutuante não residencial, estruturada por lugar para o município da Nazaré.

### 5.2.3.3. POPULAÇÃO FLUTUANTE RESIDENCIAL

A componente residencial da população flutuante (PFR) foi estimada, tendo como base nos alojamentos existentes de residência secundária e considerando, também, que existe um acréscimo de população nos alojamentos de residência habitual (população flutuante em habitação permanente). Uma vez que a presença desta parcela da população flutuante não deverá registar-se ao mesmo tempo, considerou-se, ainda, um coeficiente de simultaneidade aplicado ao valor determinado para esta variável. A expressão utilizada e que define a população flutuante residencial máxima é a seguinte:

$$PFR_{max} = n^{\circ} \text{ aloj. residência secundária} \times n^{\circ} \text{ hab. flutuantes por aloj. sazonal} \\ \times C.S. + n^{\circ} \text{ aloj. residência habitual} \times n^{\circ} \text{ hab. flutuantes em resid. habitual ocupada}$$

Note-se que o coeficiente de simultaneidade, C.S., não afecta o acréscimo de população nos alojamentos de residência habitual, critério justificado pela fraca expressão desta pequena fracção da população.

No Quadro 5.6, são apresentados os dados base utilizados no processo de determinação da população flutuante residencial que, em parte, são obtidos de publicações do INE.

**Quadro 5.6. Dados base para determinação da população flutuante residencial**

Parâmetros	Freguesia		
	Famalicão	Nazaré	V. Frades
Número de famílias	685	4115	1187
Dimensão média das famílias	2,5	2,5	2,6
Alojamentos familiares	1225	10324	1570
Alojamentos residência habitual	684	4097	1182
Alojamentos residência habitual ocupados	684	4097	1182
Alojamentos vagos	217	1257	143
Alojamentos de residência secundária	324	4970	245
Média habitantes flutuantes por alojamento sazonal	2,5	3,0	2,5
Habitantes adicionais em residência habitual ocupada	0,00	0,25	0,00
Coeficiente de simultaneidade	0,3	0,6	0,3
Número de dias presente anualmente	30	60	30

Do quadro anterior, destacam-se alguns pressupostos importantes que foram assumidos de forma ponderada, nomeadamente, o número médio de habitantes flutuantes, não só associado aos alojamentos sazonais, mas também às residências de habitação permanente, bem como os coeficientes de simultaneidade aplicados a cada freguesia.

A população flutuante residencial, determinada com base na metodologia descrita anteriormente, é a indicada no Quadro 5.7.

**Quadro 5.7. População flutuante residencial**

Freguesia	População Flutuante Residencial (hab.)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	243	243	243	243	243	243	243
Nazaré	9970	9970	9970	9970	9970	9970	9970
Valado dos Frades	184	184	184	184	184	184	184
Total Município	10397	10397	10397	10397	10397	10397	10397

Nos **Quadros E e F do VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**, apresenta-se a projecção de evolução da população flutuante residencial e flutuante em época alta, estruturada por lugar para o município da Nazaré.

### 5.3. INDÚSTRIA

A indústria pode, sob o ponto de vista do consumo de água, ser organizada de acordo com os seguintes grupos característicos:

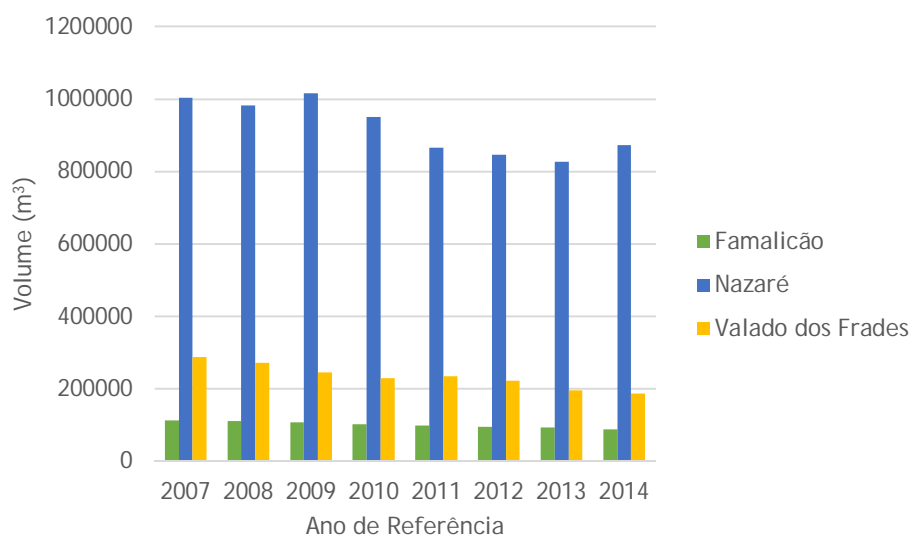
- Pequena indústria dispersa no tecido urbano, cujos consumos de água são incluídos nos valores das capitações da população;
- Unidades industriais localizadas em zonas industriais, com origens próprias, não estando, por isso, dependentes da rede pública;
- Unidades industriais com serviço a partir do sistema público de abastecimento de água.

No município da Nazaré, com excepção de três unidades industriais tratadas de forma independente (o Porto de Abrigo na vila da Nazaré e duas unidades do sector cerâmico na freguesia de Valado dos Frades), consideraram-se englobados na capitação da população residente, todos os consumos industriais, opção justificada pela reduzida expressão dos mesmos.

### 5.4. CAPITAÇÕES

Como referido no capítulo anterior, as capitações da população residente contemplam, além dos consumos da própria população residente, os consumos de todas as unidades industriais que não as indicadas como especiais, os consumos comerciais e ainda os consumos públicos.

O cálculo das capitações da população residente foi realizado com base nos volumes consumidos (registo dos volumes de facturação) e na população residente servida pelo sistema de abastecimento. Para o devido efeito, foram considerados os dados disponíveis do período que decorreu entre 2007 e 2014. Na Figura 5.10 apresentam-se consumos anuais de água facturados, estruturados por freguesia.



**Figura 5.10. Consumo anual de água facturado por freguesia**

A metodologia utilizada para estimativa das capitações da população residente, compreende o cálculo do volume médio diário anual facturado, repartindo o resultado correspondente pela população residente. Como medida de minimização de erros eventuais, excluíram-se do processo os consumos facturados nos meses críticos do verão, que no caso das freguesias de Famalicão e de Valado dos Frades correspondem a um mês e, no caso da freguesia da Nazaré, aos dois meses da época alta em que se registaram os maiores consumos.

As capitações da população residente, que se assumiram constantes ao longo do horizonte de projecto, são indicadas no Quadro 5.8.

**Quadro 5.8. Capitações da população residente**

Freguesia	Capitação da População Residente (l/hab.d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	155	155	155	155	155	155	155
Nazaré	205	205	205	205	205	205	205
Valado dos Frades	175	175	175	175	175	175	175
Média Município	178	178	178	178	178	178	178

Relativamente à população flutuante, em particular à sua parcela residencial, as capitações esperadas são as apresentadas no Quadro 5.9.

**Quadro 5.9. Capitações da população flutuante residencial**

Freguesia	Capitação da População Flutuante Residencial (l/hab.d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	250	250	250	250	250	250	250
Nazaré	250	250	250	250	250	250	250
Valado dos Frades	250	250	250	250	250	250	250
Média Município	250	250	250	250	250	250	250

Por sua vez, as capitações previstas para a fracção não residencial da população flutuante são as indicadas no Quadro 5.10.

**Quadro 5.10. Capitações da população flutuante não residencial**

Freguesia	Capitação da População Flutuante Não Residencial (l/hab.d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	275	275	275	275	275	275	275
Nazaré	300	300	300	300	300	300	300
Valado dos Frades	275	275	275	275	275	275	275
Média Município	283	283	283	283	283	283	283

À semelhança da evolução prevista para as capitações da população residente, assume-se que no caso das capitações características da população flutuante (residencial e não residencial), também não se registam alterações ao longo do horizonte de projecto.

Termina-se o presente capítulo, com uma breve nota em relação à capitação estabelecida para a população flutuante residencial, uma vez que é comum encontrar estudos em que este parâmetro se admite equivalente à capitação da população residente. Neste caso em particular, considerou-se que o peso da população flutuante residencial no consumo de água se fará sentir, exclusivamente, no período crítico, correspondente ao mês de maior consumo. Partindo deste pressuposto, o consumo inerente a esta parcela da população flutuante já é, implicitamente, um consumo de ponta. Como tal, a capitação da população flutuante deve ser superior à capitação da população residente.

## 5.5. PERDAS

As perdas existentes, nos sistemas de abastecimento de água, podem dividir-se em perdas físicas e perdas administrativas. As perdas físicas representam a água que não chega ao consumidor, devido a roturas, a fugas nas condutas e/ou acessórios da rede de distribuição, a deficientes ligações nas juntas das tubagens e dos ramais, ou a operações de manutenção do sistema. Por sua vez, as perdas administrativas representam a fracção de água que é consumida, mas não é medida, devido ao

deficiente funcionamento dos contadores ou pelo simples facto da sua inexistência, incluindo-se neste grupo a rega de jardins e a lavagem de ruas, cujo peso é, normalmente, significativo.

Com base nos volumes de água captados, nos volumes adquiridos à ALVT e nos volumes facturados determinaram-se as perdas globais existentes nos sistemas de abastecimento do concelho de Nazaré, tendo-se concluído que rondariam os valores indicados no Quadro 5.11. Os resultados apresentados englobam as perdas no sistema adutor e nas redes de distribuição.

**Quadro 5.11. Perdas globais no sistema de abastecimento, estruturadas por freguesia**

Freguesia	Perdas Globais (%)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	38	20	20	20	20	20	20
Nazaré	38	20	20	20	20	20	20
Valado dos Frades	48	20	20	20	20	20	20
Média Município	41	20	20	20	20	20	20

A configuração actual do sistema de abastecimento e a inexistência ou funcionamento deficiente de instrumentação, para monitorização de caudal em pontos estratégicos do mesmo, não permite determinar, com rigor, o peso das perdas correspondentes às componentes em "alta" e em "baixa". Estima-se, no entanto, que as perdas no ramo adutor de Nazaré/Famalicão rondem os 5 %, enquanto nas redes de distribuição o peso médio deste indicador alcance os 33 %. Por outro lado, as perdas estimadas para o ramo adutor de Valado dos Frades deverão representar cerca de 10 %, enquanto nas redes de distribuição, este parâmetro deverá atingir um peso de 38 %.

O IRAR recomenda que o valor de referência do indicador de água não facturada deve ser tão baixo quanto técnica e economicamente viável, o que corresponde a um elevado aproveitamento da água captada, não sendo desejáveis valores superiores a 20 % para sistemas em "baixa". Após realização das obras de remodelação do sistema de abastecimento, não só no sistema adutor, mas também nas redes de distribuição, este objectivo será, perfeitamente alcançável, pelo se consideraram perdas constantes, na ordem do limite máximo referido em cima, para o período entre 2021 e o ano horizonte de projecto.

Os dados completos, relativos aos volumes de água captada, adquirida à ALVT e facturada não apresentados nos **QUADROS XX, YY, ZZ, AAA, BBB, CCC, DDD E EEE DO VOLUME II - QUADROS DE COMPLEMENTARES**.

## 5.6. CONSUMOS E CAUDAIS DE REFERÊNCIA

### 5.6.1. CONSUMOS

#### 5.6.1.1. VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL TOTAL

Os consumos totais são expressos, através do volume médio diário anual total,  $V_{mda}$ , em  $m^3/d$ , e representam o volume total consumido num ano (doméstico, industrial, comercial, público e perdas no sistema adutor e na rede de distribuição), dividido pelos 365 dias do ano, como se de um consumo uniforme ao longo da totalidade desses dias se tratasse.

As parcelas que constituem o volume médio diário anual total,  $V_{mda}$ , são considerados separadamente e representadas por:

- Volume médio diário anual da população residente,  $V_{mda-PR}$  ( $m^3/d$ ). Este valor resulta do produto da capitação da população residente, reduzida a  $m^3$ , pela população residente;
- Volume médio diário anual da população flutuante não residencial,  $V_{mda-PFNR}$  ( $m^3/d$ ). Este consumo resulta do produto da capitação da população flutuante não residencial, reduzida a  $m^3$ , pela população flutuante não residencial, considerando que a mesma está presente no município durante todos os dias do ano de acordo com uma taxa média anual de ocupação nos estabelecimentos hoteleiros, que, neste caso, se considerou de 50 %;
- Volume médio diário da população flutuante residencial no período crítico,  $V_{md-PFR}$  ( $m^3/d$ ), uma vez que o peso significativo, desta fracção da população, coincide com o período de maior consumo. Este valor obtém-se do produto da capitação da população flutuante residencial, reduzida a  $m^3$ , pela população flutuante residencial;
- Volume médio diário anual industrial,  $V_{Ind}$  ( $m^3/d$ ), considerando-se um consumo uniforme ao longo do ano e do horizonte de projecto. A informação relativa a esta parcela do  $V_{mda}$  foi disponibilizada pelos SMN.

Face ao exposto, o volume médio diário anual total,  $V_{mda}$  ( $m^3/d$ ), resulta da aglutinação das parcelas acima referidas, de acordo com a expressão:

$$V_{mda} = \frac{365 \times (V_{mda-PR} + V_{mda-PFNR} + V_{Ind}) + T_c \times V_{mda-PFR}}{365}$$

Em que  $T_c$  representa o período em que a população flutuante residencial está presente (período crítico).

O volume médio diário anual da população residente,  $V_{mda-PR}$ , estruturado por freguesia e por diversos períodos de referência do estudo é apresentado no Quadro 5.12.



**Quadro 5.12. Volume médio diário anual da população residente, Vmda-PR**

Freguesia	Volume Médio Diário Anual da Pop. Residente (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	379,67	336,85	343,54	350,61	350,61	350,61	350,61
Nazaré	2953,19	2600,22	2632,69	2665,90	2665,90	2665,90	2665,90
Valado dos Frades	801,09	646,38	643,23	639,87	639,87	639,87	639,87
Total Município	4133,95	3583,45	3619,46	3656,38	3656,38	3656,38	3656,38

O volume médio diário anual da população flutuante não residencial, Vmda-PFNR, considerando uma taxa média anual de ocupação nos estabelecimentos hoteleiros de 50 %, estruturado por freguesia e por diversos períodos de referência do estudo é apresentado no Quadro 5.13.

**Quadro 5.13. Volume médio diário anual da população flutuante não residencial, Vmda-PFNR**

Freguesia	Volume Médio Diário da Pop. Flutuante Não Residencial (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	6,07	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28
Nazaré	310,91	270,36	270,36	270,36	270,36	270,36	270,36
Valado dos Frades	6,51	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28
Total Município	323,50	280,92	280,92	280,92	280,92	280,92	280,92

O volume médio diário, no período crítico, da população flutuante residencial, Vmda-PFR, estruturado por freguesia e por diversos períodos de referência do estudo é apresentado no Quadro 5.14.

**Quadro 5.14. Volume médio diário, no período crítico, da população flutuante residencial, Vmd-PFR**

Freguesia	Volume Médio Diário da Pop. Flutuante Residencial (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	83,84	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90
Nazaré	3439,65	2991,00	2991,00	2991,00	2991,00	2991,00	2991,00
Valado dos Frades	68,08	55,20	55,20	55,20	55,20	55,20	55,20
Total Município	3591,57	3119,10	3119,10	3119,10	3119,10	3119,10	3119,10

O volume médio diário anual industrial, VInd, tendo em consideração as instalações merecedoras de tratamento diferenciado, indicadas em 5.3, é apresentado por freguesia e para diversos períodos de referência, no Quadro 5.15.

**Quadro 5.15. Volume médio diário anual industrial, V<sub>Ind</sub>**

Freguesia	Volume Médio Diário Anual Industrial (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nazaré	137,66	137,66	137,66	137,66	137,66	137,66	137,66
Valado dos Frades	159,11	159,11	159,11	159,11	159,11	159,11	159,11
Total Município	296,77	296,77	296,77	296,77	296,77	296,77	296,77

Da aplicação dos consumos apresentados nos quadros anteriores à expressão indicada para determinação do volume médio diário anual total, V<sub>mda</sub>, resultam os valores indicados no Quadro 5.16.

**Quadro 5.16. Volume médio diário anual total, V<sub>mda</sub>**

Freguesia	Volume Médio Diário Anual Total (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	390,36	346,14	352,83	359,90	359,90	359,90	359,90
Nazaré	3850,44	3398,39	3430,86	3464,07	3464,07	3464,07	3464,07
Valado dos Frades	969,86	813,32	810,17	806,81	806,81	806,81	806,81
Total Município	5210,66	4557,85	4593,87	4630,79	4630,79	4630,79	4630,79

O volume médio diário anual, estruturado por lugar, para o município da Nazaré, é apresentado nos **Quadros G, H, I, J, K, L e M** do **VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

### 5.6.1.2. VOLUME MÉDIO DIÁRIO DO MÊS DE MAIOR CONSUMO

A distribuição do consumo associado à população residente ao longo dos meses do ano varia, geralmente, entre cerca de 70 % do volume médio diário anual da população residente, nos meses de Inverno e cerca de 1,3.V<sub>mda</sub> da população residente, no mês mais quente do ano. Os órgãos de captação, de tratamento, de transporte e de armazenamento têm que estar dimensionados para responder à situação do mês mais desfavorável no horizonte de projecto, razão pela qual se determinou o volume médio diário do mês de maior consumo, V<sub>mMc</sub> (m<sup>3</sup>/d), recorrendo à expressão seguinte:

$$V_{mMc} = 1,3 \times V_{mda-PR} + V_{md-PF} + V_{Ind}$$

A parcela V<sub>md-PF</sub> é expressa em m<sup>3</sup>/d e diz respeito ao volume médio diário, no período crítico, da população flutuante. O seu valor é determinado somando o volume médio diário, no período crítico,

da população flutuante residencial, Vmd-PFR, ao volume médio diário, também no período crítico, da população flutuante não residencial, onde se considerou uma taxa de ocupação de 80 % nos estabelecimentos hoteleiros do município. Com base no descrito os valores do Vmd-PF são apresentados no Quadro 5.17.

**Quadro 5.17. Volume médio diário, no período crítico, da população flutuante, Vmd-PF**

Freguesia	Volume Médio Diário da Pop. Flutuante (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	89,91	78,18	78,18	78,18	78,18	78,18	78,18
Nazaré	3750,56	3261,36	3261,36	3261,36	3261,36	3261,36	3261,36
Valado dos Frades	74,59	60,48	60,48	60,48	60,48	60,48	60,48
Total Município	3915,06	3400,02	3400,02	3400,02	3400,02	3400,02	3400,02

Consequentemente, os valores do volume médio diário do mês de maior consumo, VmMc, determinados com recurso à expressão indicada para o efeito, para os diversos anos de referência do estudo, são indicados no Quadro 5.18.

**Quadro 5.18. Volume médio diário do mês de maior consumo, VmMc**

Freguesia	Volume Médio Diário do Mês de Maior Consumo (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	583,48	516,08	524,78	533,97	533,97	533,97	533,97
Nazaré	7727,38	6779,31	6821,52	6864,69	6864,69	6864,69	6864,69
Valado dos Frades	1275,11	1059,88	1055,78	1051,42	1051,42	1051,42	1051,42
Total Município	9585,97	8355,27	8402,09	8450,08	8450,08	8450,08	8450,08

O volume médio diário do mês de maior consumo, estruturado por lugar, para o município da Nazaré, é apresentado no **Quadro N** do **VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

### 5.6.1.3. VOLUME DO DIA DE MAIOR CONSUMO

O volume do dia de maior consumo, VdMc, expresso em m<sup>3</sup>/d, interessa para o dimensionamento dos reservatórios, em conjugação com o volume médio diário do mês de maior consumo. Quando não se dispõe de dados para determinar um factor de ponta diário, a literatura da especialidade aconselha a utilizar um factor de 1,5. O VdMc é, deste modo, determinado, tendo em consideração a expressão seguinte:

$$V_{dMc} = 1,5 \times V_{mda-PR} + V_{md-PF} + V_{md}$$

Os resultados da utilização da expressão anterior, para determinação do volume do dia de maior consumo, VdMc, estruturado por freguesia e para cada um dos anos de referência, são apresentados no Quadro 5.19.

**Quadro 5.19. Volume do dia de maior consumo, VdMc**

Freguesia	Volume do Dia de Maior Consumo (m <sup>3</sup> /d)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	659,42	583,45	593,49	604,10	604,10	604,10	604,10
Nazaré	8318,01	7299,35	7348,06	7397,87	7397,87	7397,87	7397,87
Valado dos Frades	1435,33	1189,16	1184,43	1179,39	1179,39	1179,39	1179,39
Total Município	10412,76	9071,96	9125,98	9181,36	9181,36	9181,36	9181,36

O volume do dia de maior consumo, estruturado por lugar, para o município da Nazaré, é apresentado no **Quadro O** do **VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

### 5.6.2. CAUDAIS

Os consumos característicos, referidos anteriormente, têm expressão equivalente, em litros por segundo (l/s), dividindo-se o seu valor pelo número de segundos do dia. Desta forma, com base no Vmda, é calculado o caudal médio diário total, Qmda, expresso em l/s. A partir volume médio diário do mês de maior consumo, VmMc, obtém-se o caudal médio diário do mês de maior consumo, QmMc, expresso em l/s. O caudal do dia de maior consumo, QdMc, em l/s, é calculado com base no VdMc.

No Quadro 5.20, apresentam-se os resultados do cálculo do caudal médio diário anual, Qmda, estruturado por freguesia.

**Quadro 5.20. Caudal médio diário anual total, Qmda**

Freguesia	Caudal Médio Diário Anual Total (l/s)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	4,52	4,01	4,08	4,17	4,17	4,17	4,17
Nazaré	44,57	39,33	39,71	40,09	40,09	40,09	40,09
Valado dos Frades	11,23	9,41	9,38	9,34	9,34	9,34	9,34
Total Município	60,31	52,75	53,17	53,60	53,60	53,60	53,60

No Quadro 5.21, apresentam-se os resultados do cálculo do caudal médio diário do mês de maior consumo, QmMc, estruturado por freguesia.

**Quadro 5.21. Caudal médio diário do mês de maior consumo, QmMc**

Freguesia	Caudal Médio Diário do Mês de Maior Consumo (l/s)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	6,75	5,97	6,07	6,18	6,18	6,18	6,18
Nazaré	89,44	78,46	78,95	79,45	79,45	79,45	79,45
Valado dos Frades	14,76	12,27	12,22	12,17	12,17	12,17	12,17
Total Município	110,95	96,70	97,25	97,80	97,80	97,80	97,80

No Quadro 5.22, apresentam-se os resultados do cálculo do caudal médio diário do mês de maior consumo, QmMc, estruturado por freguesia.

**Quadro 5.22. Caudal do dia de maior consumo, QdMc**

Freguesia	Caudal do Dia de Maior Consumo (l/s)						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046
Famalicão	7,63	6,75	6,87	6,99	6,99	6,99	6,99
Nazaré	96,27	84,48	85,05	85,62	85,62	85,62	85,62
Valado dos Frades	16,61	13,76	13,71	13,65	13,65	13,65	13,65
Total Município	120,52	105,00	105,62	106,27	106,27	106,27	106,27

Os caudais de referência a que respeitam os quadros anteriores, estruturados por lugar do município da Nazaré, são apresentados nos **Quadros P a X do VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

O presente estudo engloba, também, a análise do sistema em “baixa”, embora com menos profundidade, quando comparada com a abordagem que é realizada ao sistema em “alta”. Deste modo interessa, além dos caudais referidos antes, estudar o caudal de ponta instantâneo,  $Q_p$ , que se obtém pela aplicação do factor de ponta instantâneo ao  $Q_{mda}$ . O factor de ponta instantâneo para consumos domésticos, conforme definido no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, RGSPDADAR, é obtido pela expressão:

$$F_p = 2 + \frac{70}{\sqrt{P}}$$

Em que “P” representa a população total a servir.

A definição das zonas de abastecimento e dos sectores da rede de distribuição dependem da configuração específica do sistema em “alta”. O presente estudo envolve a análise de três soluções técnicas distintas, pelo que o número e características zonas de abastecimento são variáveis. Deste modo os resultados do cálculo do caudal de ponta instantâneo serão indicados nos capítulos correspondentes a cada uma das soluções estudadas.

## **6. DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO EXISTENTES**

### **6.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

O presente capítulo refere-se à avaliação das infraestruturas de abastecimento de água, existentes no município da Nazaré. São considerados no processo de análise, não só o estado de conservação dos órgãos em termos de construção civil, equipamentos e instalações eléctricas, mas também a capacidade das infraestruturas para responder adequadamente e em segurança às condições de operação que lhes são exigidas.

### **6.2. SISTEMA DE ÁGUAS BELAS**

A principal origem de água do sistema de Águas Belas regista abundância, proporcionando elevados índices de produção. Em termos qualitativos, a avaliação da água captada no aquífero de Águas Belas é bastante positiva, registando-se apenas a necessidade de se proceder à sua desinfecção e, ocasionalmente, a uma correcção do pH.

Ao nível das infraestruturas de captação de água, todas verticais do tipo furo, o cenário é contrastante, quando comparado com as características do aquífero. As captações existentes foram executadas entre 1956 e 2007, apresentando, maioritariamente, deficiências no que se refere ao estado de conservação de equipamentos e tubagem, à ausência de instrumentação adequada e, também, à inexistência de alguns dispositivos regulamentares de protecção sanitária das captações, como são exemplo, as tampas de protecção da “cabeça dos furos” e as câmaras ou casetas de protecção das mesmas. As instalações eléctricas do recinto também carecem de intervenção, uma vez que, actualmente, a alimentação em energia eléctrica ao parque de captações é realizada via Central Elevatória de Águas Belas, constituindo uma situação não regulamentar, uma vez que os recintos em causa são independentes e separados por uma estrada municipal.

De forma similar, o sistema adutor regista, actualmente, problemas de natureza diversa que, a curto/médio prazo, podem comprometer o serviço de abastecimento à população dependente.

Após tratamento e análise dos dados de exploração do sistema, identificou-se um défice de capacidade de reserva a rondar os 55 %, com especial incidência nos órgãos de armazenamento que servem a vila da Nazaré. Este contexto obriga, nos períodos de maior consumo, ao transporte de grandes volumes de água nas condutas que, além do calibre desadequado para escoamento de caudais muito superiores aos que serviram de base ao seu dimensionamento, há muito que ultrapassaram o seu tempo de vida útil, encontrando-se bastante fragilizadas estruturalmente. A sistemática ocorrência de roturas em condutas é o resultado das condições de operação referidas e, conseqüentemente, as avultadas perdas de água, também. Da análise dos dados operacionais, cedidos pelos SMN, constataram-se perdas globais, neste sistema, na ordem de 38 %.

Um problema com a mesmo fundamento teórico, no entanto associado a situações práticas distintas, é representado pelas condutas adutoras-distribuidoras que, nos períodos de ponta das solicitações das redes, são forçadas a transportar caudais bastante superiores ao seu caudal de dimensionamento e,

portanto, desadequados ao seu calibre. Neste caso, além das roturas frequentes na tubagem, constata-se, efectivamente, que o sistema fica desprovido da energia necessária para assegurar a adução aos reservatórios de jusante.

O caso que melhor reproduz a situação descrita no parágrafo anterior é o do reservatório de Famalicão, que muitas vezes assinala quebras na adução a montante. Este problema, além de provocado pela ocorrência de roturas ao longo do percurso da conduta adutora-distribuidora, fruto das intensas variações de pressão, características de condutas que acumulam estas duas funções, e das fracas condições estruturais da tubagem, é também devido ao próprio perfil da conduta. Verificou-se que o circuito de saída do reservatório de Paliteira, o qual se desenvolve até RFM, está posicionado a meia altura das células de armazenamento, situação bastante invulgar, que conduziu à identificação de outra fragilidade no sistema. O perfil da conduta RPT-RFM tem um ponto alto a escassos metros do reservatório de montante, situação que inviabiliza, por completo, o abastecimento a diversas redes de distribuição da freguesia de Famalicão, bem como ao reservatório RFM, sempre que o nível da água, no interior das células de RPT desce abaixo da cota do referido ponto alto do perfil da tubagem. Esta situação obriga à manutenção, em permanência, do nível da água no interior do reservatório, praticamente à cota que define o seu nível de pleno armazenamento. No período de Verão, onde a referida condição é difícil de assegurar, face aos relevantes pedidos das redes dependentes de RPT e ao défice de capacidade de reserva deste órgão, são muitas as ocorrências de quebra do abastecimento de água à freguesia de Famalicão.

O reservatório elevado do Sítio, também abastecido a partir de RPT, através de uma estação de bombagem, constitui a situação mais delicada do sistema. Este órgão é dotado de um volume de armazenamento cerca de dez vezes inferior ao necessário ( $500 \text{ m}^3$  existente VS  $5000 \text{ m}^3$  desejável), obrigando, nos períodos de maior consumo, ao funcionamento permanente do sistema elevatório que o alimenta. Verificam-se, inclusivamente, situações em que o caudal de adução a montante é igual ou mesmo inferior ao caudal saído para as redes de distribuição dependentes. Além da capacidade de reserva deficitária, RST apresenta um estado de degradação que não pode ser desprezado, exigindo uma solução alternativa, com a maior celeridade possível.

Outro exemplo flagrante de reservatórios com capacidade deficitária, reside no órgão que deveria assegurar as flutuações do consumo ao longo do dia, na zona do Areal. O reservatório em causa (RAR) pode chegar a servir uma população superior a 6200 habitantes e apresenta capacidade para armazenar apenas  $200 \text{ m}^3$  de água, quando o seu volume deveria ser de cerca de  $3000 \text{ m}^3$ . Esta condição transforma RAR num mero reservatório de passagem, sobrecarregando ainda mais o reservatório que o alimenta, neste caso RPT.

Perante este quadro, o reservatório RPT que constitui o pivô do sistema actual, é empurrado para uma situação de subdimensionamento, sendo possível satisfazer as necessidades de consumo das redes dependentes e de regularização de aduções a jusante, apenas com as captações e central elevatória de Águas Belas a funcionar durante, praticamente, as 24 horas diárias. Note-se que ao volume de água proveniente das referidas captações, RPT beneficia, ainda, de um reforço de abastecimento, através do sistema adutor em “alta” da ALVT, estando, no entanto, limitado a pouco mais de  $32 \text{ l/s}$ .

A central elevatória de Águas Belas, datada de 1963, encontra-se em muito mau estado de conservação, não só ao nível da construção civil, mas também dos equipamentos. As estações elevatórias instaladas no interior do edifício da central registam constantes avarias nos motores dos grupos electrobomba que, no caso da estação que abastece o reservatório de Valado dos Frades (EE2), ocorrem com uma frequência inaceitável. Por sua vez, também a conduta adutora EE2-RVF surge como um elemento desestabilizador do adequado funcionamento do sistema, uma vez que é fustigada com sucessivas ocorrências de roturas.

No que se refere ao reservatório RVF, foi detectada outra situação fomentadora de perdas de água que, no ramo adutor de Valado dos Frades e redes de distribuição associadas, praticamente atinge os 50 %. RVF é constituído por células com capacidades distintas e datas de construção, relativamente desfasadas, encontrando-se as respectivas soleiras a cotas diferentes, situação que resulta em perdas de água pela descarga de superfície no reservatório com cota de soleira mais baixa (são operados em regime de vasos comunicantes). As células deste órgão encontram-se em mau estado de conservação, verificando-se, curiosamente, que o órgão de construção mais recente está muito mais degradado, com diversas fissuras que ameaçam a sua integridade estrutural.

A análise das actuais zonas de influência dos reservatórios permite constatar que os patamares de pressão se encontram, na sua maioria, desajustados face à cota de soleira dos reservatórios que os abastecem. Assim, verificam-se inúmeras zonas sujeitas a pressões excessivas, constituindo um factor adicional, altamente penalizador para o município, uma vez que provoca o aumento de perdas, quer por rotura de condutas, quer nas juntas da tubagem e acessórios da rede. Por outro lado, registam-se, também, algumas zonas com pressão insuficiente, sujeitando os consumidores a cortes no abastecimento, nos períodos de ponta de consumo.

A ausência de instrumentação e de telemetria é mais uma situação que torna, extremamente, difícil a gestão das infraestruturas e que contribui, de forma vincada, para as perdas no sistema.

Em síntese, o sistema de abastecimento de Águas Belas está, em termos globais, obsoleto, desorganizado e subdimensionado face à realidade da zona que serve nesta altura. Afirma-se mesmo que está à beira do colapso e que carece de uma intervenção urgente e bem planeada.

### **6.3. SISTEMA DE FANHAIIS**

Relativamente ao sistema de Fanhais refere-se que o volume da célula é, claramente, insuficiente, para responder de forma equilibrada às solicitações da rede dependente. No entanto, como o abastecimento ao reservatório é realizado a partir do sistema adutor em “alta” da ALVT, situação em que o caudal de adução é próximo do caudal de ponta da rede associada, é criada a ilusão de que o volume do reservatório é adequado às suas funções. Além da capacidade deficitária de armazenamento de água, importa frisar que existem zonas da rede com pressão insuficiente.

### **6.4. SISTEMA DE RAPOSOS**

Finalmente, o sistema de Raposos regista problemas similares aos encontrados no sistema de Fanhais. O reservatório RRP, além da capacidade de reserva deficitária, encontra-se em mau estado de



conservação, estando, actualmente fora de serviço. A zonas dependentes do mesmo estão a ser abastecidas a partir do sistema de Alcobaça, através de uma válvula redutora de pressão. Também neste caso é possível encontrar zonas da rede com muita pressão e outras com pressão insuficiente.

O diagnóstico aqui apresentado, em particular no que se refere ao estado de conservação de reservatórios, é reforçado por outros documentos recentes, nomeadamente pelos relatórios de desinfecção dos mesmos, datados de 2015, onde se chama a atenção para inúmeras anomalias detectadas nos órgãos, algumas com gravidade. Esta informação é válida para qualquer um dos sistemas analisados antes.

## **7. DEFINIÇÃO DE SOLUÇÕES**

### **7.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

Partindo do diagnóstico realizado no capítulo anterior, torna-se bastante evidente que a remodelação e a própria reorganização dos sistemas actuais, são intervenções imprescindíveis para garantir a qualidade do serviço de abastecimento de água prestado à população do município da Nazaré. Importa frisar que não estão em causa apenas as condições de abastecimento futuras, uma vez que o estado actual das infraestruturas constitui uma realidade, seriamente, comprometedora dos objectivos mínimos que devem caracterizar a qualidade do serviço prestado.

Tal como justificado no Capítulo 2, foram delineadas três soluções para remodelação e reorganização dos sistemas de abastecimento, a saber:

- Solução A (Solução Base), a qual preserva a organização actual do sistema municipal da Nazaré, ou seja, mantém três sistemas de abastecimento (Sistema de Fanhais, Sistema de Águas Belas e Sistema de Raposos), com origens de água distintas;
- Solução B, que assenta numa configuração diferente da actual, sendo baseada em dois sistemas de abastecimento (Sistema de Águas Belas e Sistema de Raposos);
- Solução C (Solução Proposta), que considera um sistema único, associado uma origem principal, constituída pelas captações de Águas Belas e reforçado pelo sistema adutor em “alta”, sob jurisdição da ALVT.

A descrição geral de cada uma das soluções estudadas é apresentada nos capítulos seguintes.

### **7.2. SOLUÇÃO A**

Na Solução A o abastecimento de água ao município da Nazaré, tal como na solução existente, é composto por três sistemas, a saber: Sistema de Fanhais, Sistema de Águas Belas e Sistema de Raposos. O peso específico em termos da população dependente, bem como as origens de água associadas a cada um deles, constituem características idênticas às dos sistemas actuais (ver Capítulo 4).

O sistema de Fanhais é constituído por um reservatório do tipo elevado, RFH, com capacidade para armazenar 300 m<sup>3</sup> de água e pela rede de distribuição que serve a população em causa. A adução ao reservatório é assegurada pelo sistema adutor em “alta” da ALVT, com transporte de um volume diário de 186,0 m<sup>3</sup>. A célula de armazenamento está posicionada, aproximadamente, à cota 79,0 m.

Da configuração preconizada para o sistema Águas Belas destacam-se dois ramos adutores principais, que partem da zona de Águas Belas, onde estão localizadas as captações subterrâneas (principal origem do sistema) e uma central elevatória, desenvolvendo-se, a jusante, (1) para as freguesias de Nazaré e Famalicão e (2) para a freguesia de Valado dos Frades.

O parque de captações de Águas Belas, integralmente remodelado, é constituído por 11 furos, dos quais 2 constituem reserva activa. Verificada a adequação da capacidade global de produção instalada, são preservados os caudais de elevação nas novas bombas (variável entre 28,0 e 72,0 m<sup>3</sup>/h). As condutas elevatórias de adução ao reservatório de regularização da central elevatória de Águas Belas são fabricadas em PEAD PN10, com DN variável entre 110 e 180. A extensão destas condutas varia entre 250 e 300 m.

A central elevatória de Águas Belas é constituída por um reservatório de regularização de bombagem, RAB, com cerca de 1600 m<sup>3</sup> de capacidade, implantado, aproximadamente, à cota 22,7 m. Esta central é constituída por 2 estações de bombagem dedicadas a cada um dos ramos adutores referidos antes. A EE1, associada ao ramo de Nazaré/Famalicão, assegura a adução de um volume de 8051,0 m<sup>3</sup>/d ao reservatório de Paliteira, RPT, através de uma nova conduta em PEAD PN10 DN500. Por sua vez, a EE2, parte integrante do ramo de Valado dos Frades, garante o transporte de um volume diário de 1275,1 m<sup>3</sup> ao reservatório de Valado dos Frades, RVF, por meio de uma conduta nova, fabricada em PEAD PN10 DN200.

O reservatório RVF, implantado à cota 63,8 m e com 1800 m<sup>3</sup> de capacidade, tem funções exclusivas de distribuição, sendo responsável pelo abastecimento de água à população de Valado dos Frades e de Torre. A resposta às solicitações da rede de condutas de distribuição é realizada, maioritariamente, por gravidade, existindo, no entanto, um sector mais alto que impõe o recurso a uma central hidropneumática.

Relativamente ao reservatório RPT, importa realçar que assume o papel de pivô do sistema adutor de Nazaré/Famalicão. Este órgão, situado na zona Sudeste da vila da Nazaré, constitui o ponto de entrega do sistema adutor em “alta” da ALVT e o reservatório de entrega do sistema elevatório EE1. Com origem neste reservatório, que beneficia de uma capacidade de 5100 m<sup>3</sup> e está implantado à cota 93,2 m, serão concretizadas as aduções aos reservatórios de Casal Lagar, RCL, da Senhora dos Anjos, RSA, e de Famalicão, RFM. Face às características morfológicas do terreno, a primeira adução (RPT-RCL) será forçada, recorrendo-se, para o efeito, a uma estação de bombagem com capacidade para elevar um volume de 3850,8 m<sup>3</sup>/d, através de uma conduta em PEAD PN10 DN315. Nos restantes casos a adução é realizada por força da gravidade, envolvendo o transporte de volumes de 903,8 m<sup>3</sup>/d para RSA e de 374,9 m<sup>3</sup>/d a RFM, por meio de condutas em PEAD PN10 DN160 e em PEAD PN10 DN125, pela ordem indicada. Além da função de regularização do transporte, RPT serve diversas redes de zonas de abastecimento distintas, que incluem a população da vila da Nazaré (37 %), de Casal Mota (75 %), de Quinta Nova e de Casais de Baixo.

Implantado à cota 123,1 m e beneficiado de um volume útil total de 3200 m<sup>3</sup>, o reservatório RCL tem funções de regularização do transporte, que acumula com funções de distribuição. Este órgão está localizado na zona Norte da vila da Nazaré e, além de servir a rede de distribuição afecta a 30 % da população da vila, assegura ainda a adução gravítica de um volume de 1659,9 m<sup>3</sup>/d ao reservatório de Camarção, RCM. A conduta adutora RCL-RCM é fabricada em PEAD PN10 DN200.

Por sua vez, o reservatório RCM, ocupando uma posição mais central da vila, em particular na zona urbana mais recente, compensará as flutuações do consumo, ao longo do dia, em parte da rede de distribuição da vila da Nazaré (22 % da população).

Com uma capacidade de cerca de 1000 m<sup>3</sup>, o reservatório RSA assegura os pedidos da rede de distribuição que serve parte da população da vila da Nazaré (12 %). Este órgão tem uma posição geográfica próxima de RPT, estando implantado à cota 70,0 m.

O ponto de entrega secundário mais distante de RPT é representado pelo reservatório de Famalicão, RFM, localizado a Oeste da vila que lhe concede a designação. Este reservatório, que acumula funções de regularização do transporte com funções de distribuição, beneficia de uma capacidade de 500 m<sup>3</sup> e está implantado à cota 60,0 m. RFM está equipado com uma estação de bombagem que proporciona a adução forçada, por meio de uma nova conduta em PEAD PN16 DN75, de um volume de 97,1 m<sup>3</sup>/d ao reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1. A rede de distribuição dependente do mesmo serve a população de Famalicão, de Mata da Torre, de Macarca (80 %) e de Rebolo (80 %).

O reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1, está implantado à cota 174,1 m e localizado no centro do lugar de Serra da Pescaria (zona Oeste de Famalicão), a escassos metros de distância do reservatório 2, RSP2. O primeiro reservatório tem capacidade para armazenar 110 m<sup>3</sup> de água e, além de alimentar a rede de distribuição que serve as populações de S. Pescaria (60 %), de Pescaria, de Casal Mota (25 %) e de Salgado, assegura a adução a RSP2.

RSP2 é um reservatório do tipo elevado, tem capacidade para armazenar 50 m<sup>3</sup> de água e é dotado de uma estação de bombagem, instalada na base do fuste, que assegura a adução de um volume de 31,6 m<sup>3</sup>/d à célula posicionada a 15 m de altura. A conduta de aspiração dos grupos electrobomba estende-se entre RSP1 e RSP2, sendo fabricada em PEAD PN10 DN75. Este reservatório alimenta apenas parte da rede de distribuição de serve a população de Serra da Pescaria (40 %).

Na Figura 7.1, apresenta-se um diagrama com a configuração genérica do sistema de abastecimento de Águas Belas, elemento que deve acompanhar o texto descritivo correspondente.

Por fim, o sistema de Raposos é constituído por um reservatório do tipo elevado, RRP, com capacidade para armazenar 100 m<sup>3</sup> de água e pela rede de distribuição que serve a população de Raposos (60 %), de Rebolo (20 %) e de Macarca (20 %). A adução ao reservatório é assegurada pelo sistema de abastecimento do município de Alcobaça, através da rede de distribuição do lugar de Bica, que assegura o transporte de um volume de 48,9 m<sup>3</sup>/d. A célula de armazenamento está posicionada, aproximadamente, à cota 198,0 m. Cerca de 40 % da população do lugar de raposos é abastecida, por intermédio de uma válvula redutora de pressão, VRP, directamente, a partir do sistema de Alcobaça.

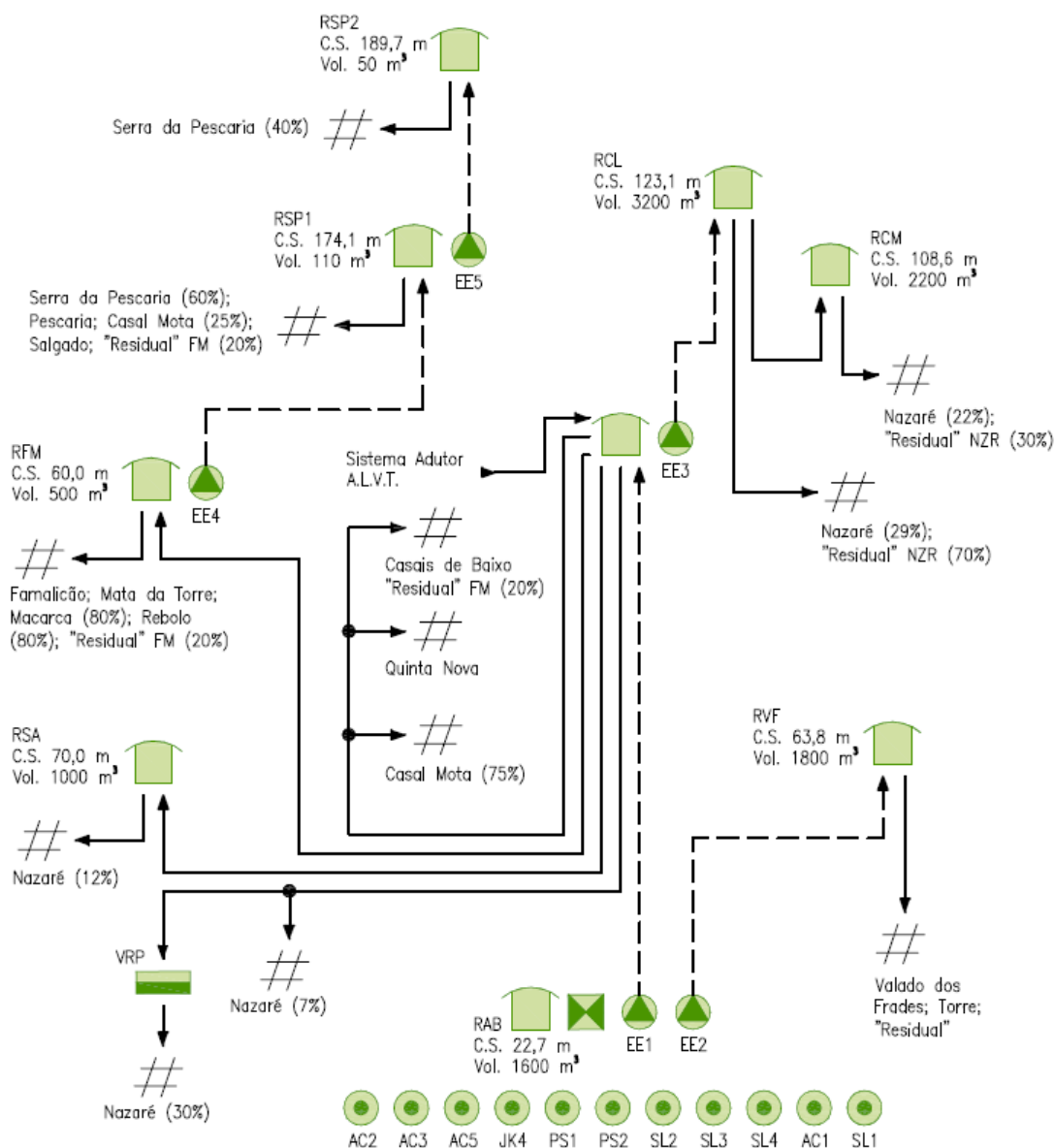


Figura 7.1. Configuração do sistema de abastecimento de Águas Belas - Solução A

### 7.3. SOLUÇÃO B

Na Solução B, abastecimento de água ao município da Nazaré está estruturado segundo dois sistemas, a saber: Sistema de Águas Belas e Sistema de Raposos. Esta organização resulta da integração do actual sistema de Fanhais, proporcionada pela posição geográfica e altimétrica do novo reservatório de Agueira, RAG, como será justificado a seguir.

Iniciando a descrição pelo sistema de Águas Belas, destacam-se dois ramos adutores principais, que partem da zona de Águas Belas, onde estão localizadas as captações subterrâneas (principal origem

do sistema) e uma central elevatória, desenvolvendo-se, a jusante, (1) para as freguesias de Nazaré e Famalicão e (2) para a freguesia de Valado dos Frades.

O parque de captações de Águas Belas, integralmente remodelado, é constituído por 11 furos, dos quais 2 constituem reserva activa. Verificada a adequação da capacidade global de produção instalada, são preservados os caudais de elevação nas novas bombas (variável entre 28,0 e 72,0 m<sup>3</sup>/h). As condutas elevatórias de adução ao reservatório de regularização da central elevatória de Águas Belas são fabricadas em PEAD PN10, com DN variável entre 110 e 180. A extensão destas condutas varia entre 250 e 300 m.

A central elevatória de Águas Belas é constituída por um reservatório de regularização de bombagem, RAB, com cerca de 1600 m<sup>3</sup> de capacidade, implantado, aproximadamente, à cota 22,7 m. Esta central é constituída por 2 estações de bombagem dedicadas a cada um dos ramos adutores referidos antes. A EE1, associada ao ramo de Nazaré/Famalicão, assegura a adução de um volume de 8237,0 m<sup>3</sup>/d ao reservatório de Aquieira, RAG, através de uma nova conduta em PEAD PN16 DN500. Por sua vez, a EE2, parte integrante do ramo de Valado dos Frades, garante o transporte de um volume diário de 1275,1 m<sup>3</sup> ao reservatório de Valado dos Frades, RVF, por meio de uma conduta nova, fabricada em PEAD PN10 DN200.

O reservatório RVF, implantado à cota 63,8 m e com 1800 m<sup>3</sup> de capacidade, tem funções exclusivas de distribuição, sendo responsável pelo abastecimento de água à população de Valado dos Frades e de Torre. A resposta às solicitações da rede de condutas de distribuição é realizada, maioritariamente, por gravidade, existindo, no entanto, um sector mais alto que impõe o recurso a uma central hidropneumática.

Por seu turno, o reservatório RAG, localizado na zona Norte do concelho e implantado à cota 152,0 m, beneficia de um volume útil de 6000 m<sup>3</sup>. Pelo seu posicionamento bastante favorável, RAG assume o papel de pivô do ramo adutor em que se insere, assegurando a adução gravítica aos reservatórios de Fanhais, RFH, de Paliteira, RPT, da Senhora dos Anjos, RSA, e de Famalicão, RFM. RAG garante, ainda, a alimentação da rede de distribuição da zona alta da vila da Nazaré, que serve cerca de 51 % da população.

O volume de adução a RFH é de 186,0 m<sup>3</sup>/d, sendo escoado numa conduta exclusiva e fabricada em PEAD PN16 DN90. Por outro lado, a adução aos reservatórios RPT, RSA e RFM é concretizada, também por gravidade, mas através de uma conduta ramificada, dimensionada para transportar 2921,5 m<sup>3</sup>/d ao primeiro reservatório indicado, 903,8 m<sup>3</sup>/d ao segundo e 374,9 m<sup>3</sup>/d ao restante, resultando num volume máximo diário escoado no troço comum de 4200,0 m<sup>3</sup>. O troço comum é constituído por tubagem fabricada em PEAD PN10 DN315, enquanto os troços de derivação para RPT, RSA e RFM são fabricados em PEAD PN10 DN250 e DN160, respectivamente, para os dois primeiros e em PEAD PN16 DN160 no caso da adução a RFM. Todas as derivações são concretizadas no mesmo nó com a designação N1.

O reservatório RFH, localizado a Oeste do lugar de Fanhais, é do tipo elevado e tem um volume útil de 300 m<sup>3</sup>. A célula de armazenamento está posicionada, aproximadamente, à cota 83,5 m. Este órgão

assume funções exclusivas de distribuição, alimentando, unicamente, a rede da povoação que lhe dá a designação.

Na configuração da Solução B, o reservatório RPT perde preponderância, uma vez que passa a ser responsável, unicamente, pela alimentação de redes de distribuição de zonas de abastecimento distintas, que incluem a população da vila da Nazaré (37 %), de Casal Mota (75 %), de Quinta Nova e de Casais de Baixo. Este reservatório tem uma capacidade global de reserva de 2500 m<sup>3</sup> e encontra-se implantado, sensivelmente, à cota 93,2 m.

Com uma capacidade de cerca de 1000 m<sup>3</sup>, o reservatório RSA assegura os pedidos da rede de distribuição que serve parte da população da vila da Nazaré (12 %). Este órgão tem uma posição geográfica próxima de RPT, estando implantado à cota 70,0 m.

Sensivelmente a meio do troço N1-RSA, que se desenvolve, parcialmente, em torno do recinto do reservatório de Paliteira, existe um nó (N2) que permite a ligação de RPT ao troço em causa. Esta solução tem como objectivo permitir a adução a RSA, através de RPT, com água fornecida através do sistema adutor em “alta” sob jurisdição da ALVT (alternativa existente e em funcionamento no sistema actual para reforço do abastecimento ao sistema de Águas Belas). Como o ponto de entrega do referido sistema adutor é no reservatório RPT que, na configuração da Solução B, só tem ligação a redes de distribuição, criou-se esta ligação para melhor aproveitamento da disponibilidade e capacidade de transporte da referida linha adutora em “alta”.

O ponto de entrega secundário mais distante do nó N1 é representado pelo reservatório de Famalicão, RFM, localizado a Oeste da vila que lhe concede a designação. Este reservatório, que acumula funções de regularização do transporte com funções de distribuição, beneficia de uma capacidade de 500 m<sup>3</sup> e está implantado à cota 60,0 m. RFM está equipado com uma estação de bombagem que proporciona a adução forçada, por meio de uma nova conduta em PEAD PN16 DN75, de um volume de 97,1 m<sup>3</sup>/d ao reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1. A rede de distribuição dependente do mesmo serve a população de Famalicão, de Mata da Torre, de Macarca (80 %) e de Rebolo (80 %).

O reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1, está implantado à cota 174,1 m e localizado no centro do lugar de Serra da Pescaria (zona Oeste de Famalicão), a escassos metros de distância do reservatório 2, RSP2. O primeiro reservatório tem capacidade para armazenar 110 m<sup>3</sup> de água e, além de alimentar a rede de distribuição que serve as populações de S. Pescaria (60 %), de Pescaria, de Casal Mota (25 %) e de Salgado, assegura a adução a RSP2.

RSP2 é um reservatório do tipo elevado, tem capacidade para armazenar 50 m<sup>3</sup> de água e é dotado de uma estação de bombagem, instalada na base do fuste, que assegura a adução de um volume de 31,6 m<sup>3</sup>/d à célula posicionada a 15 m de altura. A conduta de aspiração dos grupos electrobomba estende-se entre RSP1 e RSP2, sendo fabricada em PEAD PN10 DN75. Este reservatório alimenta apenas parte da rede de distribuição de serve a população de Serra da Pescaria (40 %).

Seguindo a mesma metodologia do capítulo anterior, apresenta-se, na Figura 7.2, um diagrama com a configuração genérica do sistema de abastecimento de Águas Belas, elemento que visa facilitar a interpretação do texto descritivo do mesmo.

Por fim, o sistema de Raposos é constituído por um reservatório do tipo elevado, RRP, com capacidade para armazenar 100 m<sup>3</sup> de água e pela rede de distribuição que serve a população de Raposos (60 %), de Rebolo (20 %) e de Macarca (20 %). A adução ao reservatório é assegurada pelo sistema de abastecimento do município de Alcobaça, através da rede de distribuição do lugar de Bica, que assegura o transporte de um volume de 48,9 m<sup>3</sup>/d. A célula de armazenamento está posicionada, aproximadamente, à cota 198,0 m. Cerca de 40 % da população o lugar de raposos é abastecido, por intermédio de uma válvula redutora de pressão, VRP, directamente, a partir do sistema de Alcobaça.

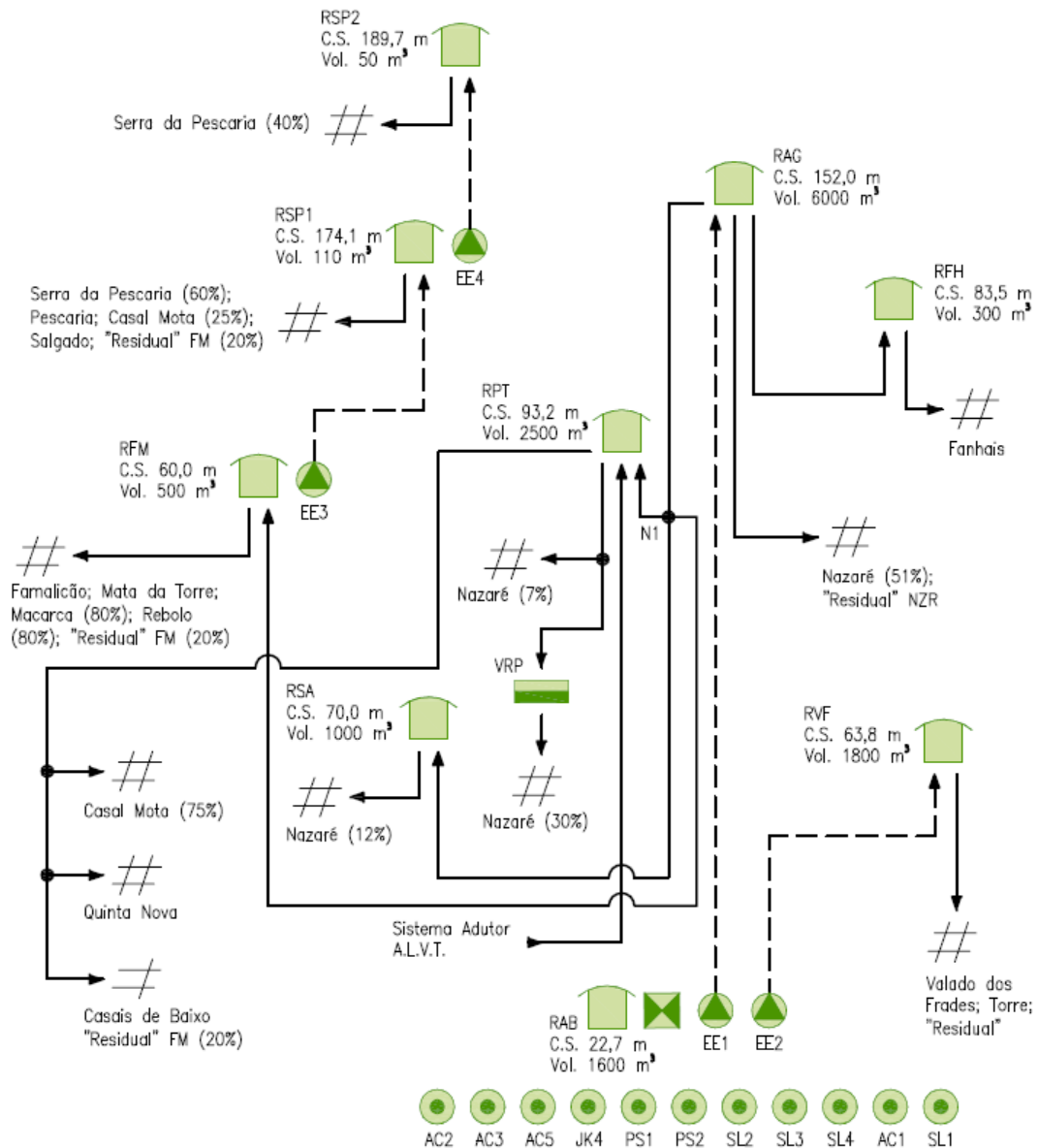


Figura 7.2. Configuração do sistema de abastecimento de Águas Belas - Solução B

## 7.4. SOLUÇÃO C (PROPOSTA)

A Solução C é caracterizada por um único sistema de abastecimento de água (sistema integrado de Águas Belas) que abrange a totalidade do município. Parte da configuração do sistema é coincidente com a que caracteriza a Solução B, envolvendo, no entanto, caudais diferentes, logo na origem, situação justificada, naturalmente, pelo aumento das zonas servidas pelo sistema.

No sistema de Águas Belas, destacam-se dois ramos adutores principais, que partem da zona de Águas Belas, onde estão localizadas as captações subterrâneas (principal origem do sistema) e uma central elevatória, desenvolvendo-se, a jusante, (1) para as freguesias de Nazaré e Famalicão e (2) para a freguesia de Valado dos Frades.

O parque de captações de Águas Belas, integralmente remodelado, é constituído por 11 furos, dos quais 2 constituem reserva activa. Verificada a adequação da capacidade global de produção instalada, são preservados os caudais de elevação nas novas bombas (variável entre 28,0 e 72,0 m<sup>3</sup>/h). As condutas elevatórias de adução ao reservatório de regularização da central elevatória de Águas Belas são fabricadas em PEAD PN10, com DN variável entre 110 e 180. A extensão destas condutas varia entre 250 e 300 m.

A central elevatória de Águas Belas é constituída por um reservatório de regularização de bombagem, RAB, com cerca de 1600 m<sup>3</sup> de capacidade, implantado, aproximadamente, à cota 22,7 m. Esta central é constituída por 2 estações de bombagem dedicadas a cada um dos ramos adutores referidos antes. A EE1, associada ao ramo de Nazaré/Famalicão, assegura a adução de um volume de 8310,9 m<sup>3</sup>/d ao reservatório de Aguieira, RAG, através de uma nova conduta em PEAD PN16 DN500. Por sua vez, a EE2, parte integrante do ramo de Valado dos Frades, garante o transporte de um volume diário de 1275,1 m<sup>3</sup> ao reservatório de Valado dos Frades, RVF, por meio de uma conduta nova, fabricada em PEAD PN10 DN200.

O reservatório RVF, implantado à cota 63,8 m e com 1800 m<sup>3</sup> de capacidade, tem funções exclusivas de distribuição, sendo responsável pelo abastecimento de água à população de Valado dos Frades e de Torre. A resposta às solicitações da rede de condutas de distribuição é realizada, maioritariamente, por gravidade, existindo, no entanto, um sector mais alto que impõe o recurso a uma central hidropneumática.

Por seu turno, o reservatório RAG, localizado na zona Norte do concelho e implantado à cota 152,0 m, beneficia de um volume útil de 6000 m<sup>3</sup>. Pelo seu posicionamento bastante favorável, RAG assume o papel de pivô do ramo adutor em que se insere, assegurando a adução gravítica aos reservatórios de Paliteira, RPT, de Casal Mota, RCM, de Famalicão, RFM, e da EE4, que, por sua vez, proporciona a adução ao reservatório de Raposos, RRP. RAG garante, ainda, a alimentação da rede de distribuição da zona alta da vila da Nazaré, que serve cerca de 51 % da população, bem como da rede de distribuição de Fanhais.

A adução aos reservatórios RPT, RCM, RFM e EE4 é concretizada, também por gravidade, mas através de uma conduta ramificada, dimensionada para transportar, pela ordem de indicação dos reservatórios, volumes de 3760,8 m<sup>3</sup>/d, de 231,8 m<sup>3</sup>/d, de 277,8 m<sup>3</sup>/d e, finalmente, de 73,9 m<sup>3</sup>/d,



resultando num volume máximo diário escoado no troço comum de 4344,3 m<sup>3</sup>. O troço comum é constituído por tubagem fabricada em PEAD PN10 DN355, enquanto a derivação do nó N1 para RPT é constituída por tubagem em PEAD PN10 DN315. O troço entre o nó N1 e N2, na expansão da linha adutora para a freguesia de Famalicão, é fabricado em PEAD PN16 DN200, enquanto a derivação para o reservatório RCM (troço N2-RCM) é constituída por tubagem em PEAD PN10 DN110. A conduta que se desenvolve até Famalicão, em particular o troço N2-N3, é composta por tubagem fabricada em PEAD PN16 DN125. Finalmente as derivações do nó N3 para RFM e para a EE4 são construídas com tubagem de fabrico em PEAD PN16 DN110 e DN63, respectivamente.

Na configuração da Solução C, o reservatório RPT, assume maior relevância na vila da Nazaré, face ao estabelecido na Solução B, uma vez que é responsável pela alimentação da totalidade da zona baixa da rede de distribuição, que serve cerca de 49% da população da vila. Este reservatório tem uma capacidade global de reserva de 5000 m<sup>3</sup> e encontra-se implantado, sensivelmente, à cota 92,0 m.

O primeiro ponto de entrega na freguesia de Famalicão, integrado do ramo adutor Nazaré/Famalicão é representado pelo reservatório de Casal Mota, RCM, localizado a Sul do lugar que lhe concede a designação. Este reservatório, que acumula funções de regularização do transporte com funções de distribuição, beneficia de uma capacidade de 400 m<sup>3</sup> e está implantado à cota 125,0 m. RCM está equipado com uma estação de bombagem que proporciona a adução forçada, por meio de uma conduta fabricada em PEAD PN10 DN75, de um volume de 88,7 m<sup>3</sup>/d, ao reservatório de Serra da Pescaria, RSP. A rede de distribuição dependente do mesmo serve a população de Casal Mota, Quinta Nova e Casais de Baixo.

O reservatório RFM está localizado a Oeste do lugar de Famalicão e tem uma capacidade de reserva global de 400 m<sup>3</sup>. Nesta configuração, RFM é constituído por uma torre de pressão, com volume útil de 100 m<sup>3</sup> e soleira à cota 74,0, auxiliada por uma célula apoiada com soleira à cota 59,0 m e volume necessário para perfazer a capacidade global da instalação. A adução à torre de pressão, a partir da célula apoiada é realizada, nas situações de nível baixo no órgão elevado, com recurso a bombagem (EE5). O reservatório RFM tem funções exclusivas de regularização das flutuações do consumo nas redes de distribuição de Famalicão, de Mata da Torre, de Macarca (80 %) e de Rebolo (80 %).

A estação de bombagem EE4 está localizada a Este do lugar de Famalicão, sensivelmente, a meia distância do trajecto para Raposos. Esta instalação é constituída por uma cuba de regularização, com soleira à cota 84,0 e volume útil de 50 m<sup>3</sup>, bem como por uma câmara de manobras, onde serão instalados os grupos elevatórios que permitirão a adução de um volume de 73,9 m<sup>3</sup>/d ao reservatório RRP. A conduta adutora forçada EE4-RRP é constituída por tubagem fabricada em PEAD PN16 DN63.

O reservatório RRP está localizado no centro do lugar de Raposos, é do tipo apoiado e tem capacidade para armazenar, numa célula única, 200 m<sup>3</sup> de água. Este órgão assume a função exclusiva de alimentar as redes de distribuição de água que servem as populações de Raposos (totalidade), de Rebolo (20 %) e de Macarca (20 %). A soleira de RRP está implantada à cota 178,0, pelo que a distribuição é realizada, exclusivamente, com recurso a uma central hidropneumática.

Como referido antes, na configuração da Solução C, o reservatório RSP passa a ser alimentado, com recurso a bombagem, a partir de RCM. RSP é um reservatório do tipo apoiado, com uma célula única dotada de capacidade para armazenar um volume de água de 200 m<sup>3</sup>. A soleira de RRP está implantada à cota 174,7, pelo que a alimentação da rede de condutas de distribuição, que serve a população de Serra da Pescaria, de Pescaria e de Salgado, é realizada, exclusivamente, com recurso a uma central hidropneumática.

A configuração geral do sistema de abastecimento de Águas Belas, de acordo com a Solução C, pode ser analisada no diagrama da Figura 7.3.

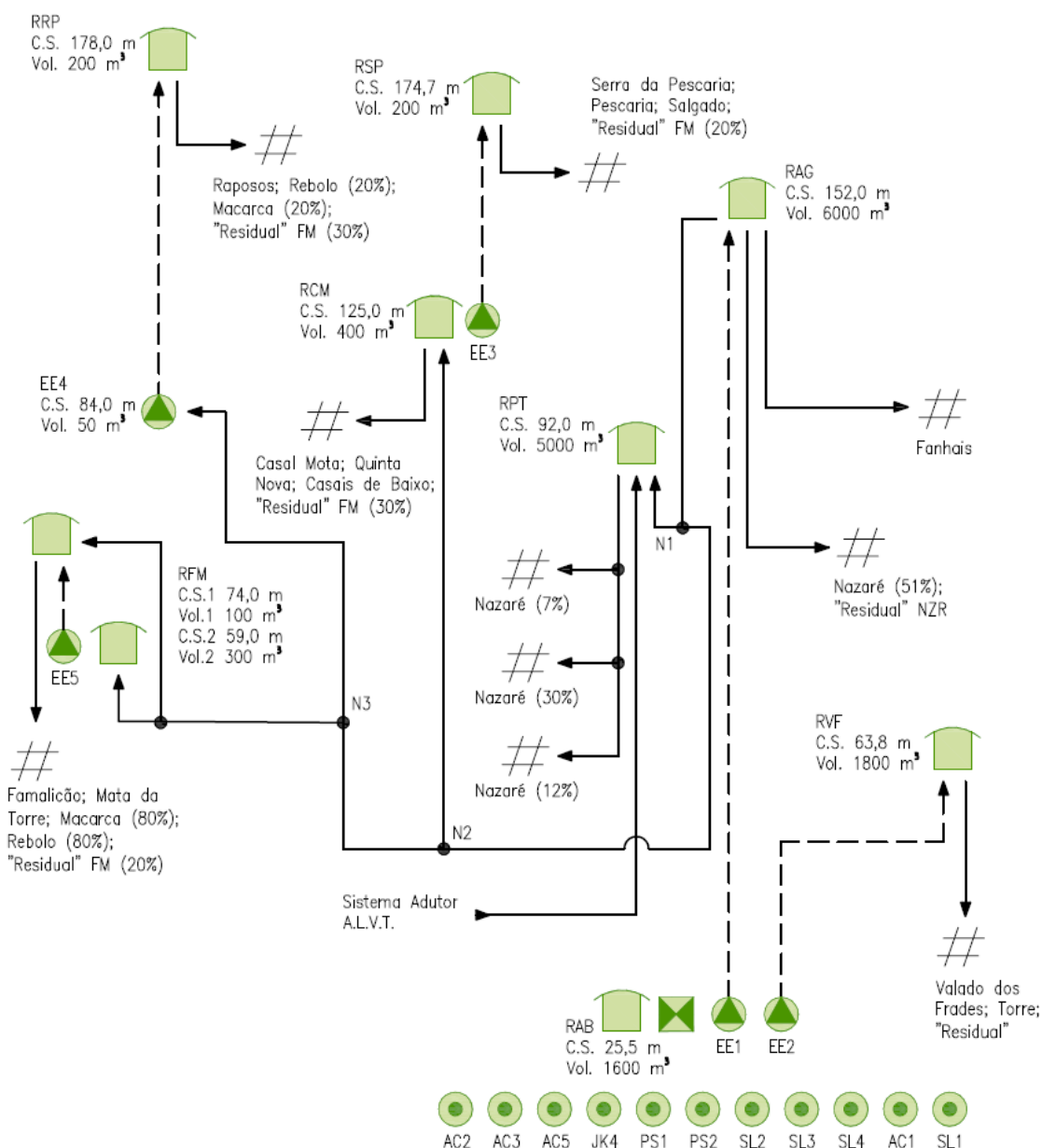


Figura 7.3. Configuração do sistema de abastecimento de Águas Belas - Solução C

Como se pode constatar, a solução C privilegia a redução do número de órgãos de reserva, com desactivação e desmantelamento dos reservatórios do Sítio, RST, do Areal, RAR, da Sra. dos Anjos, RSA, e Fanhais, RFH, cujas zonas dependentes passam a ser servidas por apenas 2 instalações, neste caso os reservatórios de Agueira, RAG, e de Paliteira, RPT. Também na Serra da Pescaria há supressão de dois reservatórios, com construção de apenas um de substituição.

## 8. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE INFRAESTRUTURAS

### 8.1. ADUÇÃO

#### 8.1.1. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE CONDUTAS

No presente estudo estabeleceu-se que as condutas serão adutoras “puras”, não fazendo, portanto, serviço de percurso. Para dimensionamento das mesmas será considerado o volume médio diário do mês de maior consumo, estimado para o período de referência de maior consumo ao longo do horizonte de projecto, que, neste caso em particular, é representado pelo VmMc do ano de arranque de exploração do sistema.

O período de adução, quando a mesma de processa graviticamente, será de 24 horas por dia, evitando-se, deste modo, a necessidade de prever tubagem com maior secção de escoamento, bem como de órgãos de reserva de maior volume. A capacidade de transporte das condutas será verificada para situações de recuperação, após ocorrência de eventuais roturas ou outras interrupções na adução.

No caso de aduções forçadas, ou seja, com recurso a bombagem, será prevista a possibilidade de um funcionamento diário máximo de 20 horas, reservando-se, neste caso, 4 horas por dia, para eventuais operações de manutenção nos sistemas elevatórios ou mesmo cortes de energia. Nas situações de adução de pequenos caudais, o período de elevação será inferior às 20h, podendo processar-se em 16, 12 ou mesmo 6 horas diárias, dependendo do caso.

No estudo das condições de funcionamento hidráulico das condutas, o cálculo das perdas de carga contínuas, será efectuado com base na fórmula de *Hazen-Williams*:

$$Q = 0,2785 \times C \times J^{0,54} \times D^{2,63}$$

em que,

- Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)
- C = coeficiente de Hazen-Williams
- J = perda de carga unitária (m/m)
- D = Diâmetro interno da tubagem (m)

Em relação ao material de fabrico da tubagem, será privilegiada, sempre que possível, a utilização do polietileno de alta densidade, PEAD. Esta opção é justificada por um conjunto considerável de vantagens inerentes aos tubos de PEAD, de onde se destaca: (1) a grande diversidade de diâmetros e

classes de pressão disponíveis no mercado; (2) a elevada resistência química à abrasão e a impactos; (3) a imunidade à corrosão; (4) os baixos índices de incrustação e baixa rugosidade; (5) a grande facilidade de manuseamento e instalação; (6) a grande flexibilidade que permite reduzir consideravelmente o número de acessórios ao longo do traçado; (7) o facto das ligações sem juntas permitirem a transmissão de esforços longitudinais, evitando a necessidade de recorrer a maciços de amarração nos locais onde se possam gerar impulsos hidráulicos; (8) o baixo módulo de elasticidade, característica que permite atenuar os efeitos dos regimes transitórios; e (9) tempo de vida útil elevado.

O critério utilizado para definição da classe de pressão a utilizar na tubagem e acessórios, passará pela selecção da pressão nominal mínima que englobe a pressão de serviço da tubagem, entendendo-se por pressão de serviço, a pressão máxima a que as condutas estarão sujeitas ao longo do seu percurso, de onde se excluem as pressões extremas associadas aos regimes transitórios.

No presente estudo, limitou-se a utilização de condutas fabricadas em PEAD a pressões de serviço iguais ou inferiores a 16 bar, optando-se pela aplicação de tubagem em FFD nas situações de pressão de serviço superior a esse valor. Nas situações que, eventualmente, envolvam pressões de serviço superiores a 25 bar, optar-se-á por tubagem fabricada em aço.

No âmbito da utilização da expressão de *Hazen-Williams*, indicada em cima, será considerado um coeficiente “C” de 150 para a tubagem em PEAD e de 120 condutas em FFD.

Na verificação das condições de funcionamento hidráulico das condutas ter-se-á, ainda, presente, as perdas de carga localizadas que, normalmente, atingem valores compreendidos entre os 5 e 20% das perdas de carga contínuas. No presente caso será considerado o valor mais desfavorável.

Apesar de não constituir um critério regulamentar, no dimensionamento de condutas adutoras, procurar-se-á cumprir, sempre que possível, uma velocidade de escoamento não inferior a 0,3 m/s e uma velocidade máxima de 1,5 m/s. Nos casos particulares de condutas adutoras elevatórias, o escoamento deverá, sempre que possível, processar-se segundo velocidades mínimas de 0,6 m/s.

### **8.1.2. REGIMES TRANSITÓRIOS**

Os sistemas hidráulicos com escoamento em pressão estão sujeitos à ocorrência de regimes variáveis, durante os quais os valores da pressão e da velocidade são função do tempo.

As variações destes dois parâmetros podem condicionar, quer a segurança, quer a operacionalidade dos circuitos. Assim, a análise dos regimes transitórios pode ser determinante na escolha das características geométricas e resistentes das condutas, bem como no dimensionamento de eventuais dispositivos de protecção.

Os objectivos desta análise consistem na verificação de não ocorrência de pressões extremas (máximas e mínimas) que excedam as pressões admissíveis da tubagem seleccionada, de modo a evitar a rotura e/ou as deformações excessivas das paredes da mesma.

Numa primeira abordagem do fenómeno do choque hidráulico, designação usualmente atribuída aos regimes transitórios na sua vertente mais intensa e violenta, proceder-se-á a uma análise simplificada dos efeitos da sua ocorrência, o que permitirá aferir a necessidade de prever medidas de protecção de um sistema adutor.

Em condutas adutoras gravíticas, onde que os elementos principais, que constituem o sistema adutor, são os reservatórios de montante e jusante, a conduta adutora e a válvula de seccionamento a instalar na secção de jusante da conduta, o órgão responsável pela perturbação no escoamento é a válvula, que irá obturar a conduta e interromper o escoamento.

Em condutas elevatórias, analisam-se as variações máximas de pressão que ocorrem na conduta, após o corte de corrente eléctrica ao motor dos grupos electrobomba, com consequente paragem instantânea dos mesmos, situação mais desfavorável.

Um dos parâmetros que assume importância relevante, na modelação dos regimes transitórios, em condutas de escoamento em pressão, é o valor da celeridade. Com efeito, é este o factor que traduz a capacidade de armazenamento, por deformabilidade do conjunto conduta-fluido, durante a propagação das ondas de pressão.

No caso de condutas com secção transversal circular e comportamento elástico e linear, a celeridade, "a", é calculada pela expressão:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \left(K_c \times \frac{DI}{e}\right)}}$$

em que,

- $K_c$  = coeficiente, função do material da conduta (por consulta de determinado fabricante de tubagem considera-se 91,3 para PEAD e 1,0 para FFD)
- DI = diâmetro interno da conduta (mm)
- e = espessura da parede da conduta (mm)

Para situações em que a adução se faz por gravidade, o período de anulação de caudal é controlado pela manobra da válvula de seccionamento, instalada no trecho de jusante da conduta. Desta forma, o tempo óptimo de anulação de caudal será definido por tentativa, até que as pressões extremas, resultantes do fecho da válvula, assumam gamas de valores admissíveis.

O tempo de anulação de caudal, para sistemas elevatórios, obtém-se pela fórmula simplificada de *Mendiluce Rosich*, função da extensão da conduta elevatória e da inclinação média da mesma:

$$T_a = C + \frac{K_L \times L \times V_0}{g \times H_0}$$

Em que,

- $C$  = coeficiente de anulação de caudal, função da relação altura manométrica/comprimento da conduta (s)
- $K_L$  = coeficiente adimensional, função do comprimento da conduta
- $L$  = comprimento da conduta (m)
- $V_0$  = velocidade de escoamento, em regime permanente (m/s)
- $g$  = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)
- $H_0$  = altura manométrica (m)

A variação da pressão em relação à linha de energia estática, que depende do tipo de manobra. Quando o tempo de anulação de caudal é inferior ao tempo correspondente à ida e retorno de uma onda elástica, então a manobra é considerada rápida. Para este tipo de manobras e, considerando apenas a secção imediatamente a jusante da válvula, pode recorrer-se à *fórmula de Allievi* para determinação do golpe de aríete:

$$\Delta H = \frac{c \times V_0}{g}$$

Em que,

- $\Delta H$  = variação de pressão, em relação à linha de carga estática (m)
- $c$  = velocidade de propagação da onda elástica (m/s)
- $V_0$  = velocidade de escoamento, em regime permanente (m/s)
- $g$  = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Quando o tempo de anulação de caudal é superior ao tempo correspondente à ida e retorno de uma onda elástica, então a manobra é considerada lenta. Para este tipo de manobras e, considerando apenas a secção imediatamente a jusante da válvula, pode recorrer-se à *fórmula de Michaud*, para determinação do golpe de aríete:

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times Q_0}{g \times S \times T_a}$$

Em que,

- $\Delta H$  = variação de pressão, em relação à linha de carga estática (m)
- $L$  = comprimento da conduta (m)
- $Q_0$  = Caudal em regime permanente (m<sup>3</sup>/s)
- $g$  = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)
- $S$  = secção de escoamento (m)
- $T_a$  = tempo de anulação de caudal (s)

Uma vez determinada a variação da pressão em relação à linha de energia estática, estimam-se as sobrepressões e subpressões máximas, referenciadas também à linha de energia estática, respectivamente pela adição e pela subtração entre o desnível geométrico da conduta elevatória e a variação da pressão calculada.

### **8.1.3. VOLUMES E CAUDAIS DE ADUÇÃO**

Nos **QUADROS Y, Z E AA DO VOLUME II - QUADROS DE APOIO E DIMENSIONAMENTO** são apresentados, de forma sistemática e detalhada, as populações e os volumes de adução associados aos reservatórios, para cada uma das três soluções estudadas.

No mesmo documento de referência podem ser consultados os **QUADROS BB, CC, DD, EE, FF E GG**, onde são apresentados os caudais e períodos de adução estabelecidos para cada sistema e para cada uma das três soluções estudadas.

### **8.1.4. RESULTADOS DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO**

#### **8.1.4.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

O presente capítulo apresenta, para cada uma das soluções estudadas, os resultados do pré-dimensionamento de condutas adutoras novas e a remodelar.

As características definidas para a tubagem, bem como as correspondentes condições de funcionamento hidráulico, são descritas, de forma detalhada, ao longo do texto. De forma complementar, são exibidas representações gráficas do perfil das condutas, ao longo do traçado proposto para sua implantação, bem como das linhas piezométricas, estática e dinâmica, associadas a cada linha adutora.

Os sistemas independentes, quando contemplados nas soluções estudadas, são abastecidos por vias externas ao município da Nazaré (e.g. sistema adutor da ALVT e/ou rede de distribuição do município de Alcobaça), razão pela qual, nestes casos, não serão apresentados perfis das condutas de adução aos respectivos reservatórios de distribuição. Deste modo, os elementos apresentados a seguir debruçam-se, essencialmente, sobre as condutas adutoras do sistema de Águas Belas.

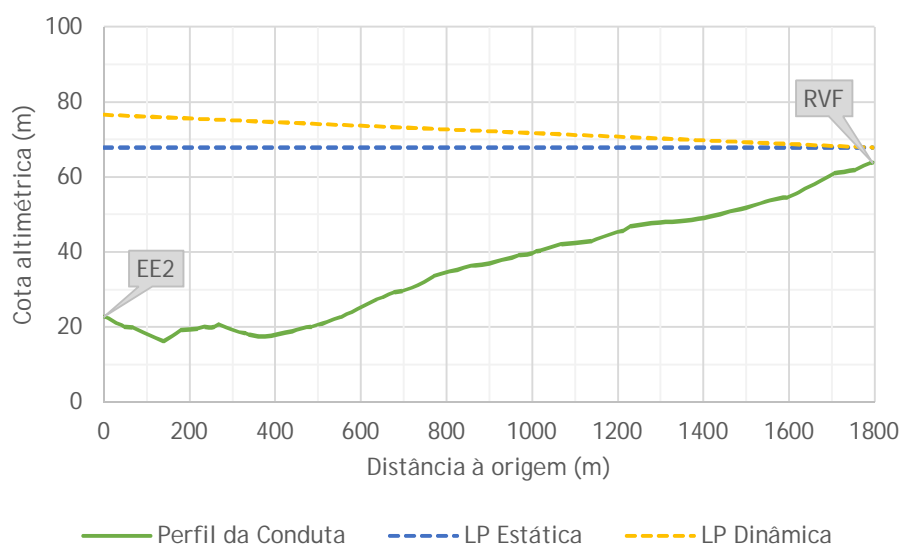
O resumo dos resultados da verificação hidráulica é apresentado, na forma de quadros, nos **QUADROS HH, II, JJ, KK E LL DO VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

#### **8.1.4.2. SOLUÇÃO A**

A principal origem do sistema de abastecimento de Águas Belas é representada pelas captações subterrâneas que concedem a designação ao sistema. A capacidade de produção actual é, como já foi referido, de 415,0 m<sup>3</sup>/h, considerando simultaneidade no funcionamento dos 9 furos principais e excluindo os 2 furos de reserva.

Junto ao parque de captações, a central elevatória de Águas Bela, à qual está associado o reservatório de regularização, RAB, será equipada com duas estações de bombagem, a EE1 e EE2, que permitirão

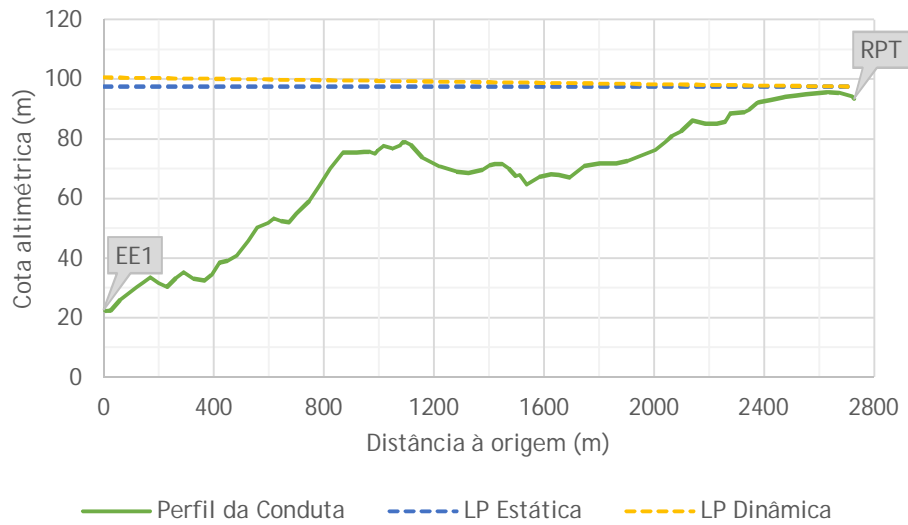
a adução dos reservatórios de Paliteira, RPT, e de Valado dos Frades, RVF. Esta última instalação (EE2) será dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba com capacidade unitária para aduzir, em 16 h/d, um caudal uniforme de 22,1 l/s a uma altura manométrica de 53,9 mca. A correspondente conduta adutora forçada terá uma extensão aproximada de 1795 m e será fabricada em PEAD PN10 DN200. Na Figura 8.1, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RAB (EE2) e RVF.



**Figura 8.1. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RAB (EE2)-RVF - Sol. A**

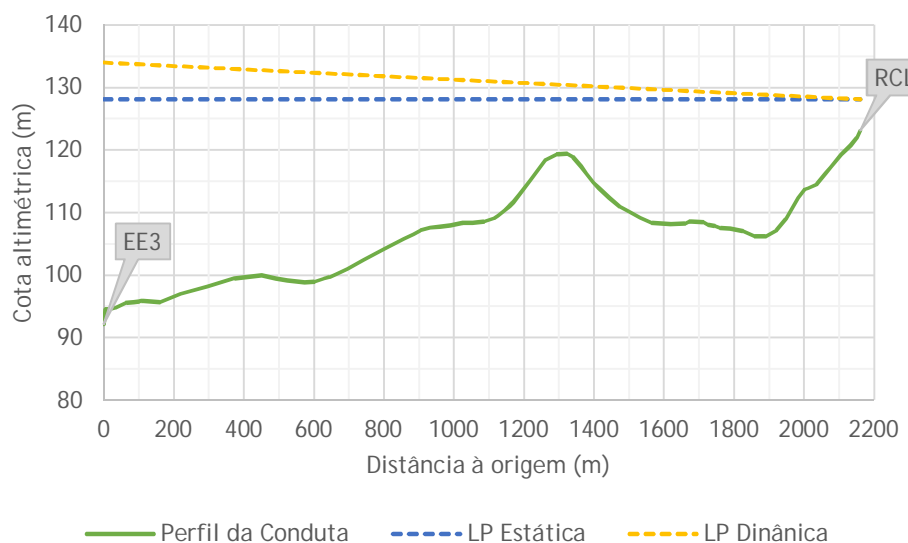
A estação elevatória EE1, que proporcionará o transporte de água entre RAB e RPT, será dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba, com capacidade unitária para elevar um caudal de 111,8 l/s a uma altura manométrica de 77,9 mca, adução que se processará de forma uniforme ao longo de 20 h/d. A conduta adutora associada será fabricada em PEAD PN10 DN500 e terá uma extensão de cerca de 2728 m. Na Figura 8.2, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RAB (EE1) e RPT.





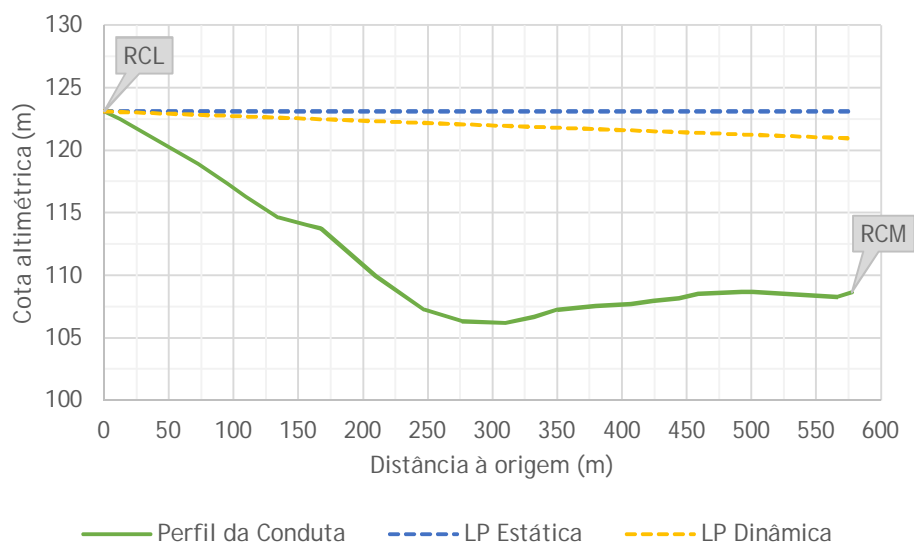
**Figura 8.2. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RAB (EE1)-RPT - Sol. A**

O reservatório de Paliteira, RPT, constituirá, na Solução A, o pivô do ramo adutor de Nazaré/Famalicão, regularizando as aduções aos reservatórios de Casal Lagar, RCL, da Senhora dos Anjos, RSA, e de Famalicão, RFM. A adução a RCL será forçada, recorrendo-se para o efeito a uma estação elevatória (EE3), equipada com 2 (1+1) grupos electrobomba com capacidade unitária para elevar, uniformemente, ao longo de 20 h/d, um caudal de 53,5 l/s a uma altura manométrica de 41,9 mca. O transporte hidráulico será concretizado por meio de uma conduta adutora fabricada em PEAD PN10 DN315, com um comprimento aproximado de 2161 m. O perfil preliminar da conduta adutora entre RPT (EE3) e RCL, bem como as linhas piezométricas estática e dinâmica, associadas ao regime permanente de escoamento, são apresentados na Figura 8.3.



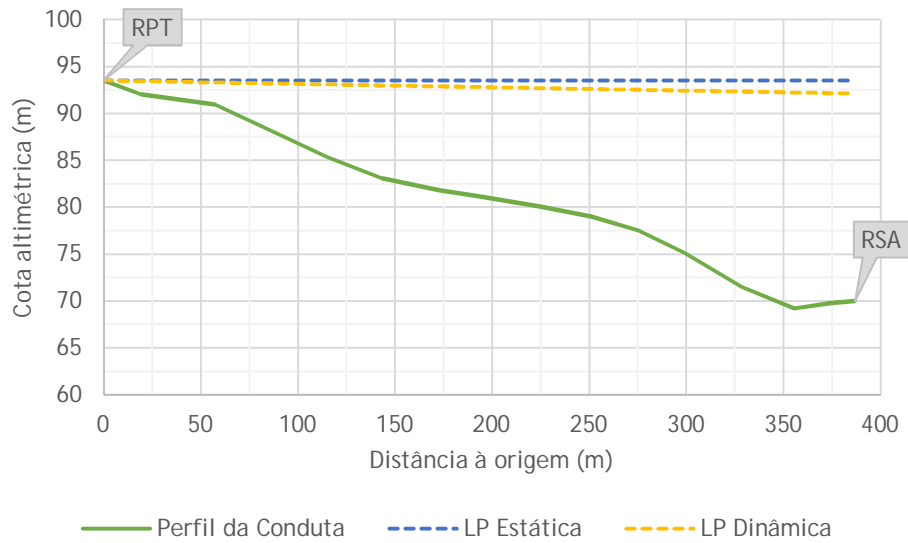
**Figura 8.3. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RPT (EE3)-RCL - Sol. A**

O reservatório RCL combinará funções de distribuição com regularização do transporte, neste caso para o reservatório de Camarção, RCM. A adução a este último órgão de armazenamento será realizada, gravítica e uniformemente, ao longo das 24 horas diárias. A conduta adutora terá uma extensão de cerca de 578 m, será fabricada em PEAD PN10 DN200 e transportará um caudal constante de 19,2 l/s. O perfil preliminar da conduta adutora RCL-RCM, bem como as linhas piezométricas estática e dinâmica, são apresentados na Figura 8.4.



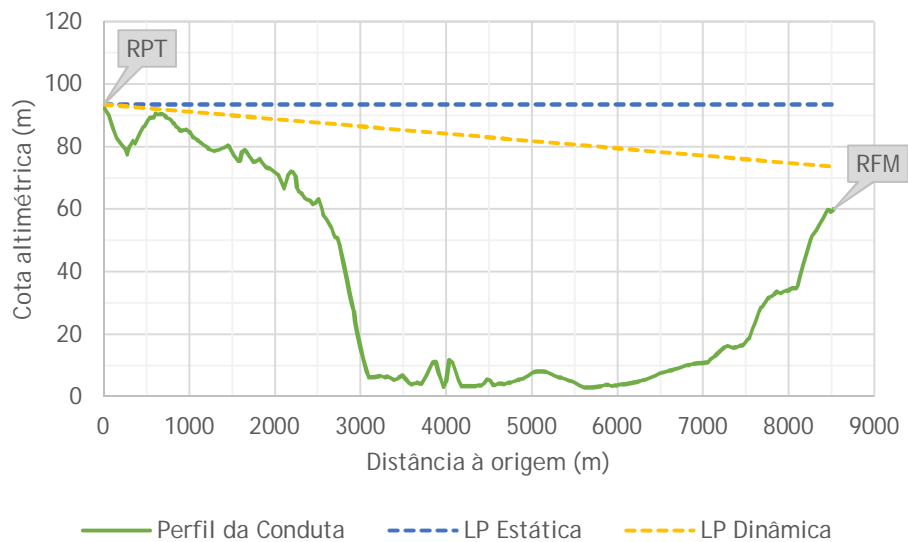
**Figura 8.4. Perfil longitudinal da conduta adutora gravítica RCL-RCM - Sol. A**

Regressando ao reservatório de Paliteira, RPT, em particular às linhas adutoras a dependentes do mesmo, recorda-se que além da adução forçada a RCL, este órgão terá a responsabilidade de assegurar a regularização do transporte para os reservatórios RSA e RFM. A adução a RSA será realizada por força da gravidade, através de uma conduta com cerca de 387 m de comprimento, que transportará um caudal uniforme de 10,5 l/s, ao longo de um período de adução de 24 horas diárias. A tubagem encarregue de cumprir esta função em condições adequadas de funcionamento hidráulico e de segurança será fabricada em PEAD PN10 DN160. Na Figura 8.5, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RPT e RSA.



**Figura 8.5. Perfil longitudinal da conduta adutora gravítica RPT-RSA - Sol. A**

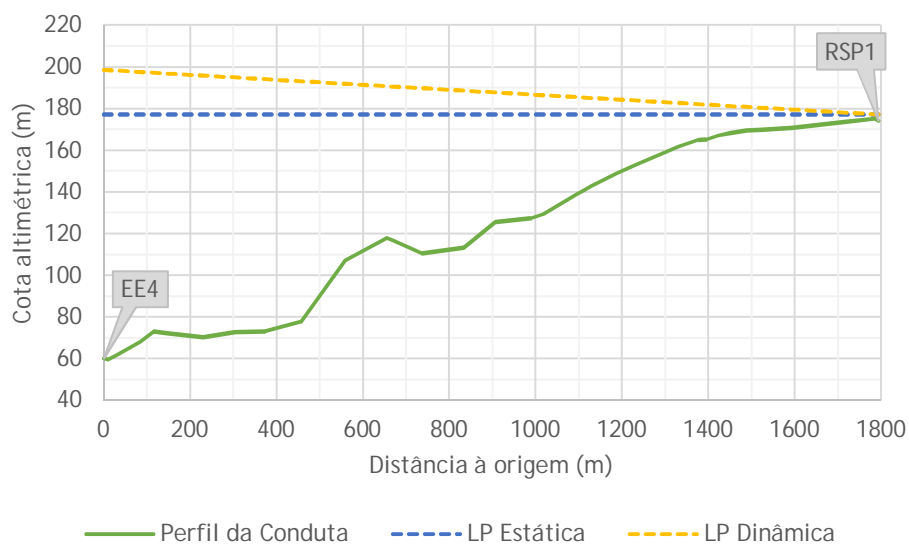
Por sua vez, a adução ao reservatório RFM será concretizada por uma conduta adutora gravítica, fabricada em PEAD PN10 DN125, com uma extensão total aproximada de 8526 m. O caudal de adução a RFM será de 4,3 l/s, processando-se a mesma, de forma uniforme, ao longo de 24/d. O perfil preliminar da conduta adutora RPT-RFM, bem como as linhas piezométricas estática e dinâmica, associadas ao regime permanente de escoamento, são apresentados na Figura 8.6.



**Figura 8.6. Perfil longitudinal da conduta adutora gravítica RPT-RFM - Sol. A**

Como se pode constatar na figura anterior, o perfil do terreno, nos metros iniciais do troço (RPT + 650 m), praticamente, inviabiliza a adução gravítica a RFM, mesmo após alteração do traçado da conduta face ao traçado existente, para o qual o escoamento só se processa com o reservatório RPT, praticamente, no seu nível de prelo armazenamento.

Relativamente ao reservatório RFM, importa referir que o mesmo assumirá funções de distribuição e de regularização do transporte, neste caso para o reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1. A adução a este último órgão será forçada, recorrendo-se para o efeito a uma estação elevatória (EE4), dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba, com capacidade unitária para elevar, de forma uniforme e num período de 12 h/d, um caudal 2,3 l/s a uma altura manométrica de 138,5 mca. A conduta adutora elevatória será fabricada em PEAD PN16 DN75 e deverá registar uma extensão total de 1794 m. Na Figura 8.7, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RFM (EE4) e RSP1.



**Figura 8.7. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RFM (EE4)-RSP1 - Sol. A**

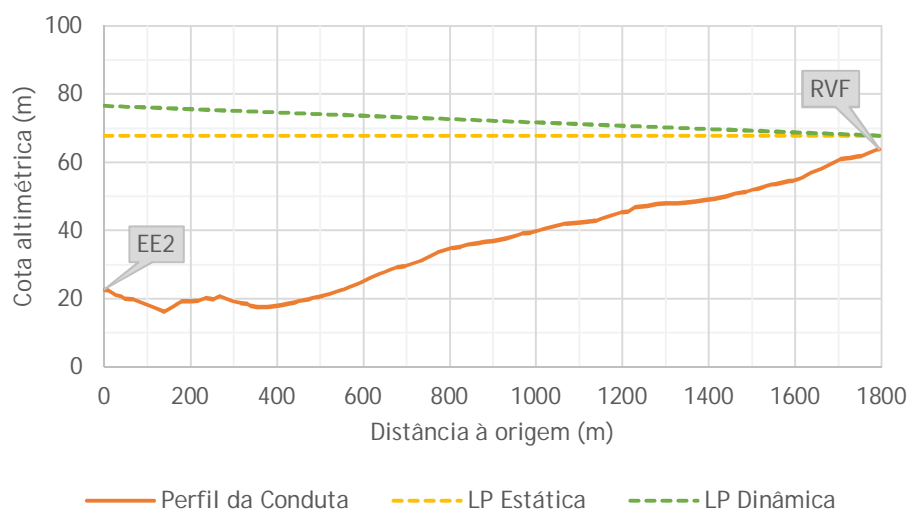
A partir de RSP1 realiza-se a adução forçada ao reservatório 2 de Serra da Pescaria (reservatório do tipo elevado), RSP2. Dada a proximidade entre os dois órgãos não se justifica apresentação do correspondente perfil longitudinal da conduta. Refere-se, no entanto, que estação elevatória, instalada na base de RSP2, será constituída por 2 (1+1) grupos electrobomba com capacidade para elevar um caudal de 1,5 l/s a uma altura manométrica, durante um período de adução de 6 h/d. A conduta adutora RPS1-RPS2 será fabricada em PEAD PN10 DN75 e terá uma extensão de cerca de 148 m.

No que se refere à adução aos reservatórios de Fanhais, RFH, e de Raposos, RRP, tal como justificado inicialmente, também não são apresentados perfis das respectivas condutas adutoras, uma vez que as mesmas não constituem património do município da Nazaré e, portanto, são excluídas do âmbito deste estudo.

### 8.1.4.3. SOLUÇÃO B

Tal como na Solução A, a principal origem do sistema de abastecimento de Águas Belas, na Solução B, continua a ser representada pelo parque de captações subterrâneas homónimo. A central elevatória de Águas Belas continuará a ser equipada com duas estações de bombagem, que constituirão o ponto de partida do ramo adutor de Nazaré/Famalicão e do ramo adutor de Valado dos Frades.

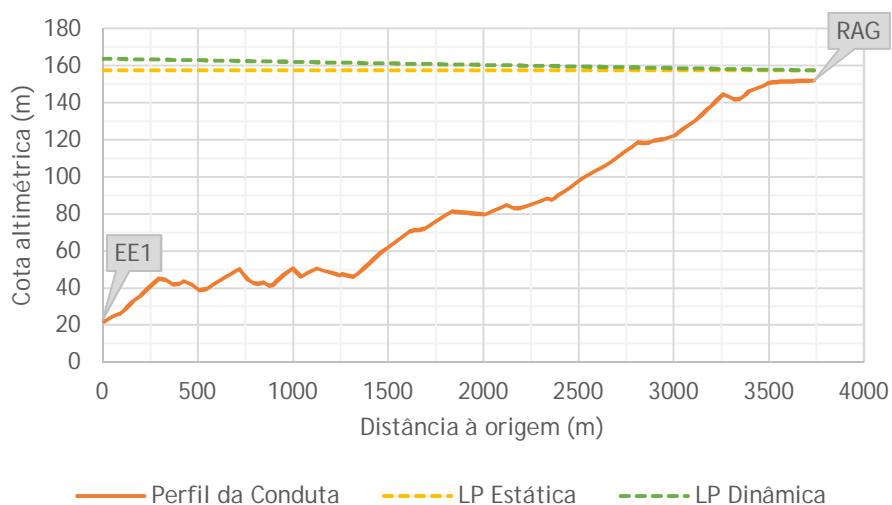
A estação elevatória 2 (EE2) será dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba com capacidade unitária para aduzir ao reservatório de Valado dos Frades, RVF, em 16 h/d, um caudal uniforme de 22,1 l/s a uma altura manométrica de 53,9 mca. A correspondente conduta adutora forçada terá uma extensão aproximada de 1795 m e será fabricada em PEAD PN10 DN200. Na Figura 8.8, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RAB (EE2) e RVF.



**Figura 8.8. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RAB (EE2)-RVF - Sol. B**

Tendo em conta a configuração do sistema que caracteriza a Solução B, a EE1 passará a aduzir o reservatório de Aguieira, RAG, localizado na periferia da vila da Nazaré, a Nordeste da mesma, em detrimento do reservatório de Paliteira, RPT, implantado no seio da malha urbana.

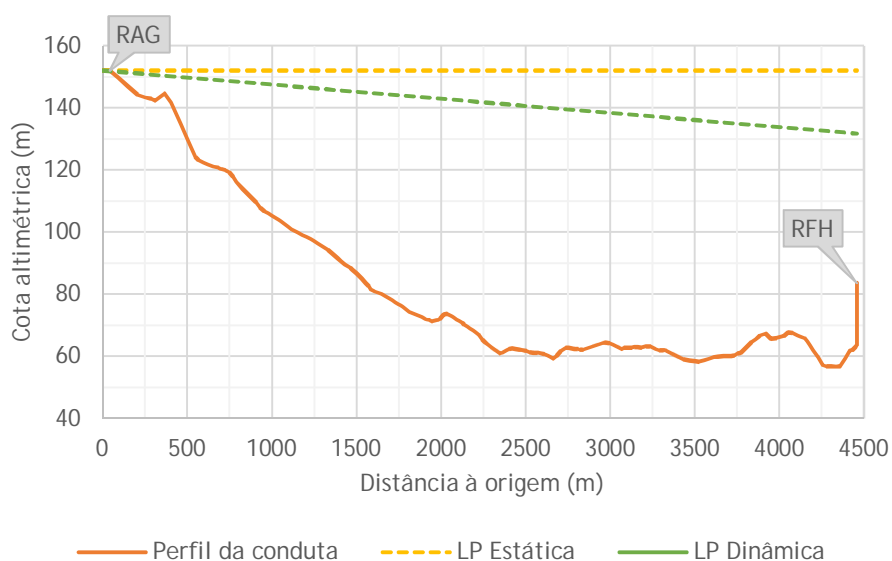
A estação elevatória EE1 será, por conseguinte, dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba, com capacidade unitária para elevar um caudal de 114,4 l/s a uma altura manométrica de 141,0 mca, adução que se processará de forma uniforme ao longo de 20 h/d. A conduta adutora associada será fabricada em PEAD PN16 DN500 e terá uma extensão de cerca de 3738 m. Na Figura 8.9, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RAB (EE1) e RAG.



**Figura 8.9. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RAB (EE1)-RAG - Sol. B**

Na Solução B, RAG assumirá o papel de pivô no ramo adutor de Nazaré/Famalicão, assegurando a regularização das aduções aos reservatórios de Paliteira, RPT, da Senhora dos Anjos, RSA, de Famalicão, RFM e de Fanhais, RFH, que beneficiando da localização e cota de soleira de RAG, passará a ser incorporado no sistema de Águas Belas.

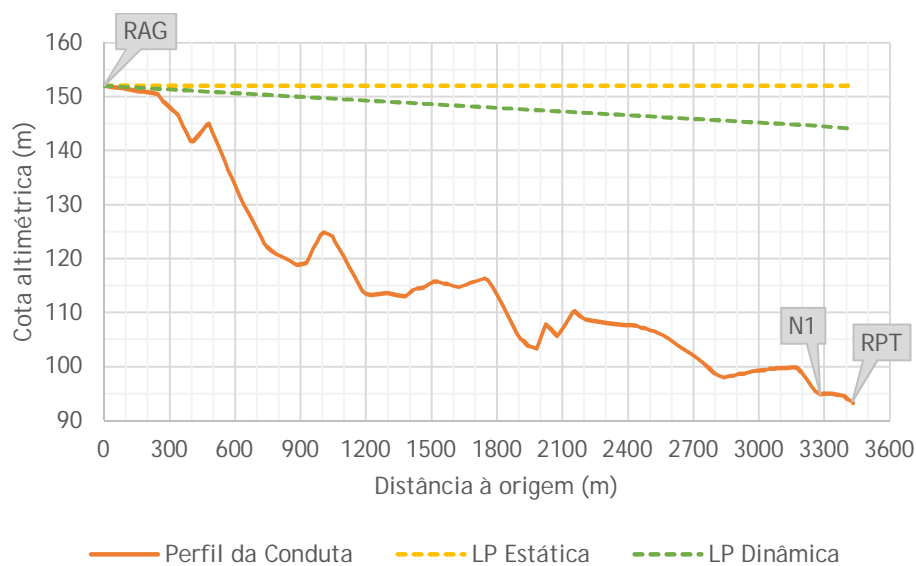
A adução ao reservatório RFH será processada gravítica e uniformemente, ao longo de 24 h/d, através de uma conduta fabricada em PEAD PN16 DN90, com uma extensão de cerca de 4458 m. Esta infraestrutura proporcionará o transporte hidráulico, em condições ótimas de operação e segurança, de um caudal de 2,15 l/s. Na Figura 8.10, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RAG e RFH.



**Figura 8.10. Perfil longitudinal da conduta adutora gravítica RAG-RFH - Sol. B**

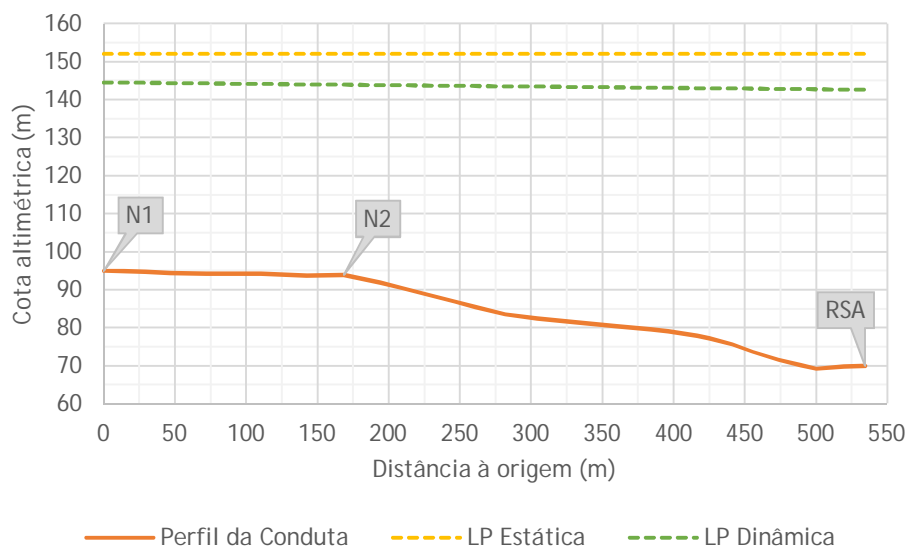
A adução aos reservatórios RPT, RSA e RFM será realizada por gravidade e de modo uniforme, através de uma conduta ramificada, constituída por um troço comum a todos os reservatórios de entrega (troço RAG-N1), derivando para cada um deles a partir do nó N1.

O troço RAG-N1 terá uma extensão total de cerca de 3280 m, será constituído por tubagem de fabrico em PEAD PN10 DN315 e transportará um caudal máximo de 48,6 l/s, resultante do somatório dos caudais a aduzir a RPT, RSA e RFM. O troço N1-RPT terá uma extensão de cerca de 151 m, será constituído por tubagem fabricada em PEAD PN10 DN250 e transportará um caudal de 33,8 l/s, correspondente, naturalmente, ao caudal a aduzir a RPT. A representação do perfil preliminar da conduta, em particular do troço RAG-N1-RPT e das linhas piezométricas estática e dinâmica é apresentada na Figura 8.11.



**Figura 8.11. Perfil longitudinal da conduta adutora RAG-RPT-RSA-RFM (troço RAG-N1-RPT) - Sol. B**

O troço N1-RSA garantirá a adução gravítica de um caudal de 10,5 l/s, de modo uniforme, ao longo das 24 horas diárias, ao reservatório RSA. A conduta será constituída por tubagem fabricada em PEAD PN10 DN160 e terá um comprimento aproximado de 535 m. Na Figura 8.12, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, característicos do troço N1-N2-RSA.

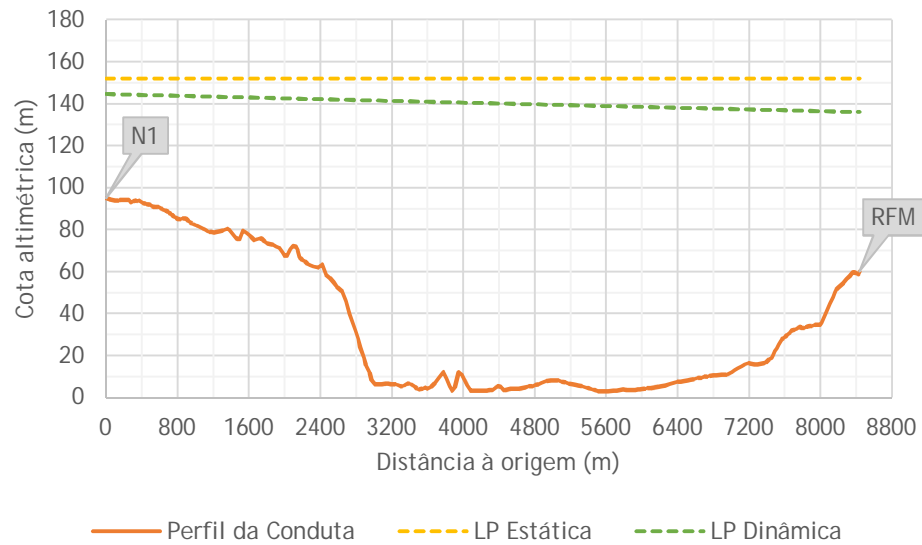


**Figura 8.12. Perfil longitudinal da conduta adutora RAG-RPT-RSA-RFM (troço N1-N2-RSA) - Sol. B**

Em relação ao troço anterior importa esclarecer que o nó N2 constitui um ponto de ligação entre RPT e aquela conduta, permitindo alimentar RSA a partir do primeiro reservatório. Esta opção tem como objectivo único a viabilização, em situações excepcionais, da adução a RSA, com água fornecida a partir do sistema adutor da ALVT, que tem ponto de entrega único no reservatório de RPT. Neste caso, a válvula de seccionamento a montante do troço N1-RSA deverá ser fechada.

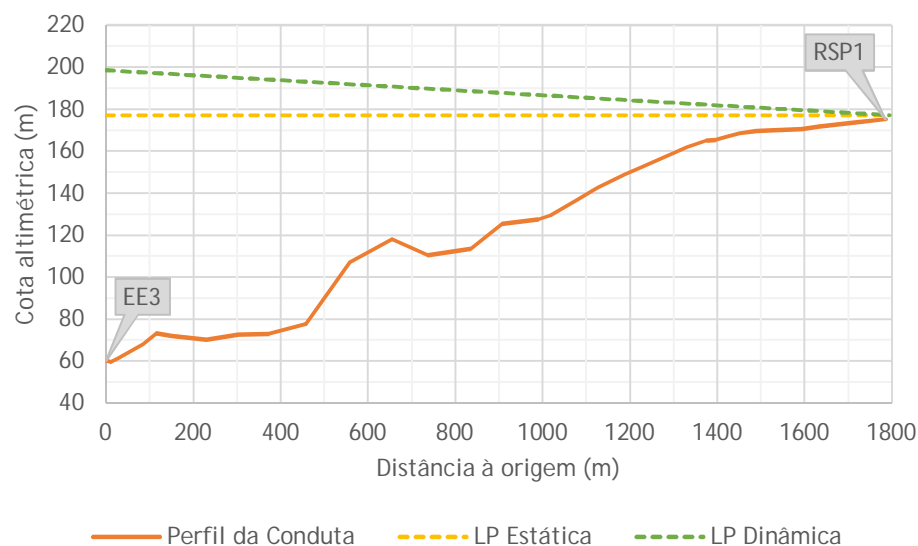
Por seu turno, o troço N1-RFM proporcionará a adução gravítica de um caudal de 4,3 l/s, de modo uniforme, ao longo de 24 h/d, ao reservatório RFM. A conduta será constituída por tubagem fabricada em PEAD PN16 DN160 e terá um comprimento aproximado de 8436 m. Na Figura 8.13, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, que caracterizam o troço N1-RFM.





**Figura 8.13. Perfil longitudinal da conduta adutora RAG-RPT-RSA-RFM (troço N1-RFM) - Sol. B**

O reservatório RFM assumirá funções de distribuição e de regularização do transporte, neste caso, para o reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1. A adução a jusante será forçada, recorrendo-se para o efeito a uma estação elevatória (EE3), dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba, com capacidade unitária para elevar, de forma uniforme e num período de 12 h/d, um caudal 2,3 l/s a uma altura manométrica de 138,5 mca. A conduta adutora elevatória será fabricada em PEAD PN16 DN75 e deverá registar uma extensão total de 1794 m. Na Figura 8.14, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RFM (EE3) e RSP1.



**Figura 8.14. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RFM (EE3)-RSP1 - Sol. B**

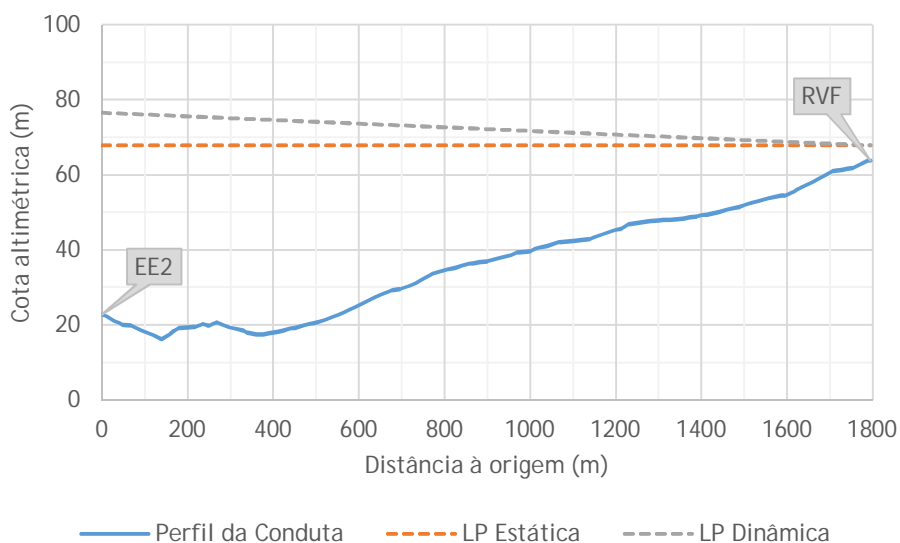
De forma similar ao descrito para a Solução A, RSP1 proporcionará a adução forçada ao reservatório 2 de Serra da Pescaria (reservatório do tipo elevado), RSP2. Dada a proximidade entre os dois órgãos não se justifica apresentação do correspondente perfil longitudinal da conduta. Refere-se, no entanto, que estação elevatória, instalada na base de RSP2, será constituída por 2 (1+1) grupos electrobomba com capacidade para elevar um caudal de 1,5 l/s a uma altura manométrica, durante um período de adução de 6 h/d. A conduta adutora RPS1-RPS2 será fabricada em PEAD PN10 DN75 e terá uma extensão de cerca de 148 m.

Relativamente à adução ao reservatório de Raposos, RRP, no caso da Solução B, o único pertencente a um sistema independente, também não é apresentado perfil da respectiva conduta adutora, uma vez que a mesma não constitui património do município da Nazaré, ficando, portanto, excluída do âmbito do presente estudo.

#### 8.1.4.4. SOLUÇÃO C

Na Solução C, à semelhança das duas soluções analisadas antes, a principal origem do sistema de abastecimento de Águas Belas, continua a ser representada pelo parque de captações subterrâneas homónimo. Da mesma forma, a central elevatória de Águas Belas continuará a ser equipada com duas estações de bombagem, que constituirão a base do ramo adutor de Nazaré/Famalicão e do ramo adutor de Valado dos Frades.

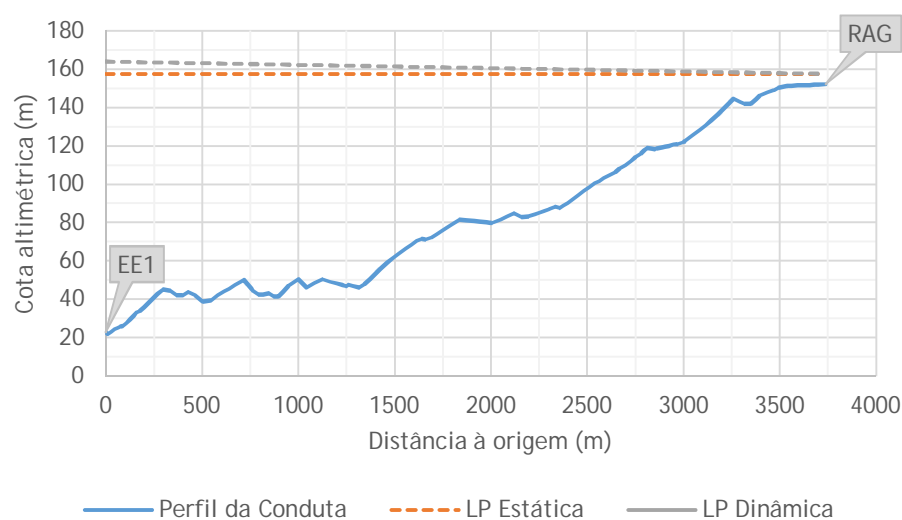
A estação elevatória 2 (EE2) será dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba com capacidade unitária para aduzir ao reservatório de Valado dos Frades, RVF, em 16 h/d, um caudal uniforme de 22,1 l/s a uma altura manométrica de 53,9 mca. A correspondente conduta adutora forçada terá uma extensão aproximada de 1795 m e será fabricada em PEAD PN10 DN200. Na Figura 8.15, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RAB (EE2) e RVF.



**Figura 8.15. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RAB (EE2)-RVF - Sol. C**

Tal como preconizado na Solução B, também no desenho da Solução A, a EE1 ficará responsável pela adução ao reservatório de Aguieira, RAG, localizado na periferia da vila da Nazaré. Importa realçar que os caudais de adução envolvidos, na solução objecto deste capítulo, são, ligeiramente, distintos dos definidos na Solução B, situação justificada pela integração total das infraestruturas de abastecimento do município num sistema único.

A estação elevatória EE1 será dotada de 2 (1+1) grupos electrobomba, com capacidade unitária para elevar um caudal de 115,4 l/s a uma altura manométrica de 141,4 mca, adução que se processará de forma uniforme ao longo de 20 h/d. A conduta adutora associada será fabricada em PEAD PN16 DN500 e terá uma extensão de cerca de 3738 m. Na Figura 8.16, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, ao longo do traçado entre RAB (EE1) e RAG.



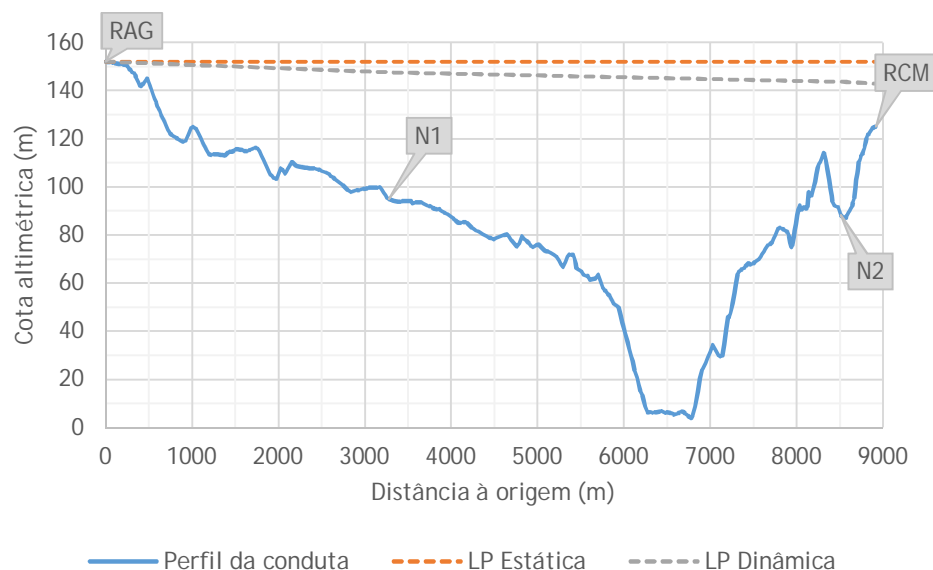
**Figura 8.16. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada RAB (EE1)-RAG - Sol. C**

O papel de pivô no ramo adutor de Nazaré/Famalicão, será preservado pelo reservatório RAG, que assegurará a regularização das aduções a 4 reservatórios, a saber: (1) reservatório de Paliteira, RPT; (2) reservatório de Casal Mota, RCM; (3) reservatório de Famalicão, RFM; e (4) reservatório de Raposos, RRP (via EE4).

A adução aos reservatórios RPT, RCM, RFM, bem como à EE4, que permitirá a adução a RRP, será realizada por gravidade e de modo uniforme, através de uma conduta ramificada. Esta infraestrutura será constituída por um troço comum a todos os reservatórios de entrega (troço RAG-N1), derivando a partir do nó N1 para RPT e para o nó N2. Com origem neste último desenvolver-se-á um troço para adução directa a RCM e outro até ao nó N3, a partir do qual se fará uma derivação para adução a RFM e outra dedicada à EE4.

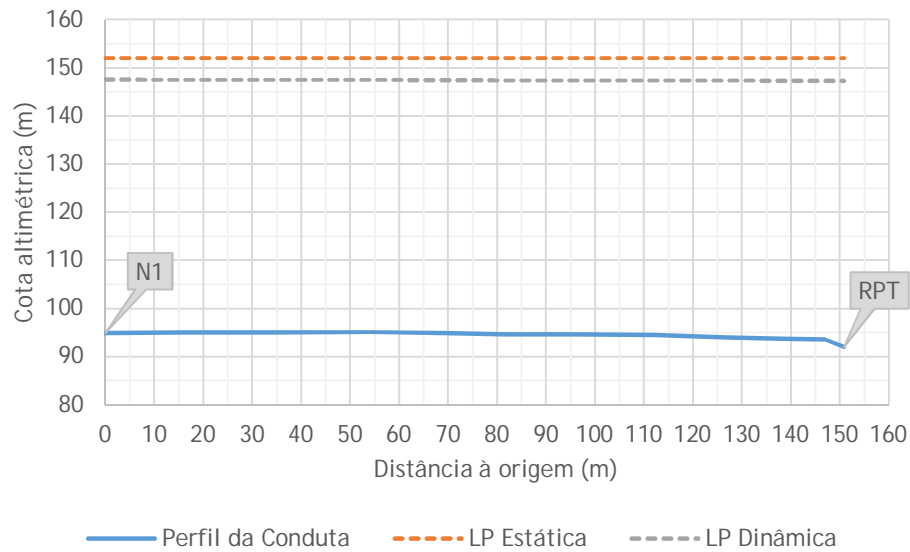
Tendo em consideração a cota relativamente alta, definida para implantação do novo reservatório RCM, opta-se por dar destaque à linha adutora RAG-N1-N2-RCM, através da apresentação do correspondente perfil longitudinal da conduta e linhas piezométricas associadas. O troço RAG-N1 terá

uma extensão total de cerca de 3280 m, será constituído por tubagem de fabrico em PEAD PN10 DN355 e transportará um caudal máximo de 50,3 l/s, resultante do somatório dos caudais a aduzir a RPT, RCM, RFM e EE4. O troço N1-N2 terá uma extensão de cerca de 5297 m, será constituído por tubagem fabricada em PEAD PN16 DN200 e transportará um caudal máximo de 6,8 l/s (adução a RCM, RFM e EE4). Por sua vez, o troço N2-RCM garantirá a adução de um caudal de 2,7 l/s, através de uma conduta fabricada em PEAD PN10 DN110, com cerca de 340 m de extensão. A representação do perfil preliminar do troço RAG-N1-N2-RCM e das correspondentes linhas piezométricas estática e dinâmica é apresentada na Figura 8.17.



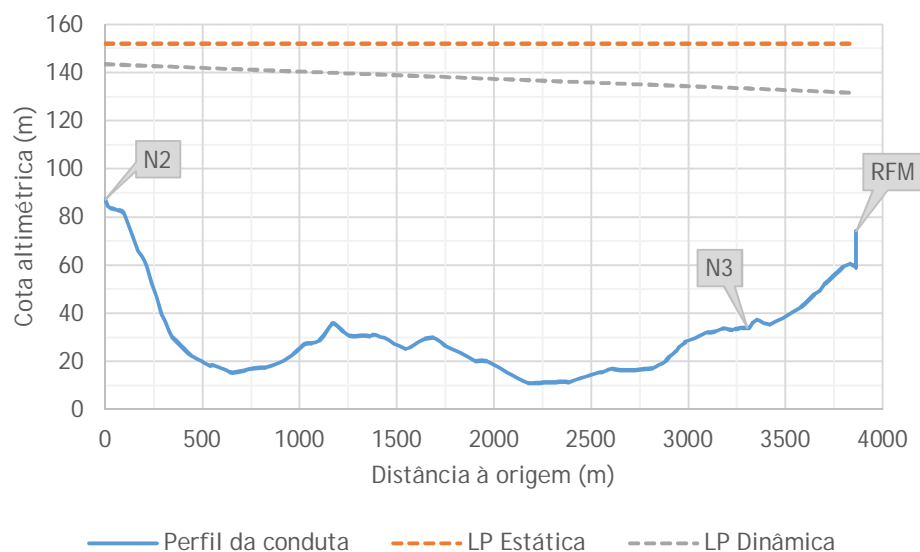
**Figura 8.17. Perfil longitudinal da conduta RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (troço RAG-N1-N2-RCM) - Sol. C**

O troço N1-RPT garantirá a adução gravítica de um caudal de 43,5 l/s, de modo uniforme, ao longo das 24 horas diárias, ao reservatório RPT. A conduta será constituída por tubagem fabricada em PEAD PN10 DN315 e terá um comprimento aproximado de 151 m. Na Figura 8.18, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, característicos do troço N1-RPT.



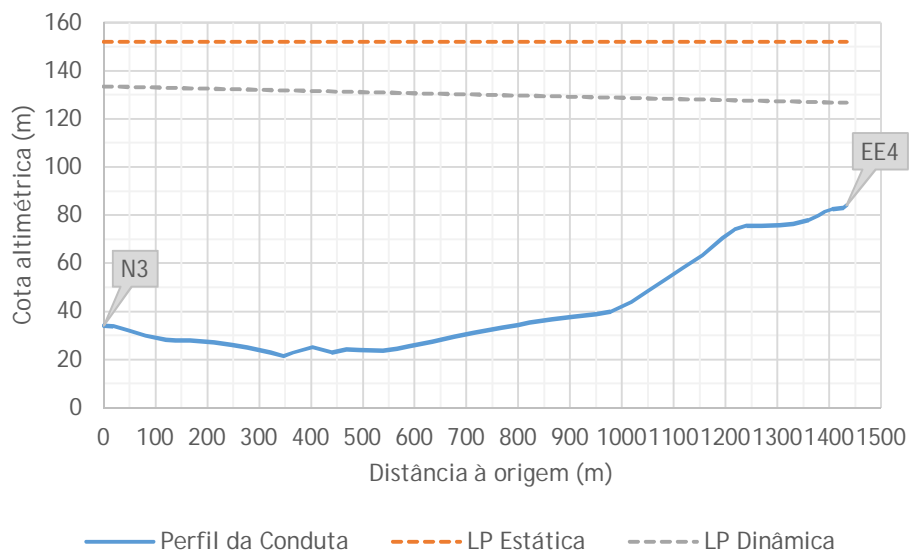
**Figura 8.18. Perfil longitudinal da conduta adutora RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (troço N1-RPT) - Sol. C**

Relativamente à linha adutora N2-N3-RFM, refere-se que o troço N2-N3 transportará um caudal máximo de 4,1 l/s, correspondente ao somatório dos caudais de adução a RFM e à EE4, e que o troço N3-RFM escoará o caudal de adução ao reservatório de entrega, neste caso de 3,2 l/s. Como indicado antes, a adução será realizada de modo uniforme, ao longo das 24 horas diárias. O troço N2-N3 terá um comprimento de cerca de 3316 m e será constituído por tubagem fabricada em PEAD PN16 DN125, enquanto o troço N3-RFM, com extensão aproximada de 903 m, será executado com tubagem em PEAD PN16 DN110. Na Figura 8.19, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, característicos do troço N2-N3-RFM.



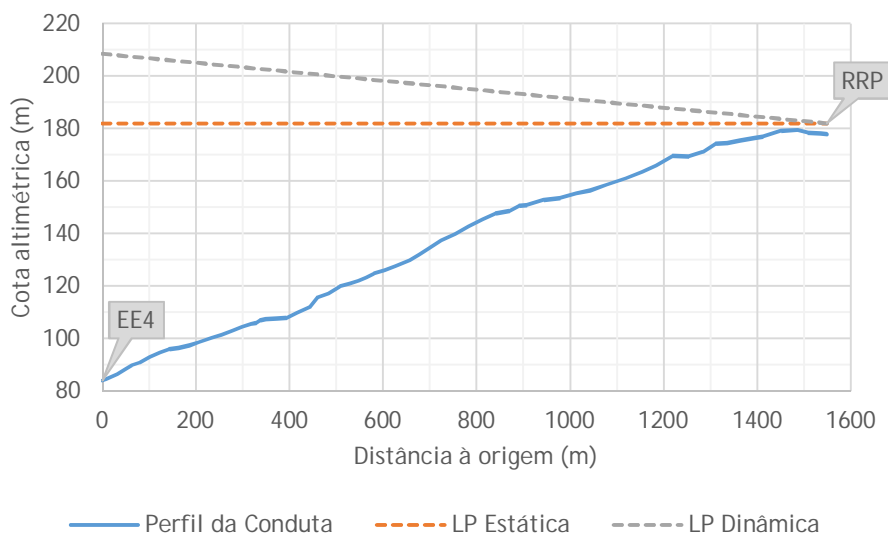
**Figura 8.19 Perfil longitudinal da conduta adutora RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (N2-N3-RFM) - Sol. C**

Finalmente, o troço N3-EE4 garantirá a adução de um caudal de 0,9 l/s, de modo uniforme, ao longo das 24 horas diárias, à estação elevatória EE4. A conduta adutora será constituída por tubagem fabricada em PEAD PN16 DN63 e terá um comprimento aproximado de 1433 m. A representação do perfil preliminar da conduta no troço N3-EE4 e das linhas piezométricas estática e dinâmica é apresentada na Figura 8.20.



**Figura 8.20. Perfil longitudinal da conduta adutora RAG-RPT-RCM-RFM-EE4 (troço N3-EE4) - Sol. C**

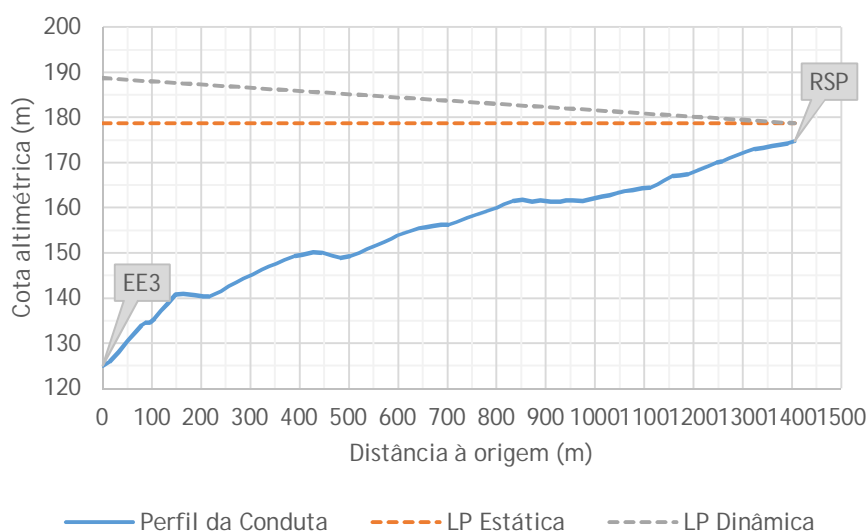
Na configuração do sistema adutor que caracteriza a Solução C, a zona de abastecimento de Raposos, irá beneficiar de um novo reservatório apoiado, RRP, procedendo-se à desactivação e demolição do órgão elevado existente. A adução ao novo reservatório de Raposos, RRP, será realizada, como referido antes, com recurso a bombagem, através da EE4. Para tal esta instalação será equipada com 2 (1+1) grupos electrobomba com capacidade unitária para elevar, em 12 h/d, um caudal uniforme de 1,7 l/s a uma altura manométrica de 124,5 mca. A conduta adutora associada será fabricada em PEAD PN16 DN63 e terá uma extensão aproximada de 1549 m. A representação do perfil preliminar da conduta adutora forçada EE4-RRP e das linhas piezométricas estática e dinâmica é apresentada na Figura 8.21.



**Figura 8.21. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada EE4-RRP - Sol. C**

À semelhança da situação anterior, a zona de abastecimento de Serra da Pescaria, também, irá beneficiar de um novo reservatório apoiado, RSP, procedendo-se à desactivação e demolição dos dois existentes. A adução ao novo RSP continuará a requerer bombagem, que passará a concretizar-se via RCM, em detrimento da elevação a partir de RFM (opção justificada em 7.4).

A estação EE3 será integrada na câmara de manobras de RCM e será equipada com 2 (1+1) grupos electrobomba, com capacidade para elevar, de forma uniforme e em 12 h/d, um caudal de 2,1 l/s a uma altura manométrica de 63,7 mca. A conduta adutora forçada será fabricada em PEAD PN10 DN75 e terá uma extensão aproximada de 1405 m. Na Figura 8.22, apresenta-se o perfil preliminar da conduta adutora e linhas piezométricas estática e dinâmica, característicos da conduta EE3-RSP.



**Figura 8.22. Perfil longitudinal da conduta adutora forçada EE3-RSP - Sol. C**

Concluídas as verificações hidráulicas do funcionamento das condutas adutoras em regime permanente, para cada uma as soluções estudadas, proceder-se-á, no capítulo seguinte, à análise dos regimes transitórios.

## **8.1.5. ESTUDO PRELIMINAR DO CHOQUE HIDRÁULICO**

### **8.1.5.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

A análise preliminar do choque hidráulico incidiu, essencialmente, nos sistemas elevatórios, onde o controlo dos mecanismos que desencadeiam o fenómeno é mais difícil de assegurar. Relativamente aos sistemas de adução gravítica, foram analisadas apenas as situações de maior importância, uma vez que serão instaladas, no circuito de entrada dos reservatórios de jusante (pontos de entrega), válvulas hidráulicas automáticas, com controlo regulável do período de fecho, o que permitirá minimizar os efeitos do choque hidráulico.

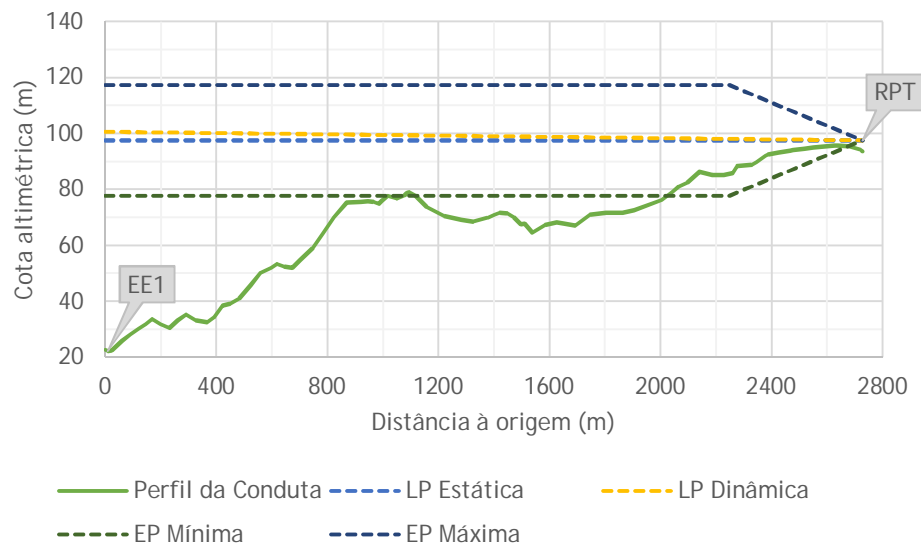
Nas situações em que os resultados do estudo preliminar do choque hidráulico ditaram a necessidade de tomar medidas de protecção do sistema adutor, procedeu-se a uma avaliação da melhor estratégia para assegurar as adequadas condições de funcionamento hidráulico e segurança do mesmo. Nos casos aplicáveis procedeu-se ao pré-dimensionamento dos dispositivos de protecção.

### **8.1.5.2. SOLUÇÃO A**

#### **SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RPT**

Da aplicação da expressão definida em 8.1.2, função das características da conduta adutora de RPT, determinou-se uma celeridade de 264,3 m/s. O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de 3,6 s, o que corresponderá a um comprimento crítico de 478,6 m. Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de 20,6 s, então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de 94,6 m e 55,0 m, respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.23.





**Figura 8.23. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE1-RPT - Sol. A**

Pela análise da figura anterior, verifica-se que entre os 2050 e 2650 m de extensão, medidos à origem, a conduta ficaria sujeita a pressões negativas teóricas que poderiam atingir 10,0 m em termos absolutos. Face a estas condições, será necessário tomar medidas de protecção do sistema elevatório contra os efeitos das depressões.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem (10 kg/cm<sup>2</sup>), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

Confirmada a inexistência de um traçado alternativo, para a implantação da conduta elevatória, que se traduza num perfil longitudinal mais favorável, a solução preconizada para protecção do sistema contra os efeitos das depressões, passa pela instalação de um reservatório hidropneumático (RH), imediatamente, a jusante da válvula de retenção geral do sistema.

Para determinação do volume do reservatório hidropneumático, recorreu-se aos ábacos de *Graze e Horlacher*.

Pretende-se limitar as pressões extremas, máxima e mínima, na secção imediatamente a jusante dos grupos electrobomba, a  $h_{max}$  de 90 m e  $h_{min}$  de 60 m, de modo a evitar a ocorrência de pressões excessivas, bem como de pressões negativas no sistema. Tendo em consideração o limite máximo estabelecido, obtém-se uma razão de carga máxima,  $HR_{max}$ , de 0,77. Por seu turno, do limite fixado para a pressão mínima, resulta uma razão de carga mínima,  $HR_{min}$ , será de - 0,75 m.

Recorrendo aos ábacos dos autores mencionados, determinou-se o parâmetro RH-Conduto,  $K = 0,87$ . Admitindo que haverá alguma transferência de calor e que o índice politrópico,  $n$ , é igual a 1,175, então o volume inicial de ar,  $C_0$ , é de 6,1 m<sup>3</sup>.

Determinado o volume inicial de ar,  $C_0$ , o volume total de ar no reservatório hidropneumático,  $V_T$ , é obtido, calculando o volume máximo,  $C'$ , correspondente à expansão do ar verificada na fase de depressão:

$$C' = C_0 \left( \frac{h_0^*}{h_{min}^*} \right)^{1/n}$$

Em que:

- $h_0^* = h_{est} + \Delta h + h_{atm}$
- $h_{min}^* = h_{min} + h_{atm}$

Determinou-se um volume máximo,  $C'$ , de  $7,4 \text{ m}^3$ , ao qual se aplica um factor de segurança de 1,2, para compensação das simplificações e erros inerentes à elaboração e utilização dos ábacos consultados, obtendo-se um volume total,  $V_T$ , de  $8,9 \text{ m}^3$ . Deste modo, propõe-se a instalação de um reservatório hidropneumático com um volume nominal de  $9,0 \text{ m}^3$ .

#### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RVF

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $264,6 \text{ m/s}$ . O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de  $4,1 \text{ s}$ , o que corresponderá a um comprimento crítico de  $540,8 \text{ m}$ . Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $13,6 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de  $69,6 \text{ m}$  e  $20,6 \text{ m}$ , respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.24.

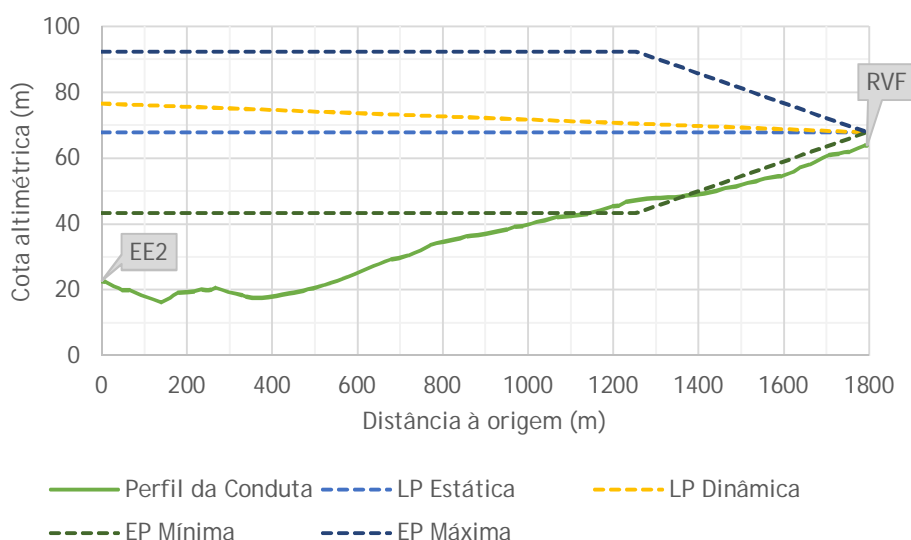


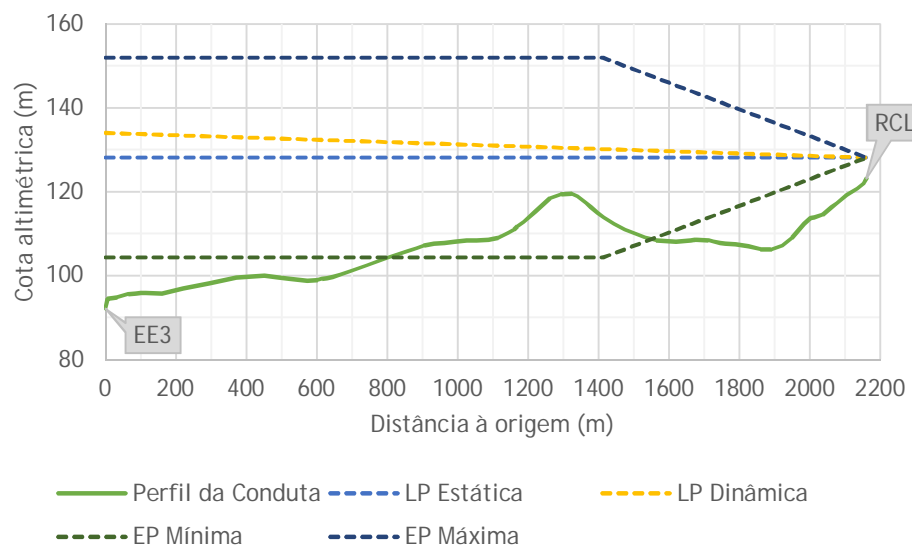
Figura 8.24. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE2-RVF - Sol. A

Pela análise da figura anterior, verifica-se que a envolvente de depressões extremas, cruza o perfil da conduta, sensivelmente, entre os 1260 e os 1320 m de extensão, medidos à origem. No entanto, as pressões negativas registadas serão na ordem dos -4,5 m, pelo que se consideram asseguradas as condições de segurança e funcionamento adequadas.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem (10 kg/cm<sup>2</sup>), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RCL

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de 264,3 m/s. O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de 5,7 s, o que corresponderá a um comprimento crítico de 747,2 m. Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de 16,4 s, então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de 59,8 m e 12,1 m, respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.25.



**Figura 8.25. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE3-RCL - Sol. A**

Pela análise da figura anterior, verifica-se que entre os 800 e 1520 m de extensão, medidos à origem, a conduta ficaria sujeita a pressões negativas teóricas que poderiam atingir 12,3 m em termos absolutos. Face a estas condições, será necessário tomar medidas de protecção do sistema elevatório contra os efeitos das depressões.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem ( $10 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

Confirmada a inexistência de um traçado alternativo, para a implantação da conduta elevatória, que se traduza num perfil longitudinal mais favorável, a solução preconizada para protecção do sistema contra os efeitos das depressões, passa pela instalação de um reservatório hidropneumático (RH), imediatamente, a jusante da válvula de retenção geral do sistema.

Da utilização dos ábacos de *Graze e Horlacher*, obtém-se um volume máximo do dispositivo,  $C'$ , de  $3,1 \text{ m}^3$ , ao qual se aplica um factor de segurança de 1,2, para compensação das simplificações e erros inerentes à elaboração e utilização dos ábacos consultados, obtendo-se um volume total,  $V_T$ , de  $3,7 \text{ m}^3$ . Deste modo, propõe-se a instalação de um reservatório hidropneumático com um volume nominal de  $4,0 \text{ m}^3$ .

### SISTEMA ADUTOR GRAVÍTICO DE RCM

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $264,6 \text{ m/s}$ . Fixou-se o tempo de anulação de caudal em  $10,0 \text{ s}$  (trata-se de um sistema adutor gravítico). Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $4,4 \text{ s}$ , então a manobra é considerada lenta. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a montante da válvula de seccionamento, na entrada para o reservatório, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Michaud*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de  $19,8 \text{ m}$  e  $1,2 \text{ m}$ , respectivamente. Na Figura 8.26, apresentam-se os perfis teóricos das envolventes de pressão extrema, resultantes do tempo definido para manobra da válvula na entrada no reservatório de jusante.

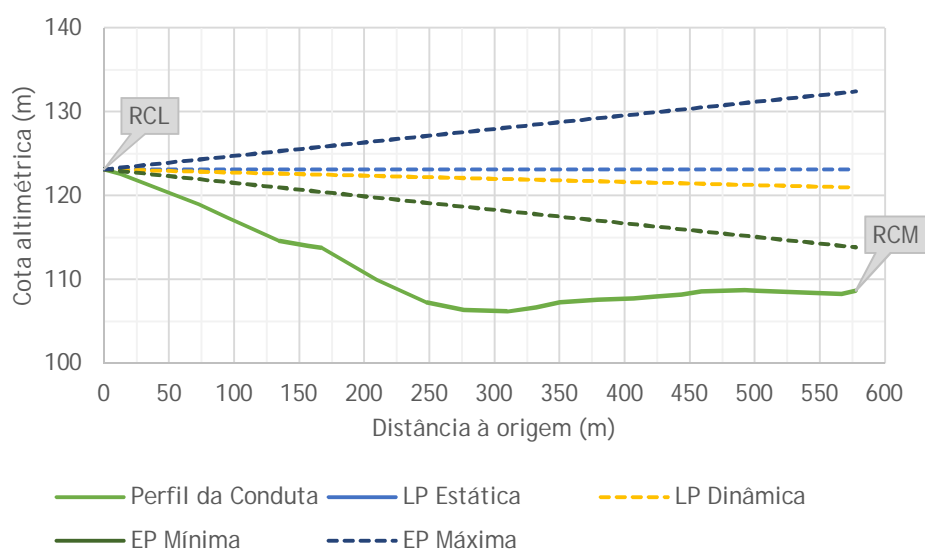


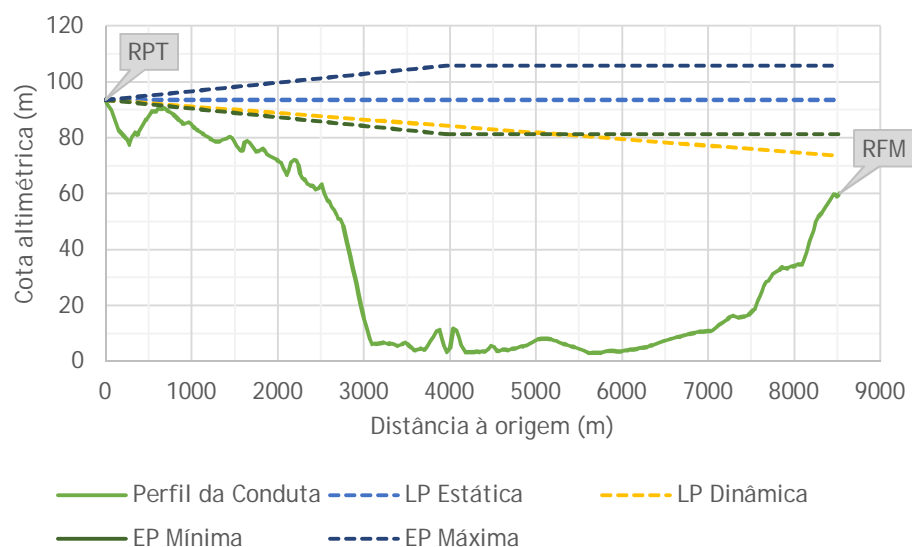
Figura 8.26. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema RCL-RCM - Sol. A

Pela análise da figura anterior pode verificar-se que a envolvente de pressões mínimas se encontra, em toda a extensão da conduta, acima perfil da mesma. Desta forma, não é necessário recorrer a medidas de protecção da conduta elevatória contra o efeito das depressões máximas.

Relativamente às sobrepensões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço admitida pela tubagem ( $10 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se conclui estar assegurada, na sua plenitude, a integridade estrutural da conduta.

### SISTEMA ADUTOR GRAVÍTICO DE RFM

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $263,8 \text{ m/s}$ . Fixou-se o tempo de anulação de caudal em  $30,0 \text{ s}$  (trata-se de um sistema adutor gravítico). Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $64,6 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a montante da válvula de seccionamento, na entrada para o reservatório, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de  $41,8 \text{ m}$  e  $17,3 \text{ m}$ , respectivamente. Os perfis teóricos das envolventes de pressão extrema, resultantes do tempo definido para manobra da válvula na entrada no reservatório de jusante, são apresentados na Figura 8.27.



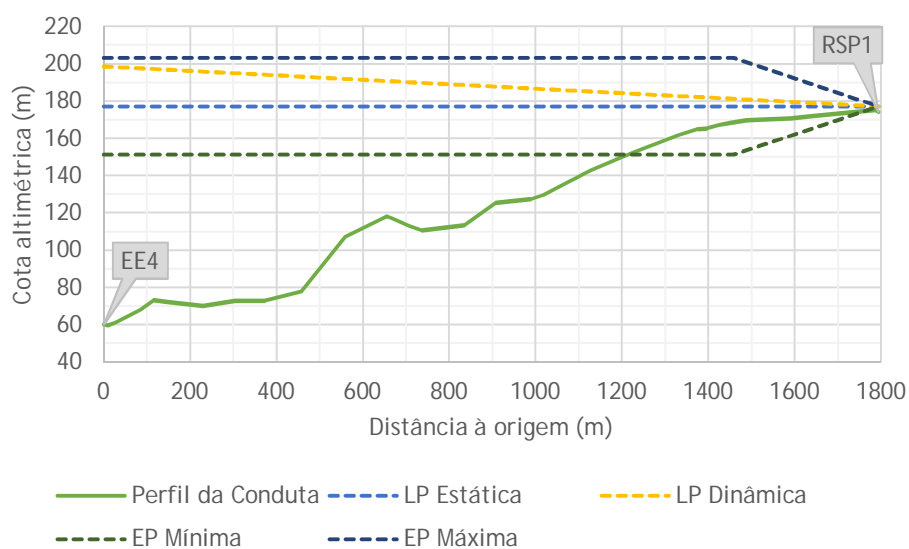
**Figura 8.27. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema RPT-RFM - Sol. A**

Pela análise da figura anterior pode verificar-se que a envolvente de pressões mínimas se encontra, em toda a extensão da conduta, acima perfil da mesma. Desta forma, não é necessário recorrer a medidas de protecção da conduta elevatória contra o efeito das depressões máximas.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço admitida pela tubagem ( $16 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se conclui estar assegurada, na sua plenitude, a integridade estrutural da conduta.

### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RSP1

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $335,1 \text{ m/s}$ . O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de  $2,0 \text{ s}$ , o que corresponderá a um comprimento crítico de  $335,7 \text{ m}$ . Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $10,7 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobrepressão e depressão máximas de  $143,1 \text{ m}$  e  $91,1 \text{ m}$ , respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.28.



**Figura 8.28. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE4-RSP1 - Sol. A**

Pela análise da figura anterior, verifica-se que entre os  $1230$  e  $1750 \text{ m}$  de extensão, medidos à origem, a conduta ficaria sujeita a pressões negativas teóricas que poderiam atingir  $20,9 \text{ m}$  em termos absolutos. Face a estas condições, será necessário tomar medidas de protecção do sistema elevatório contra os efeitos das depressões.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem ( $16 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

Confirmada a inexistência de um traçado alternativo, para a implantação da conduta elevatória, que se traduza num perfil longitudinal mais favorável, a solução preconizada para protecção do sistema

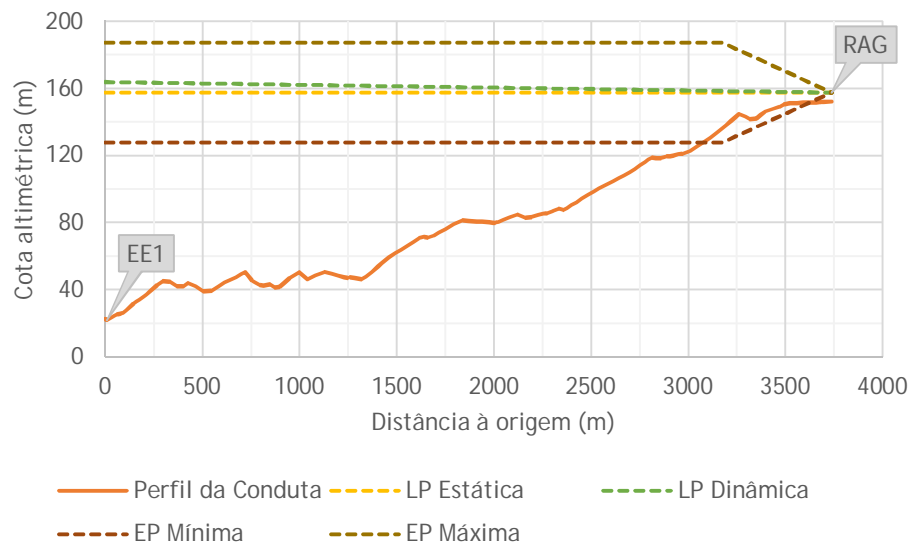
contra os efeitos das depressões, passa pela instalação de um reservatório hidropneumático (RH), imediatamente, a jusante da válvula de retenção geral do sistema.

Da utilização dos ábacos de *Graze e Horlacher*, obtém-se um volume máximo do dispositivo,  $C$ , de  $0,05 \text{ m}^3$ , ao qual se aplica um factor de segurança de 1,2, para compensação das simplificações e erros inerentes à elaboração e utilização dos ábacos consultados, obtendo-se um volume total,  $V_T$ , de  $0,07 \text{ m}^3$ . Deste modo, propõe-se a instalação de um reservatório hidropneumático com um volume nominal de  $0,2 \text{ m}^3$ .

### 8.1.5.3. SOLUÇÃO B

#### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RAG

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $335,4 \text{ m/s}$ . O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de  $3,4 \text{ s}$ , o que corresponderá a um comprimento crítico de  $562,2 \text{ m}$ . Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $22,3 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de  $164,5 \text{ m}$  e  $105,0 \text{ m}$ , respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.29.



**Figura 8.29. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE1-RAG - Sol. B**

Pela análise da figura anterior, verifica-se que entre os 3200 e 3600 m de extensão, medidos à origem, a conduta ficaria sujeita a pressões negativas teóricas que poderiam atingir  $13,5 \text{ m}$  em termos

absolutos. Face a estas condições, será necessário tomar medidas de protecção do sistema elevatório contra os efeitos das depressões.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem ( $16 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

Confirmada a inexistência de um traçado alternativo, para a implantação da conduta elevatória, que se traduza num perfil longitudinal mais favorável, a solução preconizada para protecção do sistema contra os efeitos das depressões, passa pela instalação de um reservatório hidropneumático (RH), imediatamente, a jusante da válvula de retenção geral do sistema.

Da utilização dos ábacos de *Graze e Horlacher*, obtém-se um volume máximo do dispositivo,  $C'$ , de  $8,7 \text{ m}^3$ , ao qual se aplica um factor de segurança de 1,2, para compensação das simplificações e erros inerentes à elaboração e utilização dos ábacos consultados, obtendo-se um volume total,  $V_T$ , de  $10,4 \text{ m}^3$ . Deste modo, propõe-se a instalação de um reservatório hidropneumático com um volume nominal de  $12,0 \text{ m}^3$ .

#### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RVF

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $264,6 \text{ m/s}$ . O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de  $4,1 \text{ s}$ , o que corresponderá a um comprimento crítico de  $540,8 \text{ m}$ . Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $13,6 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de  $69,6 \text{ m}$  e  $20,6 \text{ m}$ , respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.30.

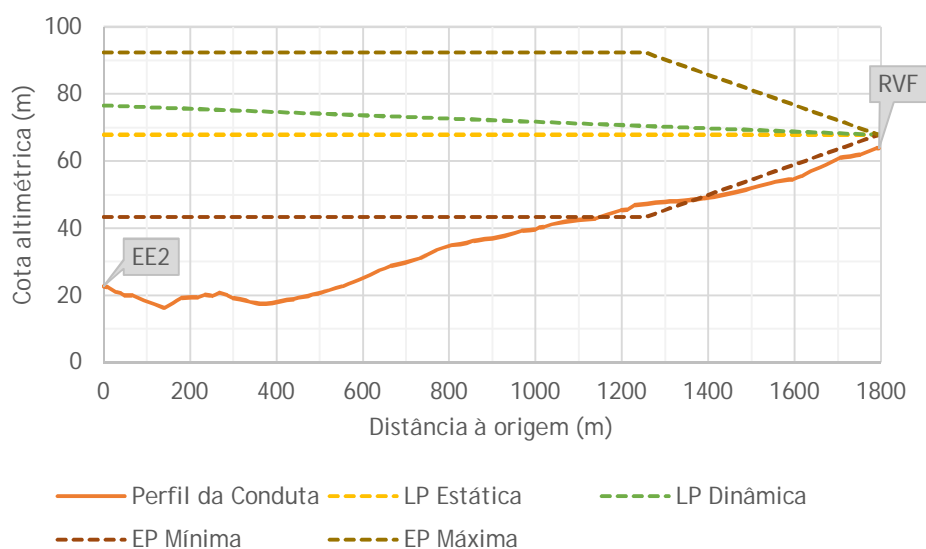


Figura 8.30. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE2-RVF - Sol. B

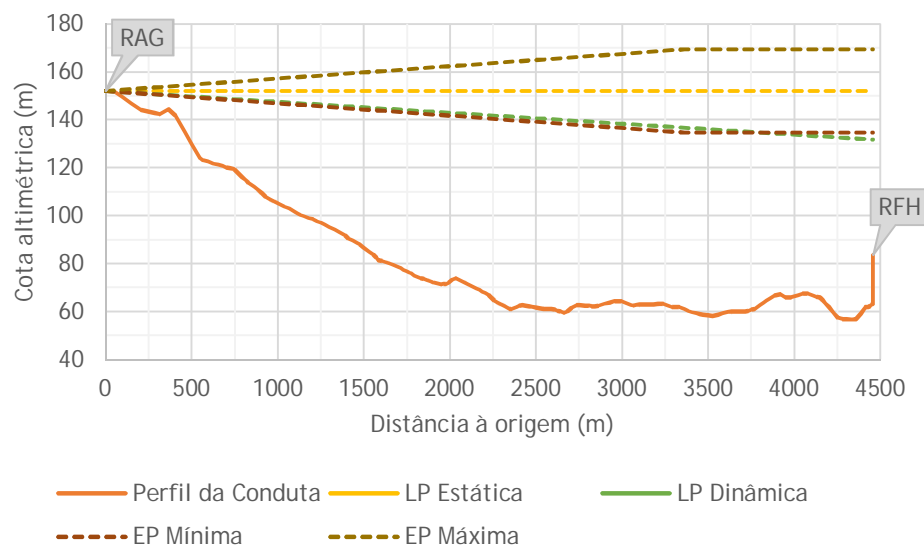


Pela análise da figura anterior, verifica-se que a envolvente de depressões extremas, cruza o perfil da conduta, sensivelmente, entre os 1260 e os 1320 m de extensão, medidos à origem. No entanto, as pressões negativas registadas serão na ordem dos -4,5 m, pelo que se consideram asseguradas as condições de segurança e funcionamento adequadas.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem (10 kg/cm<sup>2</sup>), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

### SISTEMA ADUTOR GRAVÍTICO DE RFH

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de 336,1 m/s. Fixou-se o tempo de anulação de caudal em 20,0 s (trata-se de um sistema adutor gravítico). Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de 26,5 s, então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a montante da válvula de secionamento, na entrada para o reservatório, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de 85,9 m e 51,2 m, respectivamente. Os perfis teóricos das envolventes de pressão extrema, resultantes do tempo definido para manobra da válvula na entrada no reservatório de jusante, são apresentados na Figura 8.31.



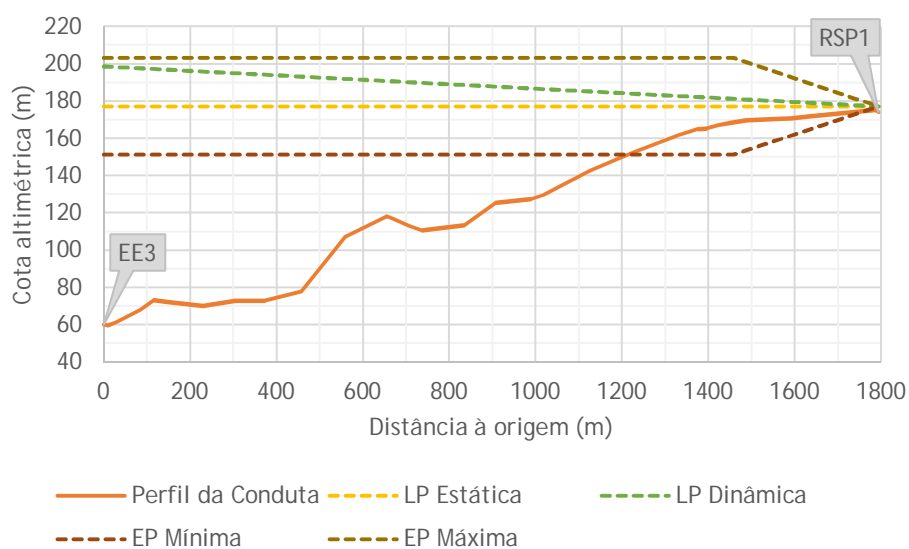
**Figura 8.31. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema RAG-RFH - Sol. B**

Pela análise da figura anterior pode verificar-se que a envolvente de pressões mínimas se encontra, em toda a extensão da conduta, acima perfil da mesma. Desta forma, não é necessário recorrer a medidas de protecção da conduta elevatória contra o efeito das depressões máximas.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço admitida pela tubagem ( $16 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se conclui estar assegurada, na sua plenitude, a integridade estrutural da conduta.

### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RSP1

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $335,1 \text{ m/s}$ . O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de  $2,0 \text{ s}$ , o que corresponderá a um comprimento crítico de  $335,7 \text{ m}$ . Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $10,7 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobrepressão e depressão máximas de  $143,1 \text{ m}$  e  $91,1 \text{ m}$ , respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.32.



**Figura 8.32. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE3-RSP1 - Sol. B**

Pela análise da figura anterior, verifica-se que entre os  $1230$  e  $1750 \text{ m}$  de extensão, medidos à origem, a conduta ficaria sujeita a pressões negativas teóricas que poderiam atingir  $20,9 \text{ m}$  em termos absolutos. Face a estas condições, será necessário tomar medidas de protecção do sistema elevatório contra os efeitos das depressões.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem ( $16 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

Confirmada a inexistência de um traçado alternativo, para a implantação da conduta elevatória, que se traduza num perfil longitudinal mais favorável, a solução preconizada para protecção do sistema

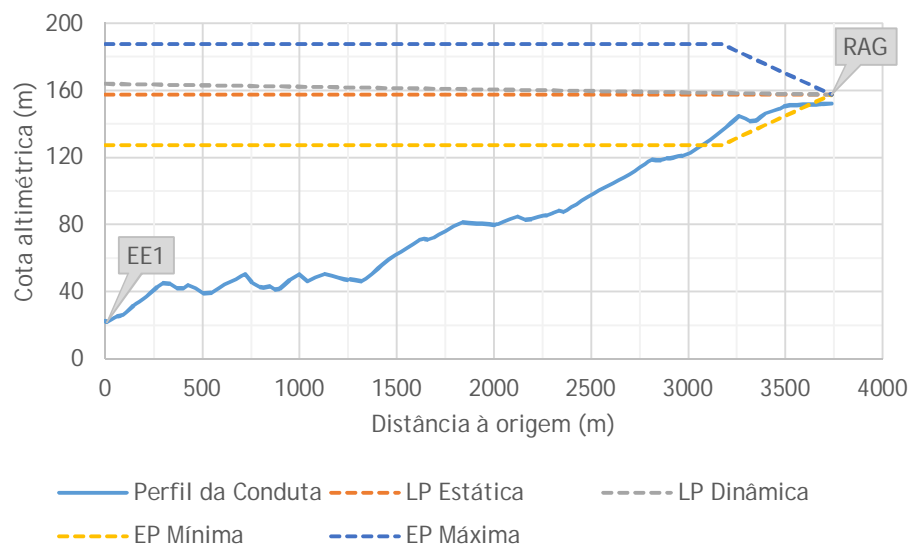
contra os efeitos das depressões, passa pela instalação de um reservatório hidropneumático (RH), imediatamente, a jusante da válvula de retenção geral do sistema.

Da utilização dos ábacos de *Graze e Horlacher*, obtém-se um volume máximo do dispositivo,  $C$ , de  $0,05 \text{ m}^3$ , ao qual se aplica um factor de segurança de 1,2, para compensação das simplificações e erros inerentes à elaboração e utilização dos ábacos consultados, obtendo-se um volume total,  $V_T$ , de  $0,07 \text{ m}^3$ . Deste modo, propõe-se a instalação de um reservatório hidropneumático com um volume nominal de  $0,2 \text{ m}^3$ .

#### 8.1.5.4. SOLUÇÃO C

##### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RAG

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $335,4 \text{ m/s}$ . O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de  $3,4 \text{ s}$ , o que corresponderá a um comprimento crítico de  $565,5 \text{ m}$ . Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $22,3 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de  $164,8 \text{ m}$  e  $104,7 \text{ m}$ , respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.33.



**Figura 8.33. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE1-RAG - Sol. C**

Pela análise da figura anterior, verifica-se que entre os 3200 e 3600 m de extensão, medidos à origem, a conduta ficaria sujeita a pressões negativas teóricas que poderiam atingir  $13,6 \text{ m}$  em termos

absolutos. Face a estas condições, será necessário tomar medidas de protecção do sistema elevatório contra os efeitos das depressões.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem ( $16 \text{ kg/cm}^2$ ), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

Confirmada a inexistência de um traçado alternativo, para a implantação da conduta elevatória, que se traduza num perfil longitudinal mais favorável, a solução preconizada para protecção do sistema contra os efeitos das depressões, passa pela instalação de um reservatório hidropneumático (RH), imediatamente, a jusante da válvula de retenção geral do sistema.

Da utilização dos ábacos de *Graze e Horlacher*, obtém-se um volume máximo do dispositivo,  $C'$ , de  $8,8 \text{ m}^3$ , ao qual se aplica um factor de segurança de 1,2, para compensação das simplificações e erros inerentes à elaboração e utilização dos ábacos consultados, obtendo-se um volume total,  $V_T$ , de  $10,5 \text{ m}^3$ . Deste modo, propõe-se a instalação de um reservatório hidropneumático com um volume nominal de  $12,0 \text{ m}^3$ .

#### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RVF

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de  $264,6 \text{ m/s}$ . O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de  $4,1 \text{ s}$ , o que corresponderá a um comprimento crítico de  $540,8 \text{ m}$ . Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de  $13,6 \text{ s}$ , então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de  $69,6 \text{ m}$  e  $20,6 \text{ m}$ , respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.34.

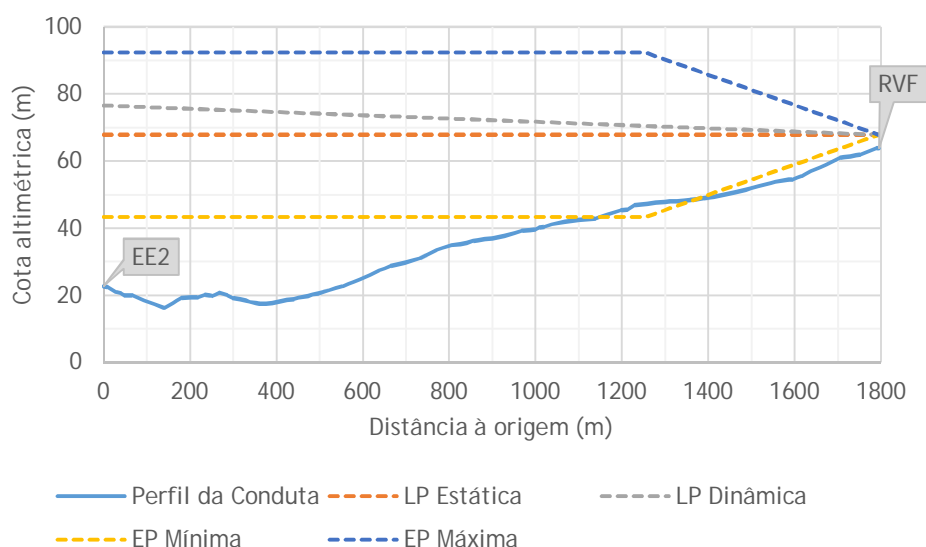


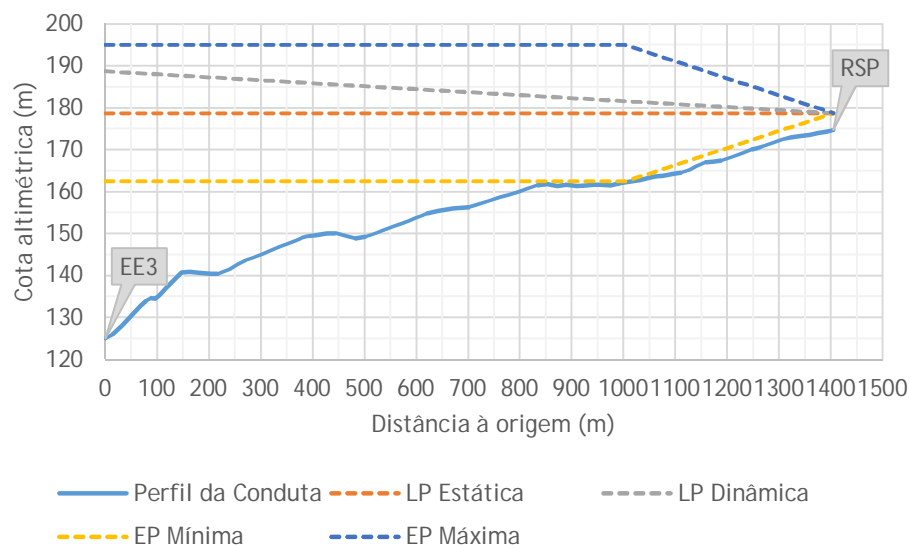
Figura 8.34. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE2-RVF - Sol. C

Pela análise da figura anterior, verifica-se que a envolvente de depressões extremas, cruza o perfil da conduta, sensivelmente, entre os 1260 e os 1320 m de extensão, medidos à origem. No entanto, as pressões negativas registadas serão na ordem dos -4,5 m, pelo que se consideram asseguradas as condições de segurança e funcionamento adequadas.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem (10 kg/cm<sup>2</sup>), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RSP

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de 265,8 m/s. O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de 3,0 s, o que corresponderá a um comprimento crítico de 351,0 m. Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de 10,6 s, então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de 70,0 m e 37,4 m, respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.35.



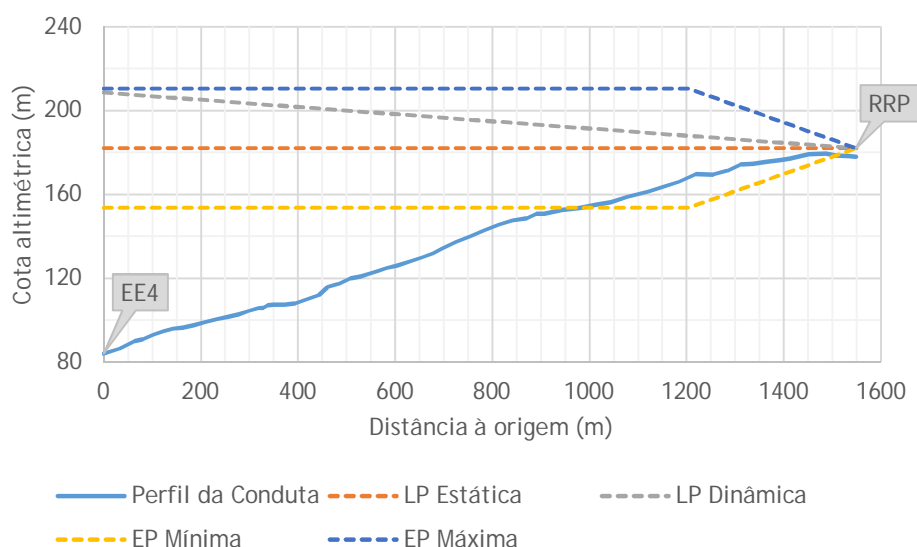
**Figura 8.35. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE3-RSP - Sol. C**

Pela análise da figura anterior pode verificar-se que a envolvente de pressões mínimas se encontra, em toda a extensão da conduta, acima perfil da mesma. Desta forma, não é necessário recorrer a medidas de protecção da conduta elevatória contra o efeito das depressões máximas.

Relativamente às sobrepressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem (10 kg/cm<sup>2</sup>), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

### SISTEMA ADUTOR ELEVATÓRIO DE RRP

No presente caso, o valor determinado para a celeridade foi de 338,1 m/s. O tempo de anulação de caudal, pela aplicação da equação de *Mendiluce Rosich*, após paragem da bomba, será de 2,1 s, o que corresponderá a um comprimento crítico de 346,0 m. Uma vez que o período de reflexão total de uma onda elástica (tempo de ida e retorno ao ponto de origem da perturbação no escoamento), será de 9,2 s, então a manobra é considerada rápida. Para determinação das pressões extremas, na secção imediatamente a jusante da bomba, tendo em conta este tipo de manobra, aplica-se a expressão de *Allievi*. Do procedimento referido antes, resultaram uma sobressão e depressão máximas de 126,5 m e 69,6 m, respectivamente. O perfil teórico das envolventes de pressão extrema é apresentado na Figura 8.36.



**Figura 8.36. Perfil teórico das envolventes de pressão extrema no sistema EE4-RRP - Sol. C**

Pela análise da figura anterior, verifica-se que entre os 1000 e 1500 m de extensão, medidos à origem, a conduta ficaria sujeita a pressões negativas teóricas que poderiam atingir 14,2 m em termos absolutos. Face a estas condições, será necessário tomar medidas de protecção do sistema elevatório contra os efeitos das depressões.

Relativamente às sobressões, verifica-se que são inferiores à pressão de serviço característica da tubagem (16 kg/cm<sup>2</sup>), pelo que se considera assegurada a integridade estrutural da conduta.

Confirmada a inexistência de um traçado alternativo, para a implantação da conduta elevatória, que se traduza num perfil longitudinal mais favorável, a solução preconizada para protecção do sistema contra os efeitos das depressões, passa pela instalação de um reservatório hidropneumático (RH), imediatamente, a jusante da válvula de retenção geral do sistema.

Da utilização dos ábacos de *Graze e Horlacher*, obtém-se um volume máximo do dispositivo,  $C'$ , de 0,1 m<sup>3</sup>, ao qual se aplica um factor de segurança de 1,2, para compensação das simplificações e erros

inerentes à elaboração e utilização dos ábacos consultados, obtendo-se um volume total,  $V_T$ , de 0,12 m<sup>3</sup>. Deste modo, propõe-se a instalação de um reservatório hidropneumático com um volume nominal de 0,2 m<sup>3</sup>.

## 8.2. RESERVA

### 8.2.1. DEFINIÇÃO DE VOLUMES

Na definição dos volumes de armazenamento a considerar, tendo em conta a sua finalidade, são consideradas diversas parcelas que correspondem à satisfação de um conjunto de necessidades para o bom funcionamento do sistema de abastecimento.

#### VOLUME DE REGULARIZAÇÃO

Representa o volume necessário para compensar ao *deficit* de afluência (considerando que o caudal afluente corresponde ao QmMc e que o órgão está a ser dimensionado em função deste parâmetro), quando, no mês de consumo máximo se verifica um dia ou uma sucessão de dias de consumo máximo. Este volume considera-se no dimensionamento de todos os reservatórios de distribuição.

#### RESERVA PARA AVARIAS

Refere-se a uma avaria na conduta adutora ao reservatório. Normalmente assume-se que um período entre 4 e 8 horas, consoante o diâmetro da tubagem e as condições de acesso, razão pela qual se considera o volume correspondente ao caudal de adução durante esse período. Esta reserva é considerada simultaneamente com a reserva para incêndios, tomando-se o maior valor. Qualquer que seja o maior valor de reserva, este deverá ser tomado em conta no dimensionamento de todos os tipos de reservatório.

Admitindo um período de 6 horas de interrupção na adução, o volume necessário à salvaguarda de avarias,  $V_{av}$ , será o seguinte:

$$V_{av} = \frac{6}{24} \times Q_{mMc} = 0,25 \times F_{pm} \times Q_{mda}$$

#### RESERVA PARA INCÊNDIOS

Esta reserva diz respeito ao volume que deverá existir sempre nos reservatórios, com a finalidade de garantir, em qualquer momento água para serviço do corpo de bombeiros, pelo que os reservatórios devem ser considerados vazios, quando é atingido o nível que garante esse volume. Como referido anteriormente, por se considerar pouco provável a simultaneidade de situações de avaria e incêndio, admite-se o maior valor.

De acordo com o *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais*, RGSPDADAR, a reserva de água para combate a incêndio,  $V_{inc}$ , é função do grau de risco da zona:

- $V_{inc} = 75 \text{ m}^3$  (grau 1);

- Vinc = 125 m<sup>3</sup> (grau 2);
- Vinc = 200 m<sup>3</sup> (grau 3).

Em que considera a correspondência seguinte:

Grau 1 - zona urbana de risco mínimo de incêndio, devido à fraca implantação de edifícios, predominantemente do tipo familiar;

Grau 2 - zona urbana de baixo grau de risco, constituída predominantemente, por construções isoladas, com um máximo de quatro pisos acima do solo;

Grau 3 - zona urbana de moderado grau de risco, predominantemente constituída por construções com um máximo de dez pisos acima do solo, destinadas à habitação, eventualmente, com algum comércio e pequena indústria.

#### **VOLUME DE COMPENSAÇÃO**

Representa o volume que se destina a armazenar a quantidade de água acumulada, resultante de diferenças, em geral ao longo do dia, do período de duração da chegada e do período de duração da saída.

### **8.2.2. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO**

#### **8.2.2.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

A definição dos volumes dos reservatórios tem em conta o RGSPDADAR, como tal, podem ser utilizados dois critérios, sendo, usualmente, considerado aquele que resulta, caso a caso, no maior volume.

O primeiro critério, descrito no capítulo seguinte, define a capacidade do reservatório de modo a assegurar um volume de armazenamento que compense as flutuações diária e horárias dos consumos e a reserva para emergências.

A alternativa consiste na satisfação de uma capacidade mínima regulamentar que é função da população servida a partir desse ponto de entrega.

#### **8.2.2.2. COMPENSAÇÃO DAS FLUTUAÇÕES DE CONSUMOS E EMERGÊNCIAS**

O volume de reserva para compensar as flutuações de consumos é função do caudal de dimensionamento das condutas adutoras. Para a determinação rigorosa desse volume será necessário conhecer a curva representativa dos consumos solicitados ao reservatório.

Uma vez que a adução é dimensionada para o caudal médio diário do mês de maior consumo, o volume de reserva,  $V_f$ , terá que ser suficiente para compensar não apenas as flutuações horárias do consumo no dia de consumo máximo,  $V_h$ , mas também as flutuações diárias do mês de maior consumo,  $V_d$ .



Tendo em conta uma curva de variação típica dos consumos comumente utilizada, dever-se-á considerar:

- $V_h = 0,25 \times Q_{dmc} = 0,25 \times 1,5 \times Q_{mda} = 0,38 \times Q_{mda}$
- $V_d = 1,00 \times Q_{mda}$
- $V_f = V_{dmc} + V_{mmc} = 1,38 \times Q_{mda}$

Onde  $V_h$  e  $V_d$  representam, respectivamente, a parcela relativa à flutuação horária de consumos e a parcela relativa à flutuação diária de consumos e  $V_f$  o volume necessário à regularização de consumos.

Ao  $V_f$  será necessário adicionar o volume de reserva para fazer face a situações de avaria,  $V_{avr}$ , ou o volume de reserva para combate a incêndio,  $V_{inc}$ , consoante aquele que é maior.

Na definição do volume de reserva para incêndio, associar-se-á a região em causa, de um modo geral, a graus de risco 1 ou 2, com exceção da vila da Nazaré, onde se considerou grau 3.

### 8.2.2.3. VOLUME MÍNIMO REGULAMENTAR

O RGSPDADAR determina que a capacidade de armazenamento do sistema não deve ser inferior a um dado valor, função da população a servir, obtendo-se através da expressão:

$$V \geq K \times Q_{mda}$$

Em que o coeficiente  $K$  assume os valores seguintes:

- 1,00 para aglomerados populacionais superiores a 100.000 habitantes;
- 1,25 para aglomerados populacionais compreendidos entre 10.000 e 100.000 habitantes;
- 1,50 para aglomerados populacionais compreendidos entre 1000 e 10.000 habitantes;
- 2,00 para aglomerados inferiores a 1000 habitantes e para zonas de maior risco, nomeadamente, aerogares, estabelecimentos hospitalares e quartéis.

## 8.2.3. RESULTADOS DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO

### 8.2.3.1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

No presente capítulo, além da determinação da capacidade mínima dos novos reservatórios, proceder-se-á à avaliação da capacidade dos reservatórios existentes, tendo em consideração o volume necessário estimado para os mesmos.

No que se refere à finalidade, os reservatórios analisados neste estudo têm, essencialmente, funções de distribuição ou de regularização do transporte, quando intercalados nas linhas adutoras. Em alguns casos particulares, existem reservatórios que conjugam as duas funções referidas.

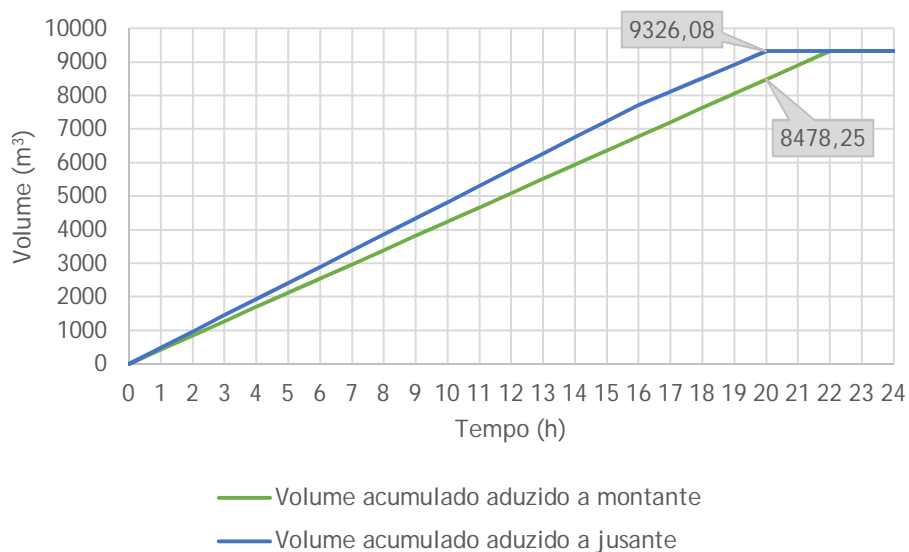
O resumo dos resultados de dimensionamento dos reservatórios, para os três sistemas estudados, pode ser consultado nos **QUADROS MM, NN, OO, PP, QQ E RR DO VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

### 8.2.3.2. SOLUÇÃO A

#### RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO DE ÁGUAS BELAS - RAB

O reservatório RAB assume funções exclusivas de regularização do transporte, neste caso particular, de regularização de bombagem. Deste modo, a sua capacidade mínima é definida pela quantidade de água acumulada, resultante das diferenças, ao longo do dia, do período de duração da chegada e do período de duração da saída. Para determinação do volume de compensação, recorreu-se ao método gráfico.

Tendo em consideração a capacidade de produção das captações de Águas Belas e o VmMc a aduzir aos ramos adutores de Nazaré/Famalicão e de Valado dos Frades, as 9 captações principais deverão funcionar, simultaneamente, por um período de cerca de 22 h/d, de modo a suprir as necessidades. As aduções a jusante do reservatório RAB serão forçadas, processando-se, ao longo de 16 h/d no caso do transporte de água para o RVF e durante 20 h/d no caso da alimentação a RPT. Para estas condições de operação, o volume mínimo útil do reservatório RAB deverá ser de 933 m<sup>3</sup>, como se pode comprovar, facilmente, pela análise da Figura 8.37.



**Figura 8.37. Volume de regularização do transporte de RAB - Sol. A**

Uma vez que o reservatório em causa beneficia, actualmente, de um volume útil de cerca de 1600 m<sup>3</sup>, estão garantidas as condições de equilíbrio necessárias e, portanto, não será necessário proceder ao aumento da sua capacidade.

#### RESERVATÓRIO DE VALADO DOS FRADES - RVF

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, o volume necessário para compensação de flutuações de consumos é definido pela expressão seguinte:

$$V_f = 1,06 \times V_{mMc} = 1,06 \times 1275,11 \approx 1352 \text{ m}^3$$

Tendo em consideração o período de 6 horas estabelecido para reparação de avarias, obtém-se a reserva para compensação destas situações da forma seguinte:

$$V_{avr} = \frac{6}{24} \times V_{mMc} = 0,25 \times 1275,11 \approx 319 \text{ m}^3$$

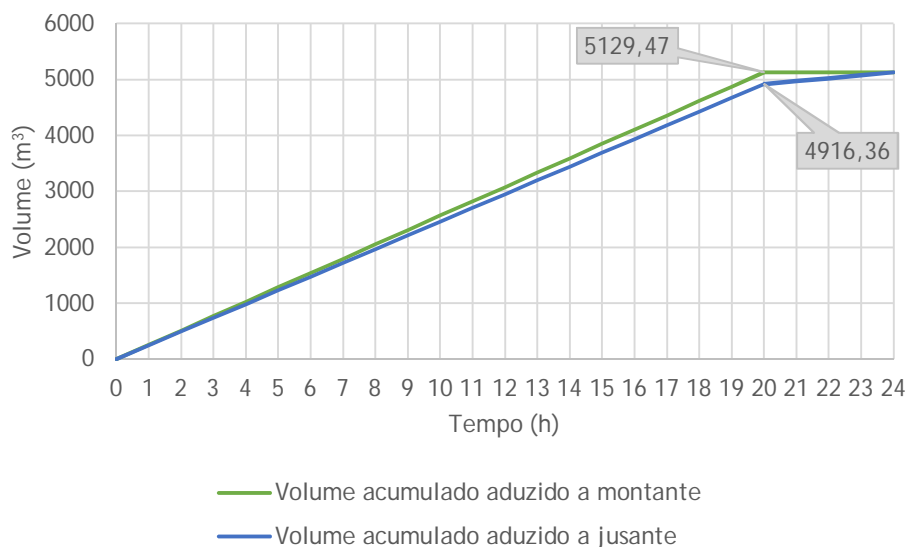
Uma vez que a reserva mínima a assegurar para o combate a incêndios é de 200 m<sup>3</sup> (zona com grau 3 de risco), então considera-se o volume de avarias, por representar a situação mais desfavorável. Assim, do somatório das parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume útil global de 1671 m<sup>3</sup>. Uma vez que RVF apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 1400 m<sup>3</sup> e que os órgãos existentes estão em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório com 1800 m<sup>3</sup> de capacidade útil (2 x 900 m<sup>3</sup>).

#### RESERVATÓRIO DE PALITEIRA - RPT

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RPT que se processa a adução aos reservatórios RCL, RSA e RFM. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima, associada à distribuição, resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 2921,50 \times 1,31 \approx 3827 \text{ m}^3$$

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. A adução a montante de RPT será concretizada por bombagem, a partir da EE1, durante 20 h/d. Por sua vez, as aduções a RCL, RSA e RFM (aduições a jusante), serão processadas, no primeiro caso, por bombagem, durante 20 h/d e, nos restantes, graviticamente, ao longo de 24 h/d. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 213 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.38.



**Figura 8.38. Volume de regularização do transporte de RPT - Sol. A**

Do somatório das parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume total de 4040 m<sup>3</sup>. No entanto, pela aplicação da expressão regulamentar, o volume mínimo do reservatório RPT é superior a este valor, como se pode constatar na verificação seguinte:

$$V_t = K \times Q_{mda} = 1,25 \times 4041,93 \approx 5052 \text{ m}^3$$

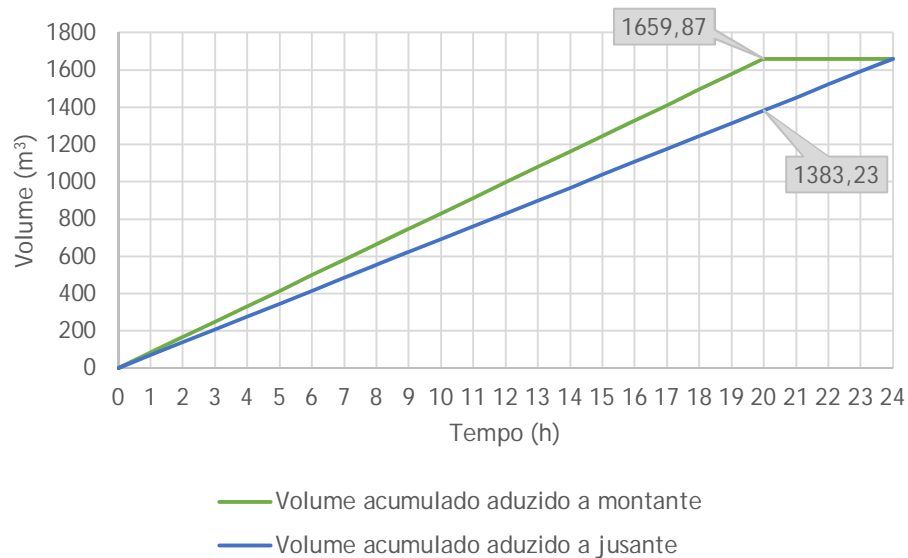
Face ao exposto, considera-se o maior volume resultante da aplicação dos dois métodos utilizados, neste caso, o volume mínimo regulamentar. Uma vez que o volume disponível actualmente é de apenas 2500 m<sup>3</sup> e tendo em conta as limitações espaciais para ampliação do reservatório, bem como as características dos órgãos existentes, propõe-se a desactivação faseada dos mesmos e construção de um novo reservatório com 5100 m<sup>3</sup> (2 x 2550 m<sup>3</sup>).

#### **RESERVATÓRIO DE CASAL LAGAR - RCL**

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RCL que se processa a adução ao reservatório de Camarção, RCM. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima, associada à distribuição, resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 2190,93 \times 1,31 \approx 2870 \text{ m}^3$$

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. A adução a montante de RCL será concretizada por bombagem, a partir da EE3, durante 20 h/d. Por sua vez, a adução a RCM concretizar-se-á, graviticamente, ao longo de 24 h/d. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 277 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.39.



**Figura 8.39. Volume de regularização do transporte de RCL - Sol. A**

Do somatório das parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume total de 3147 m<sup>3</sup>, propondo-se a construção de um reservatório com capacidade total para armazenar 3200 m<sup>3</sup> de água (2 x 1600 m<sup>3</sup>).

#### RESERVATÓRIO DE CAMARÇÃO - RCM

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 1659,87 \times 1,31 \approx 2174 \text{ m}^3$$

Com base no volume obtido propõe-se a construção de um novo reservatório com capacidade total para armazenar 2200 m<sup>3</sup> (2 x 1100 m<sup>3</sup>).

#### RESERVATÓRIO DA SENHORA DOS ANJOS - RSA

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 903,82 \times 1,31 \approx 1184 \text{ m}^3$$

O volume do reservatório existente é de apenas 1000 m<sup>3</sup>, no entanto, face à exiguidade espacial na sua zona de implantação, a realização de obras de ampliação torna-se inviável. Pela utilização da expressão regulamentar, verifica-se que a capacidade disponível cumpre o volume mínimo (666 m<sup>3</sup>), razão pela qual se propõe, unicamente, a realização de obras de reabilitação da infraestrutura, preservando o seu volume.

### RESERVATÓRIO DE FAMILICÃO - RFM

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RFM que se processa a adução ao reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1. Deste modo, o volume necessário para compensação de flutuações de consumos é definido pela expressão seguinte:

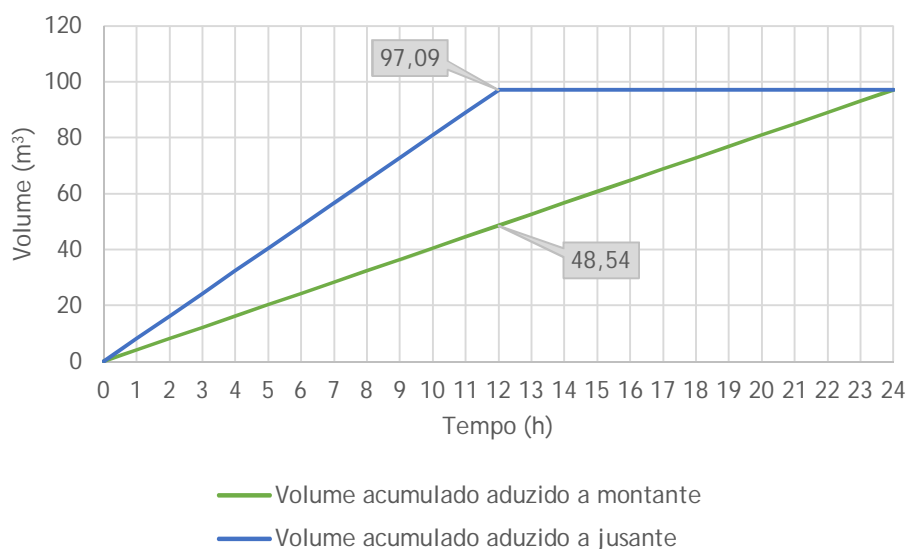
$$V_f = 1,06 \times V_{mMc} = 1,06 \times 277,76 \approx 294 \text{ m}^3$$

Tendo em consideração o período de 6 horas estabelecido para reparação de avarias, obtém-se a reserva para compensação destas situações da forma seguinte:

$$V_{avr} = \frac{6}{24} \times V_{mMc} = 0,25 \times 277,76 \approx 69 \text{ m}^3$$

Verifica-se que o volume obtido para fazer face a avarias é inferior ao volume mínimo para combate a incêndios, pelo que se considera, na determinação do volume global, esta última parcela que, neste caso, assumindo tratar-se de uma zona associada a grau de risco 1, resulta num volume de 75 m<sup>3</sup>.

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. A adução a montante de RFM será concretizada, por gravidade, ao longo das 24 horas diárias. Por sua vez, a adução a RSP1 concretizar-se-á, por bombagem, durante um período de 12 h/d. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 49 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.40.



**Figura 8.40. Volume de regularização do transporte de RFM - Sol. A**

Do somatório de todas as parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume de 418 m<sup>3</sup>. Uma vez que RFM apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 170 m<sup>3</sup>, propõe-se a execução de um novo reservatório com 500 m<sup>3</sup> de capacidade útil (2 x 250 m<sup>3</sup>).

### RESERVATÓRIO 1 DE SERRA DA PESCARIA - RSP1

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RSP1 que se processa a adução ao reservatório 2 de Serra da Pescaria, RSP2. Deste modo, o volume necessário para compensação de flutuações de consumos é definido pela expressão seguinte:

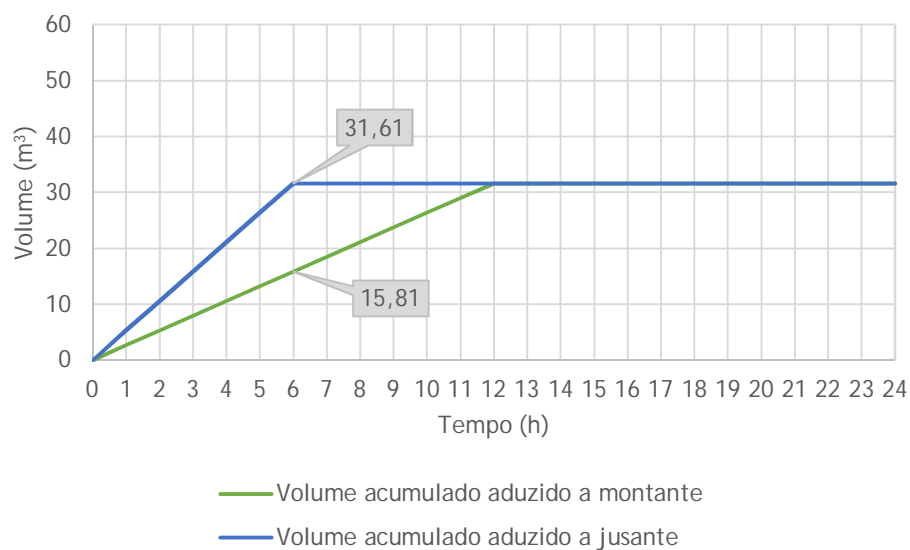
$$V_f = 1,06 \times V_{mMc} = 1,06 \times 65,48 \approx 69 \text{ m}^3$$

Tendo em consideração o período de 6 horas estabelecido para reparação de avarias, obtém-se a reserva para compensação destas situações da forma seguinte:

$$V_{avr} = \frac{6}{24} \times V_{mMc} = 0,25 \times 65,48 \approx 16 \text{ m}^3$$

Neste caso, apesar de se verificar que o volume de avarias é inferior ao volume para combate a incêndios, considerou-se a situação mais favorável, opção justificada pelas características da zona de implantação do mesmo, nomeadamente, a inexistência de espaço para construção.

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. As aduções a montante e a jusante de RSP1 serão concretizadas por bombagem, com durações de 12 h/d no primeiro caso e de 6 h/d no segundo. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 16 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.41.



**Figura 8.41. Volume de regularização do transporte de RSP1 - Sol. A**

Do somatório de todas as parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume de 101 m<sup>3</sup>. Uma vez que RSP1 apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 50 m<sup>3</sup> e tendo em consideração o estado de degradação geral que o caracteriza, propõe-se a execução de um novo reservatório com 110 m<sup>3</sup> de capacidade útil (1 x 110 m<sup>3</sup>).

#### **RESERVATÓRIO 2 DE SERRA DA PESCARIA - RSP2**

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 31,61 \times 1,31 \approx 42 \text{ m}^3$$

O volume do reservatório existente é de 50 m<sup>3</sup>, portanto, suficiente para cumprir a sua função sem falhas. Propõe-se, no entanto a sua reabilitação, uma vez que se encontra em mau estado de conservação. A intervenção proposta inclui a substituição da estação elevatória que proporciona a adução à célula de armazenamento do órgão.

#### **RESERVATÓRIO DE RAPOSOS - RRP**

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 48,88 \times 1,31 \approx 64 \text{ m}^3$$

Uma vez que RRP apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 50 m<sup>3</sup> e que o órgão existente está em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório elevado com 100 m<sup>3</sup> de capacidade útil.

#### **RESERVATÓRIO DE FANHAIIS - RFH**

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão regulamentar que, neste caso específico, representa o método que se traduz no maior volume de reserva:

$$V_t = K \times Q_{mda} = 2 \times 142,02 \approx 284 \text{ m}^3$$

Uma vez que RFH apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 50 m<sup>3</sup> e que o órgão existente está em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório elevado com 300 m<sup>3</sup> de capacidade útil.



### 8.2.3.3. SOLUÇÃO B

#### RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO DE ÁGUAS BELAS - RAB

Este reservatório assumirá, exclusivamente, funções de regularização do transporte. Desta forma a sua capacidade total é definida, exclusivamente, pelo volume de compensação. Como referido antes, a determinação deste volume será realizada com recurso ao método gráfico.

Tendo em consideração a capacidade de produção das captações de Águas Belas e o VmMc a aduzir aos ramos adutores de Nazaré/Famalicão e de Valado dos Frades, as 9 captações principais deverão funcionar, simultaneamente, por um período de cerca de 23 h/d, de modo a suprir as necessidades. As aduções a jusante do reservatório RAB serão forçadas, processando-se, ao longo de 16 h/d no caso do transporte de água para o RVF e durante 20 h/d no caso da alimentação a RPT. Para estas condições de operação, o volume mínimo útil do reservatório RAB deverá ser de 1248 m<sup>3</sup>, como se pode comprovar, facilmente, pela análise da Figura 8.42.

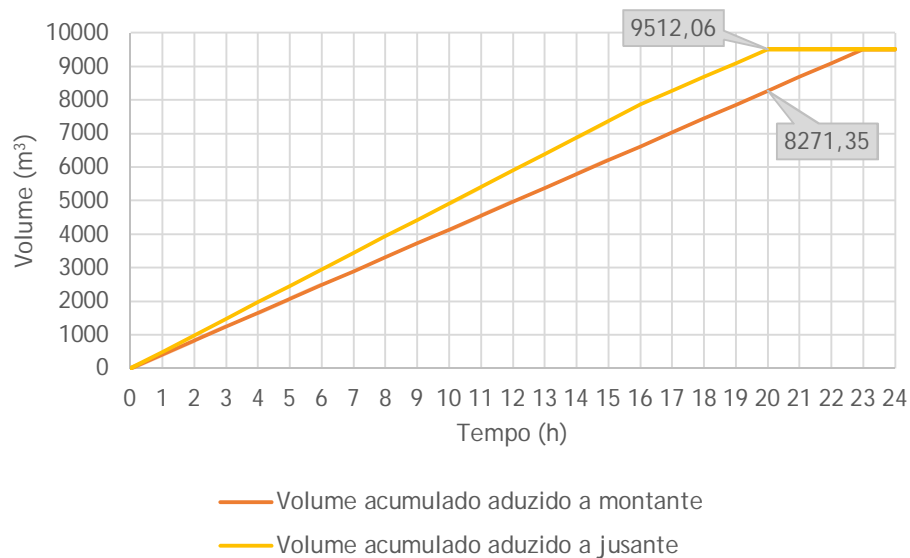


Figura 8.42. Volume de regularização do transporte de RAB - Sol. B

Uma vez que o reservatório em causa beneficia, actualmente, de um volume útil de cerca de 1600 m<sup>3</sup>, estão garantidas as condições de equilíbrio necessárias e, portanto, não será necessário proceder ao aumento da sua capacidade.

#### RESERVATÓRIO DE VALADO DOS FRADES - RVF

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 1275,11 \times 1,31 \approx 1671 \text{ m}^3$$

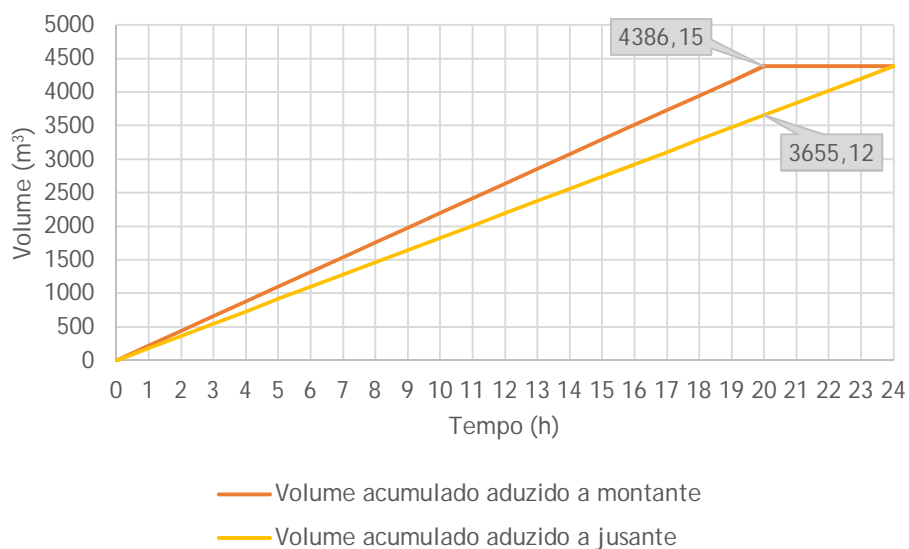
Tendo em consideração que o volume do reservatório RVF é de apenas 1400 m<sup>3</sup> e que os órgãos existentes estão em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório com 1800 m<sup>3</sup> de capacidade útil (2 x 900 m<sup>3</sup>).

### RESERVATÓRIO DE AGUIEIRA - RAG

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RAG que se processa a adução aos reservatórios RFH, RPT, RSA e RFM. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima, associada à distribuição, resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 3850,80 \times 1,31 \approx 5045 \text{ m}^3$$

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. A adução a montante de RAG será concretizada por bombagem, a partir da EE1, durante 20 h/d. Por sua vez, as aduções a RFH, RPT, RSA e RFM (aduições a jusante) serão processadas, integralmente, por gravidade, ao longo de 24 h/d. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 731 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.43.



**Figura 8.43. Volume de regularização do transporte de RAG - Sol. B**

Do somatório das parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume total de 5776 m<sup>3</sup>, propondo-se a construção de um reservatório com capacidade total para armazenar 6000 m<sup>3</sup> de água (2 x 3000 m<sup>3</sup>).

### RESERVATÓRIO DE FANHAIS - RFH

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão regulamentar que, neste caso específico, representa o método que se traduz no maior volume de reserva:

$$V_t = K \times Q_{mda} = 2 \times 142,02 \approx 284 \text{ m}^3$$

Uma vez que RFH apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 50 m<sup>3</sup> e que o órgão existente está em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório elevado com 300 m<sup>3</sup> de capacidade útil.

### RESERVATÓRIO DE PALITEIRA

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 2921,50 \times 1,31 \approx 3827 \text{ m}^3$$

O reservatório RPT regista, actualmente, um volume útil de 2500 m<sup>3</sup>, portanto inferior ao necessário, segundo a expressão utilizada. No entanto, face às limitações espaciais para ampliação do reservatório e verificando-se o cumprimento do volume mínimo regulamentar que, neste caso se fixa nos 2191 m<sup>3</sup> (1,5 x 1460,58), propõe-se a manutenção da capacidade instalada, com reabilitação geral dos órgãos e equipamentos existentes.

### RESERVATÓRIO DA SENHORA DOS ANJOS - RSA

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 903,82 \times 1,31 \approx 1184 \text{ m}^3$$

O volume do reservatório existente é de apenas 1000 m<sup>3</sup>, no entanto, face à exiguidade espacial na sua zona de implantação, a realização de obras de ampliação torna-se inviável. Pela utilização da expressão regulamentar, verifica-se que a capacidade disponível cumpre o volume mínimo (666 m<sup>3</sup>), razão pela qual se propõe, unicamente, a realização de obras de reabilitação da infraestrutura, preservando o seu volume.

### RESERVATÓRIO DE FAMALICÃO - RFM

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RFM que se processa a adução ao reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1. Deste modo, o volume necessário para compensação de flutuações de consumos é definido pela expressão seguinte:

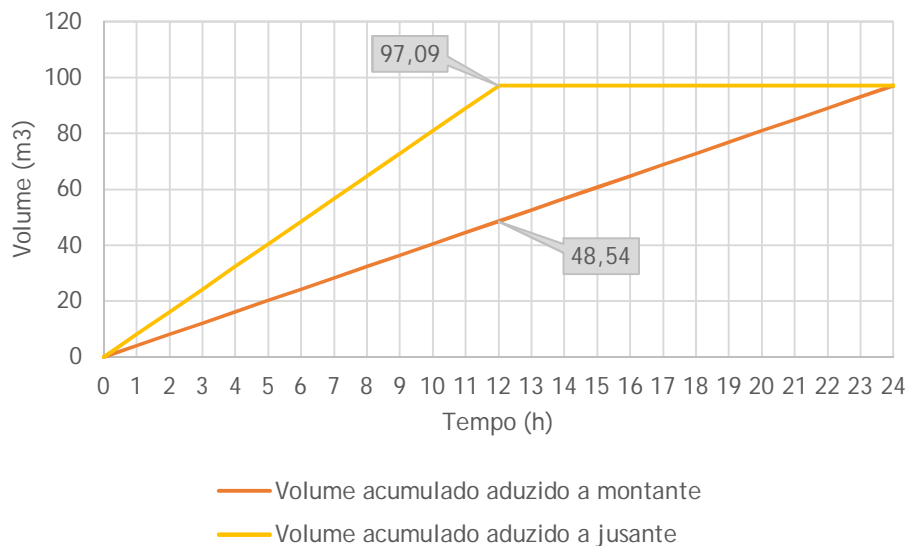
$$V_f = 1,06 \times V_{mMc} = 1,06 \times 277,76 \approx 294 \text{ m}^3$$

Tendo em consideração o período de 6 horas estabelecido para reparação de avarias, obtém-se a reserva para compensação destas situações da forma seguinte:

$$V_{avr} = \frac{6}{24} \times V_{mMc} = 0,25 \times 277,76 \approx 69 \text{ m}^3$$

Verifica-se que o volume obtido para fazer face a avarias é inferior ao volume mínimo para combate a incêndios, pelo que se considera, na determinação do volume global, esta última parcela que, neste caso, assumindo tratar-se de uma zona associada a grau de risco 1, resulta num volume de 75 m<sup>3</sup>.

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. A adução a montante de RFM será concretizada, por gravidade, ao longo das 24 horas diárias. Por sua vez, a adução a RSP1 concretizar-se-á, por bombagem, durante um período de 12 h/d. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 49 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.44.



**Figura 8.44. Volume de regularização do transporte de RFM - Sol. B**

Do somatório de todas as parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume de 418 m<sup>3</sup>. Uma vez que RFM apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 170 m<sup>3</sup>, propõe-se a execução de um novo reservatório com 500 m<sup>3</sup> de capacidade útil (2 x 250 m<sup>3</sup>).

#### **RESERVATÓRIO 1 DE SERRA DA PESCARIA - RSP1**

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RSP1 que se processa a adução ao reservatório 2 de Serra da Pescaria, RSP2. Deste modo, o volume necessário para compensação de flutuações de consumos é definido pela expressão seguinte:

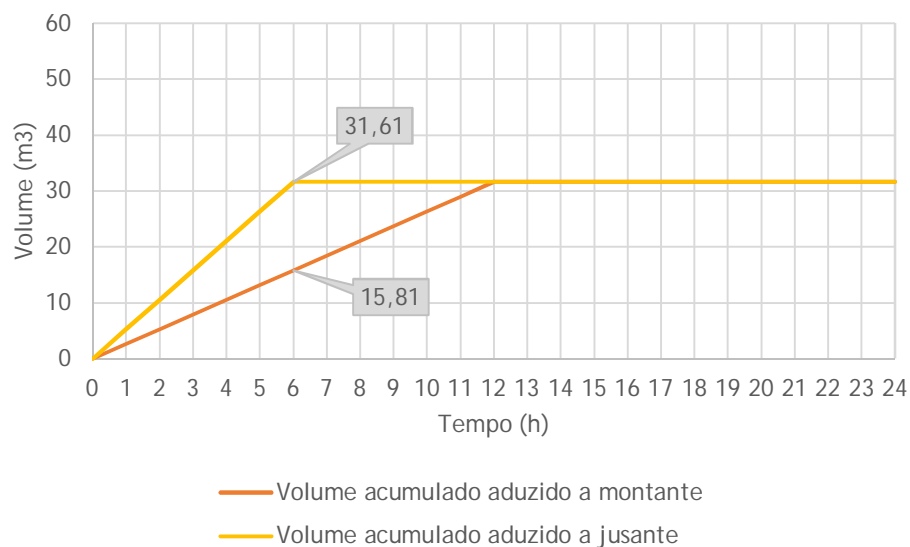
$$V_f = 1,06 \times V_{mMc} = 1,06 \times 65,48 \approx 69 \text{ m}^3$$

Tendo em consideração o período de 6 horas estabelecido para reparação de avarias, obtém-se a reserva para compensação destas situações da forma seguinte:

$$V_{avr} = \frac{6}{24} \times V_{mMc} = 0,25 \times 65,48 \approx 16 \text{ m}^3$$

Neste caso, apesar de se verificar que o volume de avarias é inferior ao volume para combate a incêndios, considerou-se a situação mais favorável, opção justificada pelas características da zona de implantação do mesmo, nomeadamente, a inexistência de espaço para construção.

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. As aduções a montante e a jusante de RSP1 serão concretizadas por bombagem, com durações de 12 h/d no primeiro caso e de 6 h/d no segundo. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 16 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.45.



**Figura 8.45. Volume de regularização do transporte de RSP1 - Sol. B**

Do somatório de todas as parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume de 101 m<sup>3</sup>. Uma vez que RSP1 apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 50 m<sup>3</sup> e tendo em consideração o estado de degradação geral que o caracteriza, propõe-se a execução de um novo reservatório com 110 m<sup>3</sup> de capacidade útil (1 x 110 m<sup>3</sup>).

#### **RESERVATÓRIO 2 DE SERRA DA PESCARIA - RSP2**

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 31,61 \times 1,31 \approx 42 \text{ m}^3$$

O volume do reservatório existente é de 50 m<sup>3</sup>, portanto, suficiente para cumprir a sua função sem falhas. Propõe-se, no entanto a sua reabilitação, uma vez que se encontra em mau estado de conservação. A intervenção proposta inclui a substituição da estação elevatória que proporciona a adução à célula de armazenamento do órgão.

#### **RESERVATÓRIO DE RAPOSOS - RRP**

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 48,88 \times 1,31 \approx 64 \text{ m}^3$$

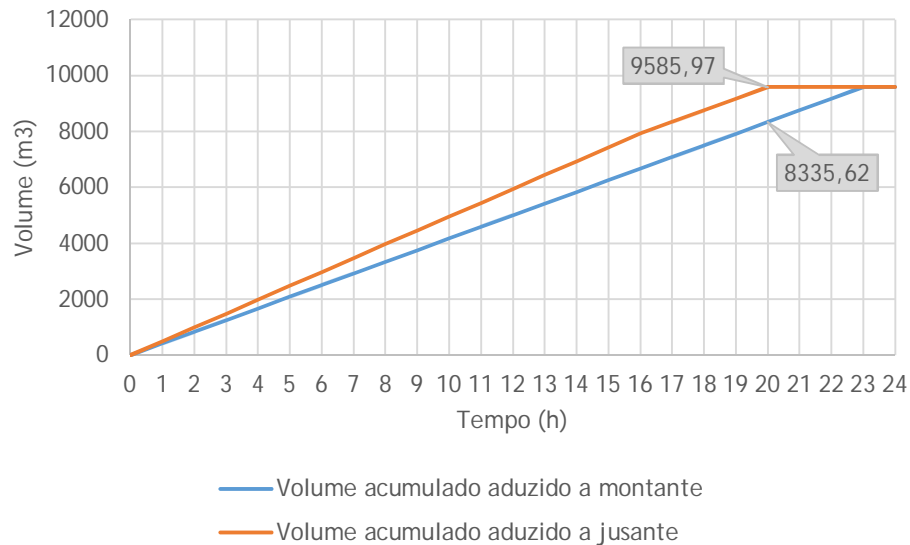
Uma vez que RRP apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 50 m<sup>3</sup> e que o órgão existente está em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório elevado com 100 m<sup>3</sup> de capacidade útil.

#### **8.2.3.4. SOLUÇÃO C**

##### **RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO DE ÁGUAS BELAS - RAB**

Este reservatório assumirá, exclusivamente, funções de regularização do transporte. Desta forma a sua capacidade total é definida, exclusivamente, pelo volume de compensação. Como referido antes, a determinação deste volume será realizada com recurso ao método gráfico.

Tendo em consideração a capacidade de produção das captações de Águas Belas e o VmMc a aduzir aos ramos adutores de Nazaré/Famalicão e de Valado dos Frades, as 9 captações principais deverão funcionar, simultaneamente, por um período de cerca de 23 h/d, de modo a suprir as necessidades. As aduções a jusante do reservatório RAB serão forçadas, processando-se, ao longo de 16 h/d no caso do transporte de água para o RVF e durante 20 h/d no caso da alimentação a RPT. Para estas condições de operação, o volume mínimo útil do reservatório RAB deverá ser de 1255 m<sup>3</sup>, como se pode comprovar, facilmente, pela análise da Figura 8.46.



**Figura 8.46. Volume de regularização do transporte de RAB - Sol. C**

Uma vez que o reservatório em causa beneficia, actualmente, de um volume útil de cerca de **1600 m<sup>3</sup>**, estão garantidas as condições de equilíbrio necessárias e, portanto, não será necessário proceder ao aumento da sua capacidade.

#### **RESERVATÓRIO DE VALADO DOS FRADES - RVF**

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 1275,11 \times 1,31 \approx 1671 \text{ m}^3$$

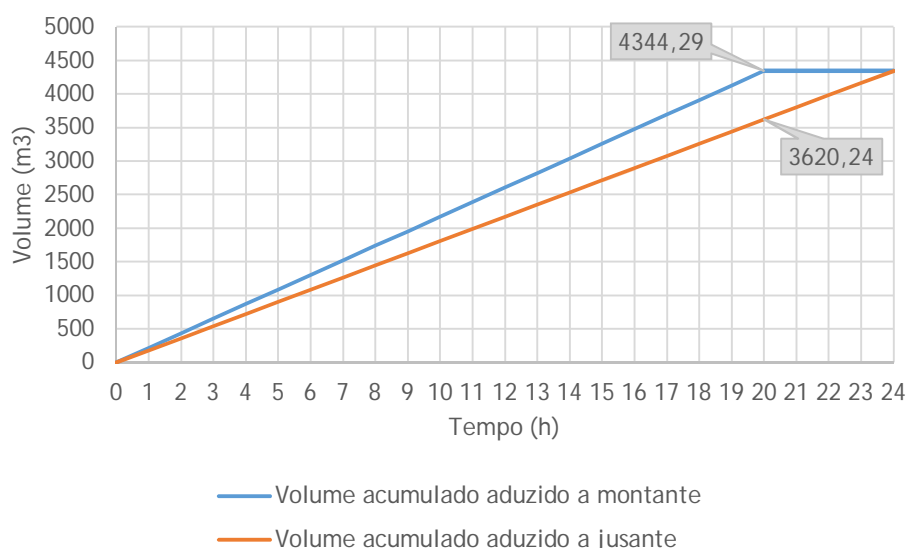
Tendo em consideração que o volume do reservatório RVF é de apenas 1400 m<sup>3</sup> e que os órgãos existentes estão em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório com 1800 m<sup>3</sup> de capacidade útil (2 x 900 m<sup>3</sup>).

#### **RESERVATÓRIO DE AGUIEIRA - RAG**

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição (redes da zona alta da vila da Nazaré e de Fanhais) e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RAG que se processa a adução aos reservatórios RPT, RCM, RFM e à EE4 que, por seu turno, alimenta RRP. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima, associada à distribuição, resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 3966,57 \times 1,31 \approx 5197 \text{ m}^3$$

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. A adução a montante de RAG será concretizada por bombagem, a partir da EE1, durante 20 h/d. Por sua vez, as aduções a RPT, RCM, RFM e EE4 (aduições a jusante) serão processadas, integralmente, por gravidade, ao longo de 24 h/d. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 724 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.47.



**Figura 8.47. Volume de regularização do transporte de RAG - Sol. C**

Do somatório das parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume total de 5921 m<sup>3</sup>, propondo-se a construção de um reservatório com capacidade total para armazenar 6000 m<sup>3</sup> de água (2 x 3000 m<sup>3</sup>).

#### RESERVATÓRIO DE PALITEIRA

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 3760,71 \times 1,31 \approx 4926 \text{ m}^3$$

Com base no resultado obtido da aplicação da expressão anterior, o reservatório RPT, que regista, actualmente, um volume útil de 2500 m<sup>3</sup>, apresenta uma capacidade inferior à necessária. Face ao exposto e tendo em consideração o estado de conservação da instalação actual, propõe-se a construção de um novo reservatório com 5000 m<sup>3</sup> de capacidade útil (2 x 2500 m<sup>3</sup>).



### RESERVATÓRIO DE CASAL MOTA - RCM

Este reservatório assume funções conjugadas de distribuição e de regularização do transporte, uma vez que é a partir de RCM que se processa a adução ao novo reservatório de Serra da Pescaria, RSP. Deste modo, o volume necessário para compensação de flutuações de consumos é definido pela expressão seguinte:

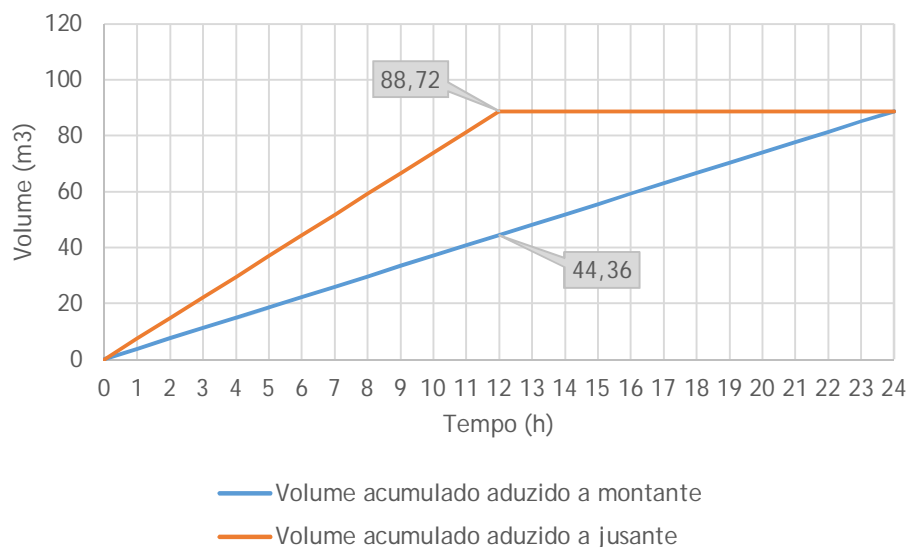
$$V_f = 1,06 \times V_{mMc} = 1,06 \times 143,09 \approx 152 \text{ m}^3$$

Tendo em consideração o período de 6 horas estabelecido para reparação de avarias, obtém-se a reserva para compensação destas situações da forma seguinte:

$$V_{avr} = \frac{6}{24} \times V_{mMc} = 0,25 \times 143,09 \approx 36 \text{ m}^3$$

Verifica-se que o volume obtido para fazer face a avarias é inferior ao volume mínimo para combate a incêndios, pelo que se considera, na determinação do volume global, esta última parcela que, neste caso, assumindo tratar-se de uma zona associada a grau de risco 1, resulta num volume de 75 m<sup>3</sup>.

Ao volume determinado em cima, deve ser adicionado o volume de compensação (regularização do transporte), determinado com recurso ao método gráfico. A adução a montante de RCM será concretizada, por gravidade, ao longo das 24 horas diárias. Por sua vez, a adução a RSP concretizar-se-á, por bombagem, durante um período de 12 h/d. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 44 m<sup>3</sup>, como se pode constatar na Figura 8.48.



**Figura 8.48. Volume de regularização do transporte de RCM - Sol. C**

Do somatório de todas as parcelas determinadas anteriormente, resulta um volume de 271 m<sup>3</sup>, propondo-se a construção de um reservatório com 300 m<sup>3</sup> de capacidade útil (2 x 150 m<sup>3</sup>).

#### **RESERVATÓRIO DE SERRA DA PESCARIA - RSP**

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão seguinte:

$$V_t = V_f + V_{avr} = 88,72 \times 1,31 \approx 116 \text{ m}^3$$

O volume do reservatório existente é de apenas 50 m<sup>3</sup>, portanto, insuficiente para cumprir a sua função adequadamente. Face ao exposto, propõe-se a construção de um novo reservatório elevado com capacidade para armazenar 120 m<sup>3</sup> de água.

#### **RESERVATÓRIO DE FAMILICÃO - RFM**

Este reservatório assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, o volume necessário para compensação de flutuações de consumos é definido pela expressão seguinte:

$$V_f = 1,06 \times V_{mMc} = 1,06 \times 277,76 \approx 294 \text{ m}^3$$

Tendo em consideração o período de 6 horas estabelecido para reparação de avarias, obtém-se a reserva para compensação destas situações da forma seguinte:

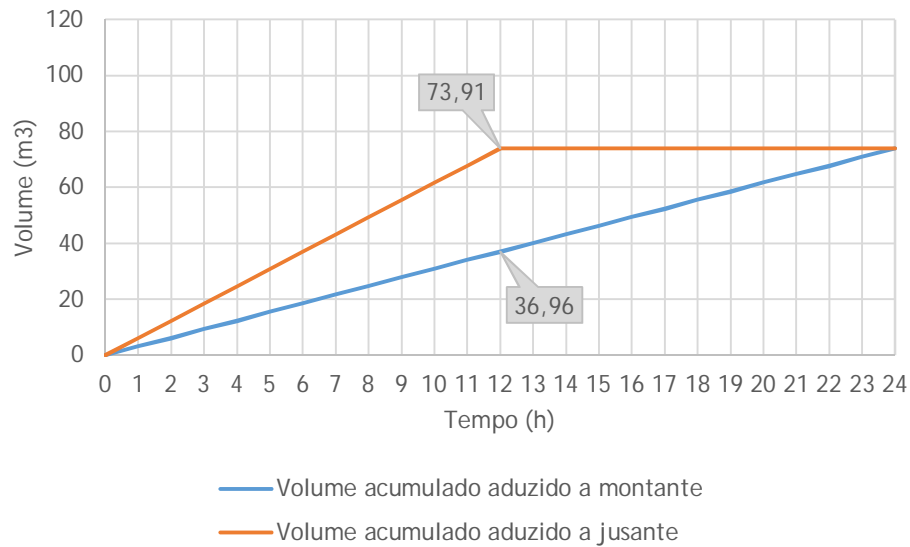
$$V_{avr} = \frac{6}{24} \times V_{mMc} = 0,25 \times 277,76 \approx 69 \text{ m}^3$$

Verifica-se que o volume obtido para fazer face a avarias é inferior ao volume mínimo para combate a incêndios, pelo que se considera, na determinação do volume global, esta última parcela que, neste caso, assumindo tratar-se de uma zona associada a grau de risco 1, resulta num volume de 75 m<sup>3</sup>.

Do somatório das parcelas anteriores, resulta um volume mínimo necessário de 369 m<sup>3</sup>, pelo que o reservatório existente, com capacidade para armazenar apenas 170 m<sup>3</sup> de água, é insuficiente para cumprir a sua função adequadamente. Face ao exposto, propõe-se a construção de um novo órgão de reserva com um volume útil total de 400 m<sup>3</sup> (2 x 200 m<sup>3</sup>).

#### **CUBA DE REGULARIZAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 4 - EE4**

A cuba de regularização de bombagem da EE4 não é mais que um reservatório de compensação, podendo ser dimensionada pelo método gráfico. A adução a montante da EE4 é realizada graviticamente, ao longo das 24 horas diárias. A adução a jusante, neste caso ao reservatório de Raposos, RRP, concretizada em 12 h/d, naturalmente, por bombagem. Para esta condições de operação o volume mínimo de regularização do transporte deverá ser de 37 m<sup>3</sup>, como se pode confirmar na Figura 8.49.



**Figura 8.49. Volume da cuba de regularização de bombagem da EE4 - Sol. C**

Face ao exposto, propõe-se a construção de uma cuba de regularização, para a EE4, com um volume útil mínimo de 50 m<sup>3</sup>.

#### **RESERVATÓRIO DE RAPOSOS - RRP**

Este reservatório é do tipo elevado e assume, exclusivamente, funções de distribuição. Deste modo, a determinação da sua capacidade mínima resulta da aplicação da expressão regulamentar que, neste caso específico, representa o método que se traduz no maior volume de reserva:

$$V_t = K \times Q_{mda} = 2 \times 56,85 \approx 114 \text{ m}^3$$

Uma vez que RRP apresenta, actualmente, uma capacidade de apenas 50 m<sup>3</sup> e que o órgão existente está em mau estado de conservação, propõe-se a execução de um novo reservatório elevado com 120 m<sup>3</sup> de capacidade útil.

### **8.3. TRATAMENTO**

#### **8.3.1. DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA GLOBAL**

O presente capítulo é referente à estratégia proposta para tratamento da água, em função da configuração do sistema de abastecimento, característico de cada uma das soluções estudadas.

Face aos dados disponíveis da qualidade da água relativos à única origem activa, existente no município da Nazaré (aquífero de Águas Belas), é necessário prever um esquema de tratamento simples, assente na desinfecção e correcção de pH, junto à origem, com reforço posterior da desinfecção em alguns reservatórios de entrega.

O processo de desinfecção da água proposto é baseado na utilização de Hipoclorito de Sódio, NaClO, enquanto a correcção de pH é realizada com recurso Carbonato de Sódio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

A correcção de pH terá lugar logo no reservatório de regularização de bombagem da EE1 e da EE2 de Águas Belas, em particular, na câmara de recepção das condutas elevatórias dos furos de captação. O reservatório será equipado com um sistema de doseamento automático, em função da monitorização contínua do pH da água, na referida câmara que antecede a entrada para cada umas das células de armazenamento do reservatório RAB.

No que se refere à desinfecção, a injeção do NaClO será concretizada nas condutas de compressão das estações de bombagem EE1 e EE2. O doseamento será realizado em função dos impulsos dos correspondentes medidores de caudal.

De modo a assegurar um teor residual de 0,2 a 0,6 mg/l de cloro na água das redes de distribuição, será necessário proceder ao reforço da desinfecção em alguns pontos estratégicos do sistema, que variam em função da configuração do mesmo.

Em relação à Solução A, propõe-se o reforço da desinfecção nos reservatórios de Casal Lagar, RCL e de Famalicão, RFM. Prescinde-se do reforço do reservatório de Paliteira, com base na proximidade relativamente à central elevatória de Águas Belas e no facto da água proveniente desta instalação ser misturada com água proveniente do sistema em “alta” da ALVT, que é entregue a RPT com concentrações de cloro adequadas.

No que se refere à Solução B, propõe-se o reforço da desinfecção nos reservatórios de Agueira, RAG, e de Famalicão. No primeiro caso, o NaClO será injectado no circuito de saída para a linha adutora ramificada de RPT, RSA e RFM, e também no circuito de saída para a conduta adutora de RFH. Em qualquer caso, o doseamento do reagente será realizado em função dos impulsos dos respectivos medidores de caudal instalados. Relativamente à saída para a rede de distribuição da zona alta da vila da Nazaré, não se fará qualquer reforço da desinfecção, tendo em conta a proximidade da rede de distribuição a servir. No entanto, em função da monitorização periódica da concentração de cloro residual neste circuito (prevê-se a instalação de uma toma de água para recolha de amostras), proceder-se-á ao ajustamento da dose de NaClO adicionada à água, a montante de RAG, neste caso, na compressão da EE1, em Águas Belas.

Finalmente, refere-se que a estratégia proposta para reforço da desinfecção, na Solução C, é similar à da Solução B, no entanto, tendo em consideração que existem mais reservatórios dependentes de RAG, estão previstos mais pontos de reforço. Neste caso, além de RFM, serão previstos sistemas automáticos de injeção de Hipoclorito de Sódio nos reservatórios de Casal Mota, RCM e na EE4.

Em termos globais, com excepção do caso particular de RAG, as picagens para adição de reagente desinfectante é realizada na entrada dos reservatórios, quando a adução a montante gravítica e na saída, quando a adução a jusante é forçada.

Finalmente, importa realçar que nos casos que envolvem caudais de adução relevantes, o reagente NaClO é adicionado à água na sua forma pura, evitando a necessidade de recorrer a bombas doseadoras e a depósitos de armazenamento de grande capacidade. Nos casos moderados,

principalmente, nos sistemas de reforço da desinfecção dos reservatórios de entrega secundários, prevê-se a preparação de uma solução diluída a 10 %.

### 8.3.2. RESULTADOS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO

Os resultados de pré-dimensionamento dos sistemas de desinfecção com Hipoclorito de Sódio, para a Solução A são indicados no Quadro 8.1.

**Quadro 8.1. Resultados de pré-dimensionamento dos sistemas de desinfecção - Solução A**

Parâmetros	Unidade	EE1	EE2	RCL	RFM
Circuito de doseamento de NaClO	-	Saída	Saída	Entrada	Entrada
Caudal de dimensionamento	m <sup>3</sup> /h	402,55	79,69	192,54	15,62
Pressão de serviço	bar	10	10	10	16
<b>Dosagem de Cloro</b>					
Concentração média sem diluição	mg/l	1,00	1,00	1,00	1,00
Concentração máxima sem diluição	mg/l	2,00	2,00	2,00	2,00
<b>Produto comercial</b>					
Riqueza do produto comercial	%	13,00	13,00	13,00	13,00
Densidade média	g/l	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00
<b>Consumo horário de Hipoclorito de Sódio comercial</b>					
Consumo médio	kg/h	3,10	0,61	1,48	0,12
Consumo máximo	kg/h	6,19	1,23	2,96	0,24
<b>Caudal horário de Hipoclorito de Sódio comercial "puro"</b>					
Caudal médio	l/h	2,58	0,51	1,23	0,10
Caudal máximo	l/h	5,16	1,02	2,47	0,20
<b>Caudal horário de Hipoclorito de Sódio comercial diluído</b>					
Diluição	%	-	-	-	10,00
Caudal médio	l/h	-	-	-	1,00
Caudal máximo	l/h	-	-	-	2,00
<b>Volume de armazenamento</b>					
Período de armazenamento	d	7,00	7,00	7,00	7,00
Volume necessário	m <sup>3</sup>	0,87	0,17	0,41	0,34
Volume da cuba de armazenamento	m <sup>3</sup>	1,00	0,25	0,50	0,50

Por seu turno, os resultados de pré-dimensionamento dos sistemas de desinfecção com Hipoclorito de Sódio, para a Solução B são indicados no Quadro 8.2.

**Quadro 8.2. Resultados de pré-dimensionamento dos sistemas de desinfecção - Solução B**

Parâmetros	Unidade	EE1	EE2	RAG		RFM
Circuito de doseamento de NaClO	-	Saída	Saída	Saída A	Saída B	Entrada
Caudal de dimensionamento	m <sup>3</sup> /h	411,85	79,69	175,01	7,75	15,62
Pressão de serviço	bar	16	10	10	10	16
<b>Dosagem de Cloro</b>						
Concentração média sem diluição	mg/l	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Concentração máxima sem diluição	mg/l	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<b>Produto comercial</b>						
Riqueza do produto comercial	%	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Densidade média	g/l	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00
<b>Consumo horário de Hipoclorito de Sódio comercial</b>						
Consumo médio	kg/h	3,17	0,61	1,35	0,06	0,12
Consumo máximo	kg/h	6,34	1,23	2,69	0,12	0,24
<b>Caudal horário de Hipoclorito de Sódio comercial "puro"</b>						
Caudal médio	l/h	2,64	0,51	1,12	0,05	0,10
Caudal máximo	l/h	5,28	1,02	2,24	0,10	0,20
<b>Caudal horário de Hipoclorito de Sódio comercial diluído</b>						
Diluição	%	-	-	-	-	10,00
Caudal médio	l/h	-	-	-	-	1,00
Caudal máximo	l/h	-	-	-	-	2,00
<b>Volume de armazenamento</b>						
Período de armazenamento	d	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Volume necessário	m <sup>3</sup>	0,89	0,17	0,38	0,02	0,34
Volume da cuba de armazenamento	m <sup>3</sup>	1,00	0,25	0,50		0,10

Finalmente, os resultados de pré-dimensionamento dos sistemas de desinfecção com Hipoclorito de Sódio, para a Solução B são indicados no Quadro 8.3.

**Quadro 8.3. Resultados de pré-dimensionamento dos sistemas de desinfecção - Solução C**

Parâmetros	Unidade	EE1	EE2	RAG		RCM	RFM	EE4
Circuito de doseamento	-	Saída	Saída	Saída A	Saída B	Entrada	Entrada	Saída
Caudal de dimensionamento	m <sup>3</sup> /h	415,54	79,69	181,01	30,25	9,66	11,57	6,16
Pressão de serviço	bar	16	10	10	10	16	16	16

Parâmetros	Unidade	EE1	EE2	RAG	RCM	RFM	EE4
<b>Dosagem de Cloro</b>							
Conc. média sem diluição	mg/l	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Conc. máxima sem diluição	mg/l	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<b>Produto comercial</b>							
Riqueza do produto comercial	%	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Densidade média	g/l	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00
<b>Consumo horário de Hipoclorito de Sódio comercial</b>							
Consumo médio	kgNaOCl/h	3,20	0,61	1,39	0,23	0,07	0,09
Consumo máximo	kgNaOCl/h	6,39	1,23	2,78	0,47	0,15	0,09
<b>Caudal horário de Hipoclorito de Sódio comercial "puro"</b>							
Caudal médio	l/h	2,66	0,51	1,16	0,19	0,06	0,07
Caudal máximo	l/h	5,33	1,02	2,32	0,39	0,12	0,15
<b>Caudal horário de Hipoclorito de Sódio comercial diluído</b>							
Diluição	%	100,00	100,00	100,00	100,00	10,00	10,00
Caudal médio	l/h	2,66	0,51	1,16	0,19	0,62	0,74
Caudal máximo	l/h	5,33	1,02	2,32	0,39	1,24	1,48
<b>Volume de armazenamento</b>							
Período de armazenamento	d	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Volume necessário	m <sup>3</sup>	0,90	0,17	0,39	0,07	0,21	0,25
Volume da cuba de armazen.	m <sup>3</sup>	1,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25

## 8.4. PRINCIPAIS SECTORES DE DISTRIBUIÇÃO

Referiu-se no início do presente documento que o estudo desenvolvido não se restringe apenas ao sistema em "alta", uma vez que a definição das características do mesmo, assentam na satisfação das necessidades da distribuição, ou seja, no fornecimento de água em perfeitas condições de pressão e de qualidade, ao maior número possível de consumidores. Este estudo assume, portanto, um cariz global, sendo suportado pelo enquadramento das diversas componentes do sistema de abastecimento (captação-tratamento-transporte-armazenamento-distribuição).

Face ao exposto, na definição do posicionamento planimétrico e altimétrico de novos reservatórios e na avaliação das mesmas características de órgãos de reserva existentes, tendo em conta o seu contexto no sistema, foi necessário proceder ao estudo preliminar das zonas de abastecimento dependentes dos mesmos. A identificação das mesmas, bem como da população, de caudais médios e caudais de ponta associados, é apresentada, para cada uma das soluções estudadas, nos **QUADROS SS, TT, UU, VV, WW E XX DO VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

As zonas altimétricas foram definidas de forma a garantir uma pressão estática máxima, com o reservatório cheio, de 60 mca e uma pressão mínima de cerca de 20 mca, com o reservatório vazio. Neste processo teve-se em consideração, como referido, o aproveitamento dos reservatórios existentes e o enquadramento da sua área de influência na divisão geral realizada.

As principais zonas de abastecimento que definem a **SOLUÇÃO A**, são, genericamente e de forma sistematizada, caracterizadas a seguir:

- Zona de abastecimento ZA1: dependente do reservatório RCL, está localizada na zona alta e periférica, a Norte da vila da Nazaré, em particular na zona de Casal Lagar, Calhau, Casal do Areal, Sítio e Hortas, com a EN242 como linha fronteira. Abrange uma população de 6000 habitantes (ano de arranque de exploração) e o caudal de ponta característico é de 36,2 l/s. A ZA1 é limitada superior e inferiormente pelas curvas de nível 125 e 25, sendo estruturada segundo 3 patamares altimétricos, com o mais alto alimentado através de hidropressor e o intermédio e inferior, de fraca expressão no que se refere aos consumos, através de VRP;
- Zona de abastecimento ZA2: sob influência do reservatório RCM, está localizada na zona Nordeste e Sudeste da vila da Nazaré, em particular na área periférica, mais alta, que se estende entre a zona do Camarçã (EN242/Av. Badajoz) e a Pederneira. Abrange uma população de 4546 habitantes (ano 2016) e o caudal de ponta característico é de 28,7 l/s. A ZA2 é limitada superior e inferiormente pelas curvas de nível 135 e 60, sendo estruturada segundo 2 patamares altimétricos, com o mais alto alimentado através de hidropressor e o inferior, através de VRP;
- Zona de abastecimento ZA3: sob influência do reservatório RPT, está localizada na zona média e baixa, Centro/Norte, da vila da Nazaré. Abrange uma população de 7633 habitantes e o caudal de ponta característico é de 44,4 l/s. A zona média, limitada pelas curvas de nível 60 e 35, é alimentada, directamente, a partir do RPT, enquanto a zona baixa, entre as curvas de nível 35 e 5, é alimentada através de uma VRP;
- Zona de abastecimento ZA4: dependente do reservatório RPT, está localizada na zona média e baixa, Centro/Norte da freguesia de Famalicão, em particular nos lugares de Casal Mota, Casais de Baixo, Quinta da Pescaria e Quinta Nova. Abrange uma população de 472 habitantes e o caudal de ponta característico é de 5,5 l/s. A zona média, limitada pelas curvas de nível 80 e 35, é alimentada, directamente, a partir do RPT, enquanto as zonas baixas, entre as curvas de nível 35 e 5, são alimentadas através de VRP;
- Zona de abastecimento ZA5: dependente do reservatório RSA, está localizada na zona baixa, Centro/Sul, da vila da Nazaré. Abrange uma população de 2475 habitantes e o caudal de ponta característico é de 17,5 l/s. Limitada pelas curvas de nível 40 e 5, a ZA5, é, integralmente, alimentada, através de uma VRP;
- Zona de abastecimento ZA6: abastecida pelo reservatório RFM, está localizada na zona baixa, Centro/Sul da freguesia de Famalicão, abrangendo os lugares de Famalicão, Mata da Torre e parte dos lugares de Rebolo e Macarca. Inclui uma população de 984 habitantes e o caudal de ponta característico é de 9,8 l/s. Limitada pelas curvas de nível 55 e 15, a ZA6, é, integralmente, alimentada, a partir do RFM;



- Zona de abastecimento ZA7: dependente do reservatório RSP1, está localizada na zona da Pescaria, Serra da Pescaria e Salgado. Abrange uma população de 212 habitantes e o caudal de ponta característico é de 2,4 l/s. Limitada pelas curvas de nível 135 e 5, a ZA5, é, alimentada, abaixo da curva de nível 120, por meio de redutores de pressão;
- Zona de abastecimento ZA8: sob influência do reservatório RSP2, está concentrada, essencialmente, na zona alta da Serra da Pescaria, incluindo, no entanto, uma parcela restrita do lugar de Casal Mota (zona mais alta). Inclui uma população de 100 habitantes e o caudal de ponta característico é de 1,3 l/s. A zona da Serra da Pescaria é limitada pelas curvas de nível 175 e 135, sendo alimentada, de modo directo, pelo reservatório elevado. Por outro lado, a zona alta (85 e 65 como limites altimétricos) de Casal Mota é alimentada por meio de redutor de pressão;
- Zona de abastecimento ZA9: sob influência do reservatório RVF, está localizada na região Este do concelho da Nazaré. Serve a população de Valado dos Frades, com 3293 habitantes e o caudal de ponta característico é de 36,1 l/s. Esta zona, limitada pelas curvas de nível 63 e 5, reparte-se por duas subzonas ou patamares altimétricos, em que um deles é alimentado com recurso a uma central hidropneumática, por se encontrar na região altimétrica entre a cota de soleira de RVF e os 20 m abaixo da mesma. A rede de condutas implantada abaixo da cota 45 é alimentada, directamente, a partir de RVF;
- Zona de abastecimento ZA10 (sistema autónomo): sob influência do reservatório RRP (60%) e parcialmente (40%), servida pelo sistema de abastecimento de Alcobaça, está localizada na região Este da freguesia de Famalicão, junto à fronteira que separa os municípios de Nazaré e Alcobaça. Serve a população dos lugares de Raposos, Rebolo (20 %) e Macarca (20 %), num total de 266 habitantes e o caudal de ponta característico é de 3,2 l/s para a zona sob influência de RRP e de 2,1 l/s para a zona alimentada via sistema de Alcobaça. Esta zona reparte-se por 5 subzonas ou patamares altimétricos, das quais que 4 são antecedidas por VRP;
- Zona de abastecimento ZA11 (sistema autónomo): sob influência do reservatório RFH, está localizada na região Nordeste da freguesia da Nazaré, representada, unicamente, pelo lugar de Fanhais. Serve a população global de 506 habitantes (ano de arranque de exploração) e o caudal de ponta característico é de 8,4 l/s. Limitada pelas curvas de nível 65 e 40, a ZA11, é, integralmente, alimentada, a partir do RFH.

No que se refere à **SOLUÇÃO B**, apresenta-se, nos pontos seguintes, uma breve descrição das principais zonas de abastecimento que a mesma contempla:

- Zona de abastecimento ZA1: sob influência do reservatório RAG, está localizada na região altimétrica mais alta da vila da Nazaré, em particular na faixa periférica, estendendo-se de Norte a Sul da malha urbana. Abrange uma população de 10546 habitantes (ano de arranque de exploração) e o caudal de ponta característico é de 56,6 l/s. Esta zona, limitada, superior e inferiormente, pelas curvas de nível 135 e 25, pela ordem indicada, reparte-se por 4 subzonas ou patamares altimétricos, das quais 3 são alimentadas a partir de VRP;

- Zona de abastecimento ZA2: sob influência do reservatório RPT, está localizada na zona média e baixa, Centro/Norte, da vila da Nazaré. Abrange uma população de 7633 habitantes e o caudal de ponta característico é de 44,4 l/s. A zona média, limitada pelas curvas de nível 60 e 35, é alimentada, directamente, a partir do RPT, enquanto a zona baixa, entre as curvas de nível 35 e 5, é alimentada através de uma VRP;
- Zona de abastecimento ZA3: dependente do reservatório RPT, está localizada na zona média e baixa, Centro/Norte da freguesia de Famalicão, em particular nos lugares de Casal Mota, Casais de Baixo, Quinta da Pescaria e Quinta Nova. Abrange uma população de 472 habitantes e o caudal de ponta característico é de 5,5 l/s. A zona média, limitada pelas curvas de nível 80 e 35, é alimentada, directamente, a partir do RPT, enquanto as zonas baixas, entre as curvas de nível 35 e 5, são alimentadas através de VRP;
- Zona de abastecimento ZA4: dependente do reservatório RSA, está localizada na zona baixa, Centro/Sul, da vila da Nazaré. Abrange uma população de 2475 habitantes e o caudal de ponta característico é de 17,5 l/s. Limitada pelas curvas de nível 40 e 5, a ZA5, é, integralmente, alimentada, através de uma VRP;
- Zona de abastecimento ZA5: abastecida pelo reservatório RFM, está localizada na zona baixa, Centro/Sul da freguesia de Famalicão, abrangendo os lugares de Famalicão, Mata da Torre e parte dos lugares de Rebolo e Macarca. Inclui uma população de 984 habitantes e o caudal de ponta característico é de 9,8 l/s. Limitada pelas curvas de nível 55 e 15, a ZA6, é, integralmente, alimentada, a partir do RFM;
- Zona de abastecimento ZA6: dependente do reservatório RSP1, está localizada na zona da Pescaria, Serra da Pescaria e Salgado. Abrange uma população de 212 habitantes e o caudal de ponta característico é de 2,4 l/s. Limitada pelas curvas de nível 135 e 5, a ZA5, é, alimentada, abaixo da curva de nível 120, por meio de redutores de pressão;
- Zona de abastecimento ZA7: sob influência do reservatório RSP2, está concentrada, essencialmente, na zona alta da Serra da Pescaria, incluindo, no entanto, uma parcela restrita do lugar de Casal Mota (zona mais alta). Inclui uma população de 100 habitantes e o caudal de ponta característico é de 1,3 l/s. A zona da Serra da Pescaria é limitada pelas curvas de nível 175 e 135, sendo alimentada, de modo directo, pelo reservatório elevado. Por outro lado, a zona alta (85 e 65 como limites altimétricos) de Casal Mota é alimentada por meio de redutor de pressão;
- Zona de abastecimento ZA8: sob influência do reservatório novo RFH, está localizada na região Nordeste da freguesia da Nazaré, representada, unicamente, pelo lugar de Fanhais. Serve a população global de 506 habitantes (ano de arranque de exploração) e o caudal de ponta característico é de 8,4 l/s. Limitada pelas curvas de nível 65 e 40, a ZA11, é, integralmente, alimentada, a partir do RFH;
- Zona de abastecimento ZA9: sob influência do reservatório RVF, está localizada na região Este do concelho da Nazaré. Serve a população de Valado dos Frades, com 3293 habitantes e o caudal de ponta característico é de 36,1 l/s. Esta zona, limitada pelas curvas de nível 63 e 5, reparte-se por duas subzonas ou patamares altimétricos, em que um deles é alimentado com

recurso a uma central hidropneumática, por se encontrar na região altimétrica entre a cota de soleira de RVF e os 20 m abaixo da mesma. A rede de condutas implantada abaixo da cota 45 é alimentada, directamente, a partir de RVF;

- Zona de abastecimento ZA10 (sistema autónomo): sob influência do reservatório RRP (60%) e parcialmente (40%), servida pelo sistema de abastecimento de Alcobaça, está localizada na região Este da freguesia de Famalicão, junto à fronteira que separa os municípios de Nazaré e Alcobaça. Serve a população dos lugares de Raposos, Rebolo (20 %) e Macarca (20 %), num total de 266 habitantes e o caudal de ponta característico é de 3,2 l/s para a zona sob influência de RRP e de 2,1 l/s para a zona alimentada via sistema de Alcobaça. Esta zona reparte-se por 5 subzonas ou patamares altimétricos, das quais que 4 são antecedidas por VRP.

No âmbito da solução B, em particular, das condutas de ligação entre novos reservatórios às redes de distribuição dependentes, foi realizado o pré-dimensionamento das mais importantes, neste caso daquelas com maior extensão e que são representadas pelas condutas RAG-ZA1 (Nazaré) e RFH-ZA8 (Fanhais). Os resultados da verificação das condições de funcionamento hidráulico destas condutas, são apresentados no **QUADRO JJ DO VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

Finalmente, no que se refere à solução proposta, neste caso a **SOLUÇÃO C**, as zonas de abastecimento que integram a configuração do sistema de abastecimento, são descritas a seguir:

- Zona de abastecimento ZA1: sob influência do reservatório RAG, está localizada na região altimétrica mais alta da vila da Nazaré, em particular na faixa periférica, estendendo-se de Norte a Sul da malha urbana. Abrange uma população de 10546 habitantes (ano de arranque de exploração) e o caudal de ponta característico é de 56,6 l/s. Esta zona reparte-se por 4 subzonas ou patamares altimétricos, das quais 3 são alimentadas a partir de VRP;
- Zona de abastecimento ZA2: sob influência do reservatório RPT, está localizada na zona média e baixa da vila da Nazaré. Abrange uma população de 10108 habitantes e o caudal de ponta característico é de 58,8 l/s. A zona média é alimentada, directamente, a partir do RPT, enquanto a zona baixa está repartida em duas subzonas, com limites altimétricos similares, ambas alimentadas através de uma VRP;
- Zona de abastecimento ZA3: sob influência do reservatório RCM, está localizada na região Centro e Norte da freguesia de Famalicão. Serve a população de Casal Mota, de Casais de Baixo, de Qta. da Pescaria e Qta. Nova, com um total de 502 habitantes (ano de arranque), o que se traduz num caudal de ponta característico de 5,8 l/s. Esta zona reparte-se por diversas subzonas ou patamares altimétricos, das quais o mais alto é alimentado, directamente, a partir do reservatório RPT e as restantes (total de 4 subzonas), mais baixas, a partir de VRP;
- Zona de abastecimento ZA4: sob influência do reservatório RFM, está localizada na região Centro/Sul da freguesia de Famalicão. Serve a população dos lugares de Famalicão, Mata da Torre, Rebolo (80 %) e Macarca (80 %), num total de 984 habitantes e o caudal de ponta característico é de 9,8 l/s;

- Zona de abastecimento ZA5: sob influência do reservatório RSP, está localizada na região Oeste da freguesia de Famalicão. Serve a população dos lugares de Serra da Pescaria, Pescaria e Salgado, num total de 282 habitantes e o caudal de ponta característico é de 2,6 l/s. Esta zona reparte-se por 6 subzonas ou patamares altimétricos, das quais que 5 são antecedidas por VRP;
- Zona de abastecimento ZA6: sob influência do reservatório RAG, está localizada na região Nordeste da freguesia da Nazaré. Serve a população de Fanhais, com 506 habitantes e o caudal de ponta característico é de 9,4 l/s;
- Zona de abastecimento ZA7: sob influência do reservatório RVF, está localizada na região Este do concelho da Nazaré. Serve a população de Valado dos Frades, com 3293 habitantes e o caudal de ponta característico é de 36,1 l/s. Esta zona reparte-se por duas subzonas ou patamares altimétricos, em que um deles é alimentado com recurso a uma central hidropneumática, por se encontrar na região altimétrica entre a cota de soleira de RVF e os 20 m abaixo da mesma;
- Zona de abastecimento ZA8: sob influência do reservatório RRP, está localizada na região Este da freguesia de Famalicão, junto à fronteira que separa os municípios de Nazaré e Alcobaça. Serve a população dos lugares de Raposos, Rebolo (20 %) e Macarca (20 %), num total de 266 habitantes e o caudal de ponta característico é de 4,1 l/s. Esta zona reparte-se por 5 subzonas ou patamares altimétricos, das quais que 4 são antecedidas por VRP.

Também para a Solução C, foi realizado o pré-dimensionamento das condutas mais importantes, para estabelecimento da ligação de novos reservatórios às redes de distribuição dependentes, neste caso das condutas RAG-ZA1 (Nazaré) e RAG-ZA6 (Fanhais). Os resultados da verificação das condições de funcionamento hidráulico destas condutas, são apresentados no **QUADRO LL DO VOLUME II - QUADROS COMPLEMENTARES**.

Nas peças desenhadas que complementam a presente memória descritiva e justificativa, são apresentados os esquemas altimétricos do(s) sistema(s) de abastecimento de água, referentes a cada uma das soluções estudadas. Nos esquemas mencionados são indicados os limites altimétricos inferiores e superiores de cada zona e subzona de abastecimento, bem como os caudais de ponta característicos.

Nesta fase de estudo prévio, a abordagem às redes de distribuição, em particular à sua estrutura altimétrica, é realizada de forma pouco pormenorizada, razão pela qual, nas fases seguintes de projecto, poderá surgir a necessidade de promover o ajustamento no que se refere ao número e limites altimétricos das subzonas que integram cada uma das zonas principais caracterizadas anteriormente.

## **8.5. SÍNTESE DAS SOLUÇÕES APRESENTADAS**

No presente capítulo são apresentadas, de forma resumida, as principais intervenções inerentes a cada uma das soluções estudadas.

A **SOLUÇÃO A** contempla as seguintes obras para remodelação dos sistemas de abastecimento:

- Remodelação das 11 captações de Águas Belas, todas verticais, do tipo furo, incluindo substituição de equipamento, tubagem e acessórios, de instalações eléctricas, instrumentação e automação, e construção de casetas de protecção dos furos;
- Execução de condutas adutoras, com uma extensão total de cerca de 21,2 km, fabricadas em PEAD PE100 PN10/16 de calibres compreendidos entre DN75 e DN500, adequadas para escoamento em pressão de água potável;
- Reabilitação geral do reservatório de regularização de bombagem de Águas Belas, RAB, com volume de 1600 m<sup>3</sup> (2 x 800 m<sup>3</sup>), essencialmente ao nível da reparação de fissuras, do tratamento de armaduras, do revestimento e impermeabilização do interior das células, das pinturas exteriores, da reparação dos vãos e substituição de equipamentos, nomeadamente válvulas, tubagem e acessórios;
- Remodelação da central elevatória de Águas Belas, incluindo a execução de obras de adaptação do edifício existente para instalação de 2 novas estações de bombagem (EE1 e EE2), com capacidade assegurar a adução aos reservatórios RPT e RVF, caudais de 111,8 l/s e 22,1 l/s, respectivamente. A intervenção contempla, ainda, a instalação de sistemas automáticos para tratamento da água, nomeadamente, destinados à desinfecção e correcção de pH;
- Remodelação do reservatório de Valado dos Frades, RVF, incluindo a demolição dos órgãos existentes e a construção de um novo com capacidade de 1800 m<sup>3</sup> (2 x 900 m<sup>3</sup>). Este reservatório integrará uma central hidropneumática com capacidade para bombear um caudal de ponta de 4,2 l/s;
- Remodelação do reservatório de Paliteira, RPT, incluindo demolição dos órgãos existentes e construção de um novo com capacidade de 5100 m<sup>3</sup> (2 x 2550 m<sup>3</sup>). O novo reservatório albergará uma estação de bombagem (EE3), com capacidade para aduzir um caudal de 53,5 l/s a RCL;
- Construção do reservatório de Casal Lagar, RCL, com capacidade para armazenar 3200 m<sup>3</sup> de água (2 x 1600 m<sup>3</sup>), incluindo instalação de um sistema automático para reforço da desinfecção da água;
- Construção do reservatório de Camarção, RCM, com capacidade para armazenar 2200 m<sup>3</sup> de água (2 x 1100 m<sup>3</sup>);
- Reabilitação geral do reservatório da Senhora dos Anjos, RSA, com volume de 1000 m<sup>3</sup> (célula única), essencialmente ao nível da reparação de fissuras, do tratamento de armaduras, do revestimento e impermeabilização do interior das células, das pinturas exteriores, da reparação dos vãos e substituição de equipamentos, nomeadamente válvulas, tubagem e acessórios;
- Remodelação do reservatório de Famalicão, RFM, incluindo demolição dos órgãos existentes e construção de um novo com capacidade de 500 m<sup>3</sup> (2 x 250 m<sup>3</sup>). O novo reservatório

albergará uma estação de bombagem (EE4), com capacidade para aduzir um caudal de 2,3 l/s a RSP1 e será dotado de um sistema automático para reforço da desinfecção da água;

- Remodelação do reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1, incluindo a demolição do órgão existente e a construção de um novo com capacidade de 110 m<sup>3</sup> (célula única);
- Reabilitação geral do reservatório 2 de Serra da Pescaria, RSP2, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula com volume de 50 m<sup>3</sup>. As intervenções incluirão a reparação de fissuras, o tratamento de armaduras, o revestimento e impermeabilização do interior das células, pinturas exteriores, a reparação dos vãos e a substituição de equipamentos, nomeadamente, da estação de bombagem (EE5), com capacidade para elevar um caudal de 1,5 l/s, das válvulas, da tubagem e acessórios;
- Remodelação do reservatório de Raposos, RRP, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula de 50 m<sup>3</sup>, incluindo a demolição do órgão existente e a construção de um novo reservatório, também elevado, com fuste de 20 m a suportar uma célula com capacidade de 100 m<sup>3</sup>;
- Remodelação do reservatório de Fanhais, RFH, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula de 50 m<sup>3</sup>, incluindo a demolição do órgão existente e a construção de um novo reservatório, também elevado, com fuste de 20 m a suportar uma célula com capacidade de 300 m<sup>3</sup>;
- Desactivação e demolição do reservatório do Sítio, RST, do tipo elevado, com fuste de 25 m a suportar uma célula de 500 m<sup>3</sup> de capacidade;
- Desactivação e demolição do reservatório do Areal, RAR, do tipo enterrado, com cerca de 200 m<sup>3</sup> de capacidade e construção de uma válvula redutora de pressão para alimentação da rede, agora dependente de RAR, directamente, a partir de RPT.

A **SOLUÇÃO B** contempla as seguintes obras para remodelação dos sistemas de abastecimento:

- Remodelação das 11 captações de Águas Belas, todas verticais, do tipo furo, incluindo substituição de equipamento, tubagem e acessórios, de instalações eléctricas, instrumentação e automação, e construção de casetas de protecção dos furos;
- Execução de condutas adutoras, com uma extensão total de cerca de 27,4 km, fabricadas em PEAD PE100 PN10/16 de calibres compreendidos entre DN75 e DN500, adequadas para escoamento em pressão de água potável;
- Execução de condutas distribuidoras, para ligação de novos reservatórios às redes existentes, com uma extensão total de cerca de 3,8 km, fabricadas em PEAD PE100 PN10 de calibres compreendidos entre DN125 e DN355, adequadas para escoamento em pressão de água potável;
- Reabilitação geral do reservatório de regularização de bombagem de Águas Belas, RAB, com volume de 1600 m<sup>3</sup> (2 x 800 m<sup>3</sup>), essencialmente ao nível da reparação de fissuras, do tratamento de armaduras, do revestimento e impermeabilização do interior das células, das

pinturas exteriores, da reparação dos vãos e substituição de equipamentos, nomeadamente válvulas, tubagem e acessórios;

- Remodelação da central elevatória de Águas Belas, incluindo a execução de obras de adaptação do edifício existente para instalação de 2 novas estações de bombagem (EE1 e EE2), com capacidade assegurar a adução aos reservatórios RPT e RVF, caudais de 114,4 l/s e 22,1 l/s, respectivamente. A intervenção contempla, ainda, a instalação de sistemas automáticos para tratamento da água, nomeadamente, destinados à desinfecção e correcção de pH;
- Remodelação do reservatório de Valado dos Frades, RVF, incluindo a demolição dos órgãos existentes e a construção de um novo com capacidade de 1800 m<sup>3</sup> (2 x 900 m<sup>3</sup>). Este reservatório integrará uma central hidropneumática com capacidade para bombear um caudal de ponta de 4,2 l/s;
- Construção do reservatório de Agueira, RAG, com capacidade para armazenar 6000 m<sup>3</sup> de água (2 x 3000 m<sup>3</sup>), incluindo instalação de um sistema automático para reforço da desinfecção da água;
- Remodelação do reservatório de Fanhais, RFH, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula de 50 m<sup>3</sup>, incluindo a demolição do órgão existente e a construção de um novo reservatório, também elevado, com fuste de 20 m a suportar uma célula com capacidade de 300 m<sup>3</sup>;
- Reabilitação geral do reservatório de Paliteira, RPT, com volume de 2500 m<sup>3</sup> (2 x 600 m<sup>3</sup> + 1300 m<sup>3</sup>), essencialmente ao nível da reparação de fissuras, do tratamento de armaduras, do revestimento e impermeabilização do interior das células, das pinturas exteriores, da reparação dos vãos e substituição de equipamentos, nomeadamente válvulas, tubagem e acessórios. A intervenção inclui a desactivação e desmantelamento dos equipamentos associados à estação elevatória existente;
- Reabilitação geral do reservatório da Senhora dos Anjos, RSA, com volume de 1000 m<sup>3</sup> (célula única), essencialmente ao nível da reparação de fissuras, do tratamento de armaduras, do revestimento e impermeabilização do interior das células, das pinturas exteriores, da reparação dos vãos e substituição de equipamentos, nomeadamente válvulas, tubagem e acessórios;
- Remodelação do reservatório de Famalicão, RFM, incluindo demolição dos órgãos existentes e construção de um novo com capacidade de 500 m<sup>3</sup> (2 x 250 m<sup>3</sup>). O novo reservatório albergará uma estação de bombagem (EE3), com capacidade para aduzir um caudal de 2,3 l/s a RSP1 e será dotado de um sistema automático para reforço da desinfecção da água;
- Remodelação do reservatório 1 de Serra da Pescaria, RSP1, incluindo a demolição do órgão existente e a construção de um novo com capacidade de 110 m<sup>3</sup> (célula única);
- Reabilitação geral do reservatório 2 de Serra da Pescaria, RSP2, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula com volume de 50 m<sup>3</sup>. As intervenções incluirão a reparação de fissuras, o tratamento de armaduras, o revestimento e impermeabilização do interior das

células, pinturas exteriores, a reparação dos vãos e a substituição de equipamentos, nomeadamente, da estação de bombagem (EE4), com capacidade para elevar um caudal de 1,5 l/s, das válvulas, da tubagem e acessórios;

- Remodelação do reservatório de Raposos, RRP, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula de 50 m<sup>3</sup>, incluindo a demolição do órgão existente e a construção de um novo reservatório, também elevado, com fuste de 20 m a suportar uma célula com capacidade de 100 m<sup>3</sup>;
- Desactivação e demolição do reservatório do Sítio, RST, do tipo elevado, com fuste de 25 m a suportar uma célula de 500 m<sup>3</sup> de capacidade;
- Desactivação e demolição do reservatório do Areal, RAR, do tipo enterrado, com cerca de 200 m<sup>3</sup> de capacidade e construção de uma válvula redutora de pressão para alimentação da rede, agora dependente de RAR, directamente, a partir de RPT.

A **SOLUÇÃO C** contempla as seguintes obras para remodelação dos sistemas de abastecimento:

- Remodelação das 11 captações de Águas Belas, todas verticais, do tipo furo, incluindo substituição de equipamento, tubagem e acessórios, de instalações eléctricas, instrumentação e automação, e construção de casetas de protecção dos furos;
- Execução de condutas adutoras, com uma extensão total de cerca de 31,3 km, fabricadas em PEAD PE100 PN10/16 de calibres compreendidos entre DN63 e DN500, adequadas para escoamento em pressão de água potável;
- Execução de condutas distribuidoras, para ligação de novos reservatórios às redes existentes, com uma extensão total de cerca de 8,9 km, fabricadas em PEAD PE100 PN10 de calibres compreendidos entre DN90 e DN355, adequadas para escoamento em pressão de água potável;
- Reabilitação geral do reservatório de regularização de bombagem de Águas Belas, RAB, com volume de 1600 m<sup>3</sup> (2 x 800 m<sup>3</sup>), essencialmente ao nível da reparação de fissuras, do tratamento de armaduras, do revestimento e impermeabilização do interior das células, das pinturas exteriores, da reparação dos vãos e substituição de equipamentos, nomeadamente válvulas, tubagem e acessórios;
- Remodelação da central elevatória de Águas Belas, incluindo a execução de obras de adaptação do edifício existente para instalação de 2 novas estações de bombagem (EE1 e EE2), com capacidade assegurar a adução aos reservatórios RPT e RVF, caudais de 115,4 l/s e 22,1 l/s, respectivamente. A intervenção contempla, ainda, a instalação de sistemas automáticos para tratamento da água, nomeadamente, destinados à desinfecção e correcção de pH;
- Remodelação do reservatório de Valado dos Frades, RVF, incluindo a demolição dos órgãos existentes e a construção de um novo com capacidade de 1800 m<sup>3</sup> (2 x 900 m<sup>3</sup>). Este reservatório integrará uma central hidropneumática com capacidade para bombear um caudal de ponta de 4,2 l/s;



- Construção do reservatório de Agueira, RAG, com capacidade para armazenar 6000 m<sup>3</sup> de água (2 x 3000 m<sup>3</sup>), incluindo instalação de um sistema automático para reforço da desinfecção da água;
- Remodelação do reservatório de Paliteira, RPT, incluindo a demolição dos órgãos existentes e a construção de um novo com capacidade de 5000 m<sup>3</sup> (2 x 2500 m<sup>3</sup>);
- Construção do reservatório de Casal Mota, RCM, com capacidade para armazenar 400 m<sup>3</sup> de água (2 x 200 m<sup>3</sup>), incluindo instalação de uma estação de bombagem (EE3), com capacidade para aduzir um caudal de 2,1 l/s a RSP, bem como de um sistema automático para reforço da desinfecção da água;
- Remodelação dos reservatórios de Serra da Pescaria, RSP1 (célula apoiada com 110 m<sup>3</sup> de capacidade) e RSP2 (torre de pressão com fuste de 15 m a suportar uma célula de 50 m<sup>3</sup>), incluindo a demolição dos órgãos existentes e a construção de um novo, do tipo apoiado, com capacidade de 200 m<sup>3</sup> (célula única);
- Remodelação do reservatório de Famalicão, RFM, incluindo demolição dos órgãos existentes e construção de um novo com capacidade global de 400 m<sup>3</sup>, incluindo uma torre de pressão (100 m<sup>3</sup>) e uma célula apoiada (300 m<sup>3</sup>). O novo reservatório será dotado de um sistema automático para reforço da desinfecção da água, bem como de uma estação elevatória (EE5) para adução de um caudal de 9,8 l/s à torre de pressão, a partir da célula apoiada;
- Construção da estação elevatória, EE4, constituída por uma cuba de regularização com volume útil de 50 m<sup>3</sup> e por uma câmara de manobras, onde serão instalados os grupos elevatórios que permitirão a adução de um caudal de 1,7 l/s a RRP. Esta estação será dotada de um sistema automático para reforço da desinfecção da água;
- Remodelação do reservatório de Raposos, RRP, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula de 50 m<sup>3</sup>, incluindo a demolição do órgão existente e a construção de um novo com capacidade de 200 m<sup>3</sup> (célula única);
- Desactivação e demolição do reservatório do Sítio, RST, do tipo elevado, com fuste de 25 m a suportar uma célula de 500 m<sup>3</sup> de capacidade;
- Desactivação e demolição do reservatório da Sra. dos Anjos, RSA, do tipo apoiado, com uma célula única de 1000 m<sup>3</sup> de capacidade;
- Desactivação e demolição do reservatório do Areal, RAR, do tipo enterrado, com cerca de 200 m<sup>3</sup> de capacidade e construção de uma válvula redutora de pressão para alimentação da rede, agora dependente de RAR, directamente, a partir de RPT.
- Desactivação e demolição do reservatório do Fanhais, RFH, do tipo elevado, com fuste de 15 m a suportar uma célula de 50 m<sup>3</sup> de capacidade;

## 9. ESTIMATIVA DE CUSTOS

### 9.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

No presente capítulo, será apresentada uma estimativa dos custos de investimento e dos encargos de exploração, associados a cada uma das soluções estudadas para remodelação dos sistemas de abastecimento de água do município da Nazaré.

Procurou-se obter a mais rigorosa estimativa de custos unitários, recorrendo-se à metodologia apresentada no *Guia de Consulta Rápida* do Estudo sobre “Custos de referência de infraestruturas do ciclo urbano da água, de valorização de resíduos sólidos urbanos e de protecção da orla costeira”, elaborado para o Programa Operacional Temático de Valorização do Território (POVT), sob a alçada da Secretaria Geral do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.

### 9.2. CUSTOS DE INVESTIMENTO

#### 9.2.1. RESERVATÓRIOS

Os custos de investimento relativos aos reservatórios são função da sua capacidade e o seu valor baseia-se na medição e orçamento de obras-tipo. Foram considerados três tipos de intervenção, a saber: (1) construção; (2) remodelação; e (3) reabilitação. O primeiro caso refere-se à execução de reservatórios novos. O segundo, por sua vez, diz respeito à demolição faseada de reservatórios existentes, para construção de novos órgãos no mesmo local. Finalmente, o terceiro, é caracterizado por intervenções de reabilitação mais ligeiras em reservatórios existentes, nomeadamente ao nível do revestimento interior, pinturas, arranjos exteriores, vãos, válvulas e acessórios dos circuitos hidráulicos interiores.

No Quadro 9.1, são indicados os custos de investimento estimados para construção, remodelação e reabilitação dos reservatórios contemplados na Solução A.

**Quadro 9.1. Custos de investimento associados a reservatórios - Solução A**

Designação	Vol. actual (m <sup>3</sup> )	Vol. construir (m <sup>3</sup> )	Tipo da interv.	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
RAB - Águas Belas	1600	-	Reabilit.	51.251,75 €	36.380,56 €	10.515,88 €	98.148,19 €
RVF - V. Frades	1400	1800	Remodel.	336.542,69 €	119.778,13 €	54.758,50 €	511.079,32 €
RPT - Paliteira	2500	5100	Remodel.	639.227,62 €	152.932,02 €	95.059,16 €	887.218,80 €
RCL - Casal Lagar	-	3200	Constr.	479.694,45 €	175.913,76 €	78.672,98 €	734.281,19 €
RCM - Camarçã	-	2200	Constr.	380.824,32 €	161.737,81 €	65.107,46 €	607.669,58 €
RSA - Sra. Anjos	1000	( <sup>1</sup> )	Reabilit.	51.420,65 €	40.705,59 €	11.055,15 €	103.181,39 €
RFM - Famalicão	170	500	Remodel.	152.882,52 €	76.016,83 €	27.467,92 €	256.367,27 €

Designação	Vol. actual (m <sup>3</sup> )	Vol. construir (m <sup>3</sup> )	Tipo da interv.	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
RSP1 - S. Pescaria 1	50	110	Remodel.	47.957,35 €	48.192,45 €	11.537,98 €	107.687,78 €
RSP2 - S. Pescaria 2	50	-	Reabilit.	35.842,89 €	5.645,97 €	4.978,66 €	46.467,53 €
RRP - Raposos	50	100	Remodel.	156.868,83 €	31.717,24 €	22.630,33 €	211.216,41 €
RFH - Fanhais	50	300	Remodel.	213.368,65 €	57.530,10 €	32.507,85 €	303.406,61 €
<b>Total</b>	-	-	-	<b>2.545.881,73 €</b>	<b>906.550,47 €</b>	<b>414.291,86 €</b>	<b>3.866.724,06 €</b>

No quadro anterior, em particular na componente dos custos estimados para equipamentos dos reservatórios RCL e RCM, foi considerado um valor adicional unitário de 43.000,00 €, para fornecimento e montagem de uma central hidropneumática.

No Quadro 9.2, são indicados os custos de investimento estimados para construção, remodelação e reabilitação dos reservatórios contemplados na Solução B.

**Quadro 9.2. Custos de investimento associados a reservatórios - Solução B**

Designação	Vol. actual (m <sup>3</sup> )	Vol. construir (m <sup>3</sup> )	Tipo de interv.	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
RAB - Águas Belas	1600	-	Reabilit.	51.251,75 €	36.380,56 €	10.515,88 €	98.148,19 €
RVF - V. Frades	1400	1800	Remodel.	336.542,69 €	119.778,13 €	54.758,50 €	511.079,32 €
RAG - Agueira	-	6000	Constr.	706.534,66 €	160.599,18 €	104.056,06 €	971.189,91 €
RFH - Fanhais	50	300	Remodel.	213.368,65 €	57.530,10 €	32.507,85 €	303.406,61 €
RPT - Paliteira	2500	<sup>(1)</sup>	Reabilit.	51.091,89 €	32.699,90 €	10.055,01 €	93.846,80 €
RSA - Sra. Anjos	1000	<sup>(1)</sup>	Reabilit.	51.420,65 €	40.705,59 €	11.055,15 €	103.181,39 €
RFM - Famalicão	170	500	Remodel.	152.882,52 €	76.016,83 €	27.467,92 €	256.367,27 €
RSP1 - S. Pescaria 1	50	110	Remodel.	47.957,35 €	48.192,45 €	11.537,98 €	107.687,78 €
RSP2 - S. Pescaria 2	50	-	Reabilit.	35.842,89 €	5.645,97 €	4.978,66 €	46.467,53 €
RRP - Raposos	50	100	Remodel.	156.868,83 €	31.717,24 €	22.630,33 €	211.216,41 €
<b>Total</b>	-	-	-	<b>1.803.761,91 €</b>	<b>609.265,95 €</b>	<b>289.563,34 €</b>	<b>2.702.591,20 €</b>

Finalmente, no Quadro 9.3, são indicados os custos de investimento estimados para construção, remodelação e reabilitação dos reservatórios contemplados na Solução C.

**Quadro 9.3. Custos de investimento associados a reservatórios - Solução C**

Designação	Vol. actual (m <sup>3</sup> )	Vol. construir (m <sup>3</sup> )	Tipo de interv.	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
RAB - Águas Belas	1600	-	Reabilit.	51.251,75 €	36.380,56 €	10.515,88 €	98.148,19 €
RVF - V. Frades	1400	1800	Remodel.	336.542,69 €	119.778,13 €	54.758,50 €	511.079,32 €
RAG - Agueira	-	6000	Constr.	706.534,66 €	160.599,18 €	104.056,06 €	971.189,91 €
RPT - Paliteira	2500	5000	Remodel.	631.477,42 €	152.023,17 €	94.020,07 €	877.520,66 €
RCM - Casal Mota	-	400	Constr.	133.248,17 €	71.078,76 €	24.519,23 €	228.846,17 €
RSP - S. Pescaria	100	200	Remodel.	86.941,43 €	65.693,89 €	18.316,24 €	170.951,56 €
RFM - Famalicão	170	400	Remodel.	163.754,90 €	82.559,16 €	29.557,69 €	275.871,75 €
RRP - Raposos	50	200	Remodel.	86.941,43 €	65.693,89 €	18.316,24 €	170.951,56 €
<b>Total</b>	-	-	-	<b>2.196.692,46 €</b>	<b>753.806,74 €</b>	<b>354.059,90 €</b>	<b>3.304.559,11 €</b>

<sup>(1)</sup> apesar da capacidade proposta ser superior à existente (ver Capítulo 8.2.3), proceder-se-á apenas à reabilitação dos órgãos existentes e dos respectivos equipamentos, uma vez que o investimento associado à construção de novos reservatórios é impraticável no âmbito das intervenções a realizar na(s) presente(s) empreitada(s). Importa referir ainda que a capacidade actual dos reservatórios em causa cumpre o mínimo definido pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto.

Em todas as soluções foi considerado, na parcela do custo estimado para equipamento, do reservatório de Valado dos Frades, RVF, um valor adicional de 8.000,00 €, para fornecimento e montagem de uma central hidropneumática. Para a Solução C, além do custo adicional no equipamento de RVF, foi considerado um custo equivalente para os reservatórios RSP e RRP, que também serão dotados de hidropressor de características similares.

### 9.2.2. CONDUTAS

Com base nos custos unitários definidos no documento de referência utilizado, estimaram-se os custos de investimento, associados à construção das condutas adutoras gravíticas e elevatórias, preconizadas na solução proposta. Nas situações aplicáveis, estimaram-se também os custos inerentes à construção de condutas para ligação de novos reservatórios a redes de distribuição existentes.

No Quadro 9.4, são indicados os custos previstos para construção de condutas adutoras preconizadas na Solução A.

**Quadro 9.4. Custos de investimento associados a condutas adutoras - Solução A**

Troço	Extensão (m)	Material	Classe de Pressão	DN	Custo de investimento					
					Pavimentos			Conduta	Outros custos	Total
					Marcação e corte	LR1	LR2			
CE1cpt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE2cpt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE3cpt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE4cpt	300,00	PEAD	PN10	160	- €	- €	- €	12.360,00 €	1.483,20 €	13.843,20 €
CE5cpt	300,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	10.590,00 €	1.270,80 €	11.860,80 €
CE6cpt	300,00	PEAD	PN10	160	- €	- €	- €	12.360,00 €	1.483,20 €	13.843,20 €
CE7cpt	250,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	8.825,00 €	1.059,00 €	9.884,00 €
CE8cpt	250,00	PEAD	PN10	140	- €	- €	- €	11.425,00 €	1.371,00 €	12.796,00 €
CE9cpt	250,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	8.825,00 €	1.059,00 €	9.884,00 €
CE10cpt	250,00	PEAD	PN10	110	- €	- €	- €	8.000,00 €	960,00 €	8.960,00 €
CE11cpt	250,00	PEAD	PN10	110	- €	- €	- €	8.000,00 €	960,00 €	8.960,00 €
EE1-RPT	2727,71	PEAD	PN10	500	561,60 €	35.942,40 €	- €	560.271,63 €	71.613,08 €	668.388,71 €
EE2-RVF	1795,15	PEAD	PN10	200	662,40 €	42.393,60 €	- €	106.452,40 €	17.941,01 €	167.449,40 €
EE3-RCL	2160,69	PEAD	PN10	315	2.526,00 €	161.664,00 €	- €	233.786,66 €	47.757,20 €	445.733,86 €
RCL-RCM	577,56	PEAD	PN10	200	693,07 €	44.356,61 €	- €	34.249,31 €	9.515,88 €	88.814,87 €
RPT-RSA	386,79	PEAD	PN10	160	464,15 €	- €	60.919,43 €	15.935,75 €	9.278,32 €	86.597,64 €
RPT-RFM	8525,77	PEAD	PN10	125	8.835,60 €	205.440,00 €	738.360,00 €	300.959,68 €	150.431,43 €	1.404.026,71 €
EE4-RSP1	1794,46	PEAD	PN16	75	2.153,35 €	137.814,53 €	- €	50.962,66 €	22.911,67 €	213.842,21 €
RSP1-RSP2	148,00	PEAD	PN10	75	177,60 €	11.366,40 €	- €	4.203,20 €	1.889,66 €	17.636,86 €
Total	21166,13	-	-	-	16.073,77 €	638.977,54 €	799.279,43 €	1.432.026,29 €	346.362,84 €	3.232.719,86 €

No quadro anterior e seguintes, em particular nas colunas respeitantes aos custos de investimento associados a pavimentos, refere-se que as siglas LR1 e LR2 dizem respeito ao levantamento e reposição de pavimentos betuminosos em estradas municipais e em estradas nacionais, respectivamente.

No Quadro 9.5, são indicados os custos previstos para construção de condutas adutoras preconizadas na Solução B.

**Quadro 9.5. Custos de investimento associados a condutas adutoras - Solução B**

Troço	Extensão (m)	Material	Classe de Pressão	DN	Custo de investimento					
					Pavimentos			Conduta	Outros custos	Total
					Marcação e corte	LR1	LR2			
CE1cpt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE2cpt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE3cpt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE4cpt	300,00	PEAD	PN10	160	- €	- €	- €	12.360,00 €	1.483,20 €	13.843,20 €
CE5cpt	300,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	10.590,00 €	1.270,80 €	11.860,80 €
CE6cpt	300,00	PEAD	PN10	160	- €	- €	- €	12.360,00 €	1.483,20 €	13.843,20 €
CE7cpt	250,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	8.825,00 €	1.059,00 €	9.884,00 €
CE8cpt	250,00	PEAD	PN10	140	- €	- €	- €	11.425,00 €	1.371,00 €	12.796,00 €
CE9cpt	250,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	8.825,00 €	1.059,00 €	9.884,00 €
CE10cpt	250,00	PEAD	PN10	110	- €	- €	- €	8.000,00 €	960,00 €	8.960,00 €
CE11cpt	250,00	PEAD	PN10	110	- €	- €	- €	8.000,00 €	960,00 €	8.960,00 €
EE1-RAG	3737,67	PEAD	PN16	500	1.074,00 €	68.736,00 €	- €	767.717,42 €	100.503,29 €	938.030,71 €
EE2-RVF	1795,15	PEAD	PN10	200	662,40 €	42.393,60 €	- €	106.452,40 €	17.941,01 €	167.449,40 €
RAG-RFH	4458,17	PEAD	PN16	90	- €	- €	- €	152.023,60 €	18.242,83 €	170.266,43 €
RAG-N1	3280,15	PEAD	PN10	315	1.348,80 €	86.323,20 €	- €	354.912,23 €	53.110,11 €	495.694,34 €
N1-RPT	150,86	PEAD	PN10	250	128,40 €	8.217,60 €	- €	9.398,58 €	2.129,35 €	19.873,93 €
N1-RSA	534,50	PEAD	PN10	160	641,40 €	6.912,00 €	70.008,75 €	22.021,40 €	11.950,03 €	111.533,58 €
N1-RFM	8436,44	PEAD	PN16	160	8.725,20 €	219.571,20 €	694.890,00 €	347.581,33 €	152.492,13 €	1.423.259,86 €
EE3-RSP1	1794,46	PEAD	PN16	75	2.153,35 €	137.814,53 €	- €	50.962,66 €	22.911,67 €	213.842,21 €
RSP1-RSP2	148,00	PEAD	PN10	75	177,60 €	11.366,40 €	- €	4.203,20 €	1.889,66 €	17.636,86 €
<b>Total</b>	<b>27385,40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>14.911,15 €</b>	<b>581.334,53 €</b>	<b>764.898,75 €</b>	<b>1.940.477,81 €</b>	<b>396.194,67 €</b>	<b>3.697.816,91 €</b>

Tendo em consideração a configuração da Solução B, é necessário construir condutas de para ligação de novos reservatórios às redes de distribuição dependentes. O custo de investimento estimado para construção destas condutas é apresentado no Quadro 9.6.

**Quadro 9.6. Custos de investimento associados a condutas distribuidoras - Solução B**

Troço	Extensão (m)	Material	Classe de Pressão	DN	Custo de investimento					
					Pavimentos			Conduta	Outros custos	Total
					Marcação e corte	LR1	LR2			
RAG-ZA1	3021,80	PEAD	PN10	355,00	1.038,00 €	66.432,00 €	- €	413.080,06 €	57.666,01 €	538.216,07 €
RFH-ZA8	826,46	PEAD	PN10	125,00	- €	- €	- €	59.091,89 €	7.091,03 €	66.182,92 €
<b>Total</b>	<b>3848,26</b>	-	-	-	<b>1.038,00 €</b>	<b>66.432,00 €</b>	<b>- €</b>	<b>472.171,95 €</b>	<b>64.757,03 €</b>	<b>604.398,98 €</b>

Finalmente, no Quadro 9.7, são indicados os custos de investimento estimados para construção das condutas adutoras contempladas na Solução C.

**Quadro 9.7. Custos de investimento associados a condutas adutoras - Solução C**

Troço	Extensão (m)	Material	Classe de Pressão	DN	Custo de investimento					
					Pavimentos			Conduta	Outros custos	Total
					Marcação e corte	LR1	LR2			
CE1capt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE2capt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE3capt	300,00	PEAD	PN10	180	- €	- €	- €	14.940,00 €	1.792,80 €	16.732,80 €
CE4capt	300,00	PEAD	PN10	160	- €	- €	- €	12.360,00 €	1.483,20 €	13.843,20 €
CE5capt	300,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	10.590,00 €	1.270,80 €	11.860,80 €
CE6capt	300,00	PEAD	PN10	160	- €	- €	- €	12.360,00 €	1.483,20 €	13.843,20 €
CE7capt	250,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	8.825,00 €	1.059,00 €	9.884,00 €
CE8capt	250,00	PEAD	PN10	140	- €	- €	- €	11.425,00 €	1.371,00 €	12.796,00 €
CE9capt	250,00	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	8.825,00 €	1.059,00 €	9.884,00 €
CE10capt	250,00	PEAD	PN10	110	- €	- €	- €	8.000,00 €	960,00 €	8.960,00 €
CE11capt	250,00	PEAD	PN10	110	- €	- €	- €	8.000,00 €	960,00 €	8.960,00 €
EE1-RAG	3737,67	PEAD	PN16	500	1.074,00 €	68.736,00 €	- €	767.717,42 €	100.503,29 €	938.030,71 €
EE2-RVF	1795,15	PEAD	PN10	200	662,40 €	42.393,60 €	- €	106.452,40 €	17.941,01 €	167.449,40 €
RAG-N1	3280,15	PEAD	PN10	355	1.348,80 €	86.323,20 €	- €	423.795,38 €	61.376,09 €	572.843,47 €
N1-RPT	150,86	PEAD	PN10	315	128,40 €	8.217,60 €	- €	16.323,05 €	2.960,29 €	27.629,34 €
N1-N2	5297,33	PEAD	PN16	200	4.515,48 €	254.115,84 €	71.520,75 €	314.131,67 €	77.314,05 €	721.597,79 €
N2-RCM	340,19	PEAD	PN10	110	- €	- €	- €	10.886,08 €	1.306,33 €	12.192,41 €
N2-N3	3315,61	PEAD	PN16	125	3.370,80 €	161.971,20 €	110.250,00 €	117.041,03 €	47.115,96 €	439.749,00 €
N3-RFM	548,08	PEAD	PN16	110	657,70 €	42.092,54 €	- €	17.538,56 €	7.234,66 €	67.523,46 €

Troço	Extensão (m)	Material	Classe de Pressão	DN	Custo de investimento					
					Pavimentos			Conduta	Outros custos	Total
					Marcação e corte	LR1	LR2			
N3-EE4	1433,33	PEAD	PN16	63	1.720,00 €	110.079,74 €	- €	42.856,57 €	18.558,76 €	173.215,06 €
EE3-RSP	1405,27	PEAD	PN10	75	1.495,20 €	95.692,80 €	- €	39.909,67 €	16.451,72 €	153.549,39 €
EE4-RRP	1548,98	PEAD	PN16	63	1.858,78 €	118.961,66 €	- €	43.991,03 €	19.777,38 €	184.588,85 €
<b>Total</b>	<b>25902,62</b>	-	-	-	<b>16.831,55 €</b>	<b>988.584,19 €</b>	<b>181.770,75 €</b>	<b>2.025.847,85 €</b>	<b>385.564,12 €</b>	<b>3.598.598,47 €</b>

A configuração da Solução C também implica a construção de condutas de ligação dos novos reservatórios às redes de distribuição existentes, que deles dependem. O custo de investimento estimado para construção destas condutas é apresentado no Quadro 9.8.

**Quadro 9.8. Custos de investimento associados a condutas distribuidoras - Solução C**

Troço	Extensão (m)	Material	Classe de Pressão	DN	Custo de investimento					
					Pavimentos			Conduta	Outros custos	Total
					Marcação e corte	LR1	LR2			
RAG-ZA1	3021,80	PEAD	PN10	355	1.038,00 €	66.432,00 €	- €	413.080,06 €	57.666,01 €	538.216,07 €
RAG-ZA8	3921,40	PEAD	PN10	160	- €	- €	- €	305.869,20 €	36.704,30 €	342.573,50 €
RCM-D	328,50	PEAD	PN10	125	- €	- €	- €	21.549,60 €	2.585,95 €	24.135,55 €
D-CM(ZA5)	816,40	PEAD	PN10	90	152,40 €	9.753,60 €	- €	35.839,96 €	5.489,52 €	51.235,48 €
D-QN(ZA5)	540,60	PEAD	PN10	110	462,00 €	29.568,00 €	- €	33.355,02 €	7.606,20 €	70.991,22 €
RFM-ZA6	377,30	PEAD	PN10	140	452,76 €	28.976,64 €	- €	26.976,95 €	6.768,76 €	63.175,11 €
<b>Total</b>	<b>9006,00</b>	-	-	-	<b>2.105,16 €</b>	<b>134.730,24 €</b>	<b>- €</b>	<b>836.670,79 €</b>	<b>116.820,74 €</b>	<b>1.090.326,93 €</b>

Note-se que, de acordo com o solicitado pelo dono da obra, foi considerada o levantamento e reposição de pavimentos em toda a largura das vias. Nas intervenções em estradas municipais (LR1) considerou-se uma largura constante de 6,0 m e, no caso de estradas nacionais (LR2), foi assumida uma largura de 7,5 m.

### 9.2.3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Os custos associados às intervenções preconizadas em estações elevatórias foram estimados com base no mesmo documento de referência utilizado nos casos anteriores. No Quadro 9.9, são apresentados os custos de investimento estimados para construção das estações elevatórias contempladas na Solução A.



**Quadro 9.9. Custos de investimento associados a estações elevatórias - Solução A**

Designação	Caudal (l/s)	Altura manométrica (mca)	Potência de escoamento (kW)	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
EE1 - Águas Belas	111,82	77,87	85,42	104.165,92 €	260.731,73 €	43.787,72 €	408.685,37 €
EE2 - Águas Belas	22,14	53,85	11,69	40.910,63 €	116.298,60 €	18.865,11 €	176.074,34 €
EE3 - Paliteira	53,48	41,85	21,96	55.011,39 €	150.202,50 €	24.625,67 €	229.839,56 €
EE4 - Famalicão	2,25	138,50	3,05	21.765,05 €	67.424,70 €	10.702,77 €	99.892,52 €
EE5 - S. Pescaria	1,46	18,50	0,27	- €	25.015,97 €	3.001,92 €	28.017,88 €
<b>Total</b>	-	-	-	221.852,99 €	619.673,50 €	100.983,18 €	942.509,67 €

Por seu tudo, os custos de investimento associados à construção das estações elevatórias previstas nos sistemas de abastecimento do município da Nazaré, segundo a configuração da Solução B, são indicados no Quadro 9.10.

**Quadro 9.10. Custos de investimento associados a estações elevatórias - Solução B**

Designação	Caudal (l/s)	Altura manométrica (mca)	Potência de escoamento (kW)	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
EE1 - Águas Belas	114,40	141,04	158,29	139.197,50 €	334.930,77 €	56.895,39 €	531.023,67 €
EE2 - Águas Belas	22,14	53,85	11,69	40.910,63 €	116.298,60 €	18.865,11 €	176.074,34 €
EE3 - Famalicão	2,25	138,50	3,05	- €	67.424,70 €	8.090,96 €	75.515,67 €
EE4 - Serra Pescaria	1,46	18,50	0,27	- €	25.015,97 €	3.001,92 €	28.017,88 €
<b>Total</b>	-	-	-	180.108,13 €	543.670,04 €	86.853,38 €	810.631,56 €

Por fim, no Quadro 9.11, são apresentados os custos de investimento estimados para construção das estações elevatórias previstas na Solução C.

**Quadro 9.11. Custos de investimento associados a estações elevatórias - Solução C**

Designação	Caudal (l/s)	Altura manométrica (mca)	Potência de escoamento (kW)	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
EE1 - Águas Belas	115,43	141,14	159,83	139.831,97 €	336.249,11 €	57.129,73 €	533.210,80 €
EE2 - Águas Belas	22,14	53,85	11,69	40.910,63 €	116.298,60 €	18.865,11 €	176.074,34 €
EE3 - Casal Mota	2,05	63,68	1,28	- €	47.414,71 €	5.689,77 €	53.104,48 €

Designação	Caudal (l/s)	Altura manométrica (mca)	Potência de escoamento (kW)	Custo de investimento			
				Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
EE4 - Raposos	1,71	124,49	2,09	18.209,92 €	57.798,15 €	9.120,97 €	85.129,04 €
EE5 - Famalicão	9,76	19,55	1,87	- €	55.262,15 €	6.631,46 €	61.893,61 €
Total	-	-	-	198.952,52 €	613.022,73 €	97.437,03 €	909.412,27 €

Importa realçar o facto de, nos quadros anteriores, não ter sido apresentado estimativa de custos associados à parcela de construção civil em algumas estações elevatórias. Este procedimento é justificado pelo facto de as estações de bombagem em causa, estarem integradas nas câmaras de manobras de reservatórios. Evita-se, deste modo, uma duplicação de custos, uma vez que a parcela associada à construção civil já está considerada no custo de investimento dos reservatórios.

#### 9.2.4. INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO

Qualquer das soluções estudadas contempla uma única instalação de tratamento, localizada junto ao reservatório de regularização e à central elevatória de Águas Belas. As unidades de reforço da desinfecção dispersas no sistema adutor não se enquadram no âmbito deste capítulo, considerando-se incluídas nos custos dos equipamentos dos reservatórios e estações de bombagem (e.g. EE4 - Solução C). Tendo em consideração os critérios considerados no documento de referência, a ETA de Águas Belas está associada a um “nível de tratamento do Tipo I - correcção de pH + desinfecção”.

No Quadro 9.12, são apresentados os custos de investimento estimados para construção da ETA de Águas Belas, para as três soluções estudadas.

**Quadro 9.12. Custos de investimento associados a instalações de tratamento**

Instalação de Tratamento de Águas Belas	Caudal (l/s)	Custo investimento			
		Construção civil	Equipamento	Outros custos	Total
Solução A	133,96	80.373,81 €	52.912,76 €	15.994,39 €	149.280,95 €
Solução B	136,54	81.923,62 €	53.933,05 €	16.302,80 €	152.159,47 €
Solução C	137,57	82.539,55 €	54.338,54 €	16.425,37 €	153.303,45 €

#### 9.2.5. CAPTAÇÕES

Na estimativa dos custos de investimento associados à remodelação das captações de Águas Belas, tendo em consideração a profundidade da intervenção necessária, foi considerada a metodologia apresentada para execução de novos furos, no *Guia de Consulta Rápida* do Estudo sobre “Custos de

referência de infraestruturas do ciclo urbano da água, de valorização de resíduos sólidos urbanos e de protecção da orla costeira”.

Com base na metodologia citada, a execução das captações subterrâneas reparte-se por duas fases, a saber: Fase I - execução de furo e ensaio de capacidade de extração de captações de água subterrânea; Fase II - construção da estação elevatória de captação de água subterrânea. Refere-se, ainda, que a estimativa do custo de execução dos furos e ensaios de capacidade de extração (Fase I) foi realizada com base na profundidade de perfuração.

Tendo em consideração que serão preservados os caudais de bombagem actuais e que estes são suficientes para suprirem as necessidades em qualquer uma das três soluções estudadas, o custo de investimento associado à remodelação do parque de captações de Águas Belas é o mesmo. No Quadro 9.13 e apresentada a estimativa para remodelação de cada uma das captações e o valor global de investimento previsto.

**Quadro 9.13. Custos de investimento em captações subterrâneas - soluções A, B e C**

Captações	Profund. de perfuração P <sub>p</sub> (m)	Diâmetro de perfuração Ø <sub>p</sub> (mm)	Caudal da bomba Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Altura man. H <sub>m</sub> (mca)	Potência de escoam. P <sub>e</sub> (kW)	Custos de investimento					
						Fase I		Fase II		Outros custos	Total global
						Exec. e Ensaio	Const. Civil	Equip e Eléct.			
AC1	40	300	72,0	43,67	8,57	17.821,27 €	14.102,79 €	23.714,62 €	6.676,64 €	62.315,31 €	
AC2	40	300	72,0	43,67	8,57	17.821,27 €	14.102,79 €	23.714,62 €	6.676,64 €	62.315,31 €	
AC3	40	300	72,0	43,67	8,57	17.821,27 €	14.102,79 €	23.714,62 €	6.676,64 €	62.315,31 €	
AC5	40	300	54,0	43,67	6,43	17.821,27 €	12.862,47 €	19.562,85 €	6.029,59 €	56.276,18 €	
PS1	40	300	40,0	43,67	4,76	17.821,27 €	11.684,70 €	16.004,38 €	5.461,24 €	50.971,59 €	
PS2	40	300	50,0	43,67	5,95	17.821,27 €	12.549,57 €	18.581,11 €	5.874,23 €	54.826,18 €	
JK4	40	300	36,0	43,67	4,28	17.821,27 €	11.297,32 €	14.915,13 €	5.284,05 €	49.317,76 €	
SL1	40	300	44,0	43,67	5,24	17.821,27 €	12.046,57 €	17.058,10 €	5.631,11 €	52.557,04 €	
SL2	40	300	35,0	43,67	4,16	17.821,27 €	11.195,93 €	14.636,67 €	5.238,46 €	48.892,33 €	
SL3	40	300	28,0	43,67	3,33	17.821,27 €	10.424,35 €	12.606,93 €	4.902,31 €	45.754,86 €	
SL4	40	300	28,0	43,67	3,33	17.821,27 €	10.424,35 €	12.606,93 €	4.902,31 €	45.754,86 €	
Total	-	-	-	-	-	196.033,93 €	134.793,63 €	197.115,97 €	63.353,22 €	591.296,75 €	

## 9.2.6. SUMÁRIO

A síntese dos custos globais de investimento estimados para remodelação dos sistemas de abastecimento de água do concelho da Nazaré é apresentada no Quadro 9.14.

**Quadro 9.14. Resumo dos custos de investimento globais**

Infraestrutura	Solução A	Solução B	Solução C
Reservatórios	3.866.724,06 €	2.702.591,20 €	3.304.559,11 €
Estações Elevatórias	942.509,67 €	810.631,56 €	847.518,66 €
Captações	591.296,75 €	591.296,75 €	591.296,75 €
Conduatas	3.232.719,86 €	4.289.600,12 €	4.676.309,63 €
Instalações de Tratamento	149.280,95 €	152.159,47 €	153.303,45 €
<b>Total</b>	<b>8.782.531,31 €</b>	<b>8.546.279,11 €</b>	<b>9.572.987,61 €</b>

## 9.3. CUSTOS DE MANUTENÇÃO

### 9.3.1. CRITÉRIOS PARA ESTABELECIMENTO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Como referenciais médios de manutenção anuais, admitem-se os percentuais indicados no Quadro 9.15, em função do valor de investimento, a preços constantes, associado a cada tipo de infraestrutura de abastecimento de água.

**Quadro 9.15. Taxas de manutenção referenciais**

Infraestrutura	Construção civil e material hidráulico	Equipamentos e outros materiais
Captações	0,50%	1,50%
Estações de tratamento	0,50%	2,00%
Estações elevatórias	0,25%	2,00%
Conduatas adutoras	0,50%	desprezável
Conduatas distribuidoras	1,00%	desprezável
Reservatório	0,25%	1,50%

Relativamente à repartição dos investimentos entre a as componentes de construção civil e equipamento, existem dois casos a ter em consideração, a saber:

- Para as captações, estações de tratamento, estações elevatórias e reservatórios, a repartição é realizável, automaticamente, a partir dos valores já apresentados de forma independente, nos quadros dos respectivos de custos de investimento;
- No que se refere às restantes infraestruturas, assume-se a distribuição indicada no Quadro 9.16.

**Quadro 9.16. Relação entre construção civil e equipamento**

Infraestrutura	Construção civil e material hidráulico	Equipamentos e outros materiais
Condutas adutoras	90,00%	10,00%
Condutas distribuidoras	90,00%	10,00%

### 9.3.2. ESTIMATIVA DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Em função da metodologia descrita no subcapítulo anterior, procedeu-se à estimativa dos custos de manutenção das infraestruturas propostas, no âmbito de cada uma das soluções estudadas. Importa realçar que estão apenas a ser consideradas infraestruturas novas, reabilitadas e/ou remodeladas.

Os encargos anuais, a suportar com manutenção das infraestruturas previstas na Solução A, são apresentados no Quadro 9.17.

**Quadro 9.17. Custos de manutenção de infraestruturas - Solução A**

Condutas elevatórias	Custos de manutenção (€/ano)		
	Construção civil e material hidráulico	Equipamentos e outros materiais	Total
Captações	673,97 €	2.956,74 €	3.630,71 €
Instalações de tratamento	401,87 €	1.058,26 €	1.460,12 €
Estações elevatórias	554,63 €	12.393,47 €	12.948,10 €
Reservatórios	6.364,70 €	13.598,26 €	19.962,96 €
Condutas adutoras	12.988,61 €	- €	12.988,61 €
Condutas distribuidoras	- €	- €	- €
<b>Total</b>	<b>20.983,78 €</b>	<b>30.006,72 €</b>	<b>50.990,50 €</b>

No caso da Solução B, os custos de manutenção de infraestruturas novas e remodeladas esperados são os apresentados no Quadro 9.18.

**Quadro 9.18. Custos de manutenção de infraestruturas - Solução B**

Condutas elevatórias	Custos de manutenção (€/ano)		
	Construção civil e material hidráulico	Equipamentos e outros materiais	Total
Captações	673,97 €	2.956,74 €	3.630,71 €
Instalações de tratamento	409,62 €	1.078,66 €	1.488,28 €
Estações elevatórias	450,27 €	10.873,40 €	11.323,67 €
Reservatórios	4.509,40 €	9.138,99 €	13.648,39 €
Condutas adutoras	14.857,30 €	- €	14.857,30 €
Condutas distribuidoras	4.856,78 €	- €	4.856,78 €
<b>Total</b>	<b>25.757,34 €</b>	<b>24.047,79 €</b>	<b>49.805,13 €</b>

Finalmente, para a Solução C, os custos estimados para manutenção das infraestruturas previstas, são os apresentados no Quadro 9.19.

**Quadro 9.19. Custos de manutenção de infraestruturas - Solução C**

Condutas elevatórias	Custos de manutenção (€/ano)		
	Construção civil e material hidráulico	Equipamentos e outros materiais	Total
Captações	673,97 €	2.956,74 €	3.630,71 €
Instalações de tratamento	412,70 €	1.086,77 €	1.499,47 €
Estações elevatórias	497,38 €	12.260,45 €	12.757,84 €
Reservatórios	5.491,73 €	11.307,10 €	16.798,83 €
Condutas adutoras	14.458,65 €	- €	14.458,65 €
Condutas distribuidoras	8.761,56 €	- €	8.761,56 €
<b>Total</b>	<b>30.295,99 €</b>	<b>27.611,07 €</b>	<b>57.907,05 €</b>

Nos quadros anteriores, o custo de manutenção apresentado para condutas distribuidoras, diz respeito, unicamente, aos troços de ligação entre novos reservatórios e/ou reservatórios reabilitados e as redes de condutas de distribuição dependentes dos mesmos.

## 9.4. CUSTOS DE EXPLORAÇÃO

### 9.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os custos de exploração das infraestruturas que compõem as três soluções apresentadas para remodelação do sistema de abastecimento objecto de estudo incluem, exclusivamente, os custos de energia. Os encargos com reagentes, com controlo analítico, com pessoal, bem como os custos envolvidos na reparação das viaturas não serão contabilizados na estimativa dos encargos com a exploração do sistema.

### 9.4.2. CRITÉRIOS PARA ESTABELECIMENTO DE CUSTOS DE ENERGIA

O estudo dos encargos energéticos incide, unicamente, no funcionamento de estações elevatórias (incluindo captações), uma vez que o sistema não tem outras instalações que constituam consumidores de relevo. Face às características da ETA de Águas Belas, assume-se que o consumo energético associado ao funcionamento dos equipamentos da mesma é desprezável.

Os custos inerentes ao funcionamento de uma estação elevatória representam um encargo significativo, devendo ter-se em conta que a despesa mensal com a energia eléctrica é composta pela soma de duas das suas principais parcelas, correspondentes ao preço da potência e ao preço da energia activa gasta.

Para o tipo de obras em causa considera-se que a energia é fornecida em baixa tensão, para potências contratadas inferiores a 41,4 kVA.

O cálculo do custo de energia eléctrica que se apresenta em seguida é realizado com base no tarifário de energia eléctrica, publicado pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, ERSE, para o ano de 2015. Considera-se que a utilização anual de potência é superior a 5000 horas, correspondendo-lhe o tarifário de longas utilizações.

#### BAIXA TENSÃO

O sistema tarifário em vigor faz depender a facturação de energia de duas parcelas “termo tarifário fixo” e “custo unitário de energia”. O “termo tarifário fixo” (CTF) depende da potência contratada, de acordo com os valores indicados no Quadro 9.20, para valores entre 2,3 e 20,7 kVA.

**Quadro 9.20. Potências contratadas compreendidas entre 2,3 e 20,7 kVA**

Potência Contratada (kVA)	CTF	
	(€/mês)	(€/dia)
3,45	4,83	0,1584
4,6	6,28	0,2058
5,75	7,72	0,2531
6,9	9,16	0,3003

Potência Contratada (kVA)	CTF	
	(€/mês)	(€/dia)
10,35	13,48	0,4419
13,8	17,80	0,5835
17,25	22,12	0,7251
20,7	26,44	0,8668

Para potências entre 20,7 e 41,4 kVA, os valores do “termo tarifário fixo” (CTF são os indicados no Quadro 9.21.

**Quadro 9.21. Potências contratadas compreendidas entre 20,7 e 41,4 kVA**

Potência Contratada (kVA)	CTF	
	(€/mês)	(€/dia)
27,6	135,20	4,4327
34,5	168,91	5,5379
41,4	202,61	6,6428

A potência a facturar é função da potência contratada, que se estima como excedendo, em cerca de 20 % a potência total,  $P$ , dos grupos elevatórios. Admitindo que o rendimento,  $\eta$ , dos grupos elevatórios em sistemas de abastecimento de água, é de 75 %, a potência é determinada pela expressão seguinte:

$$P (kW) = \frac{Q \times H \times 9,8}{0,75} \times \frac{1}{1000}$$

em que  $Q$  representa o caudal em l/s e  $H$  a altura manométrica em mca.

O “custo unitário de energia” é função do período horário do ciclo de contagem contratado (ciclo semanal ou ciclo diário). Considerando um ciclo diário de contagem, tanto no período de Inverno como no Verão, para todos os dias da semana, o número de horas diárias por período horário, é o que se apresenta a seguir:

- Horas de Ponta ..... 4 h
- Horas Cheias ..... 10 h
- Horas de Vazio ..... 10 h

Considerando que uma determinada instalação funciona por um período ininterrupto de 24 h diárias, então, o número total anual para cada período horário, é o seguinte:



- Horas de Ponta ..... 1460 h
- Horas de Cheia ..... 3650 h
- Horas de Vazio..... 3650 h

O valor médio ponderado da energia, a considera ao longo de um ano, é de 0,1262 €/kWh.

A facturação de energia é obtida pelo somatório do “termo tarifário fixo”, independentemente do consumo de energia efectivo da instalação e do “custo de energia”.

#### MÉDIA TENSÃO

O sistema tarifário em vigor faz depender a facturação de energia em três parcelas, a saber: “ termo tarifário fixo”, “ encargos com potência” e “custo unitário de energia”.

O “ termo tarifário fixo” é de 47,33 €/mês.

Para determinação dos “encargos de potência” devem ser considerados dois tipos de tarifas de potência:

- tarifa relativa à utilização de potência em horas de ponta: 10,157 €/kW.mês
- tarifa relativa à potência contratada: 1,552 €/kW.mês

Os encargos com potência em hora de ponta dependem da utilização efectiva do equipamento, durante as horas de ponta e são calculados pelo quociente entre a energia fornecida em horas de ponta e o número de horas de ponta, ambos considerados para o período de tempo a que a factura respeita.

Admite-se que a potencia total contratada venha a exceder em 20 % o valor da potência total dos grupos elevatórios.

Quanto ao “custo unitário de energia”, refere-se que é função do período trimestral do ano, da utilização da energia (admite-se longa duração) e do período horário. O período horário é, por sua vez, diferente entre o Inverno e o Verão, e é função do ciclo de contagem contratado (ciclo semanal ou ciclo diário).

Actualmente, para clientes finais em Média Tensão, com regime de contagem tetra-horário, o tarifário em vigor é o que se apresenta no Quadro 9.22.

**Quadro 9.22 Tarifário MT com regime de contagem tetra-horário**

Energia Activa (tarifa de longas utilizações)	€/kWh	
	Períodos	
	I, IV	II, III
Horas de Ponta	0,1368	0,1397
Horas Cheias	0,1074	0,1096

Energia Activa (tarifa de longas utilizações)	€/kWh	
	Períodos	
	I, IV	II, III
Horas de Vazio Normal	0,0757	0,0784
Horas de Super Vazio	0,0646	0,0720

Considerando um ciclo diário de contagem, tanto no período de Inverno como no Verão, para todos os dias da semana, o número de horas diárias por período horário, é o que se apresenta a seguir:

- Horas de Ponta ..... 4 h
- Horas Cheias ..... 10 h
- Horas de Vazio ..... 6 h
- Horas de supervazio ..... 4 h

Considerando que uma determinada instalação funciona por um período ininterrupto de 24 horas diárias, então o número total de horas anual, para cada período horário é o apresentado no Quadro 9.23.

**Quadro 9.23. Número de horas anuais por período horário**

Regime de Contagem	Ponta (h)	Cheia (h)	Vazio (h)	Supervazio (h)
Período I	360	900	540	360
Período II	364	910	546	364
Período III	368	920	552	368
Período IV	368	920	552	368
Total	1460	3650	2190	1460

O valor médio, devidamente, ponderado da energia, a considerar ao longo de um ano, é de 0,0989 €/kWh. A facturação da energia é obtida pelo somatório do “termo tarifário fixo”, dos “encargos de potência” e do “custo de energia”. As duas parcelas admitem-se como fixas e independentes do consumo da energia da instalação.

#### **9.4.3. ESTIMATIVA DE ENCARGOS COM ENERGIA**

Para a solução A, admitindo que existem períodos de adução distintos em função da época (alta ou baixa), os encargos com energia são os apresentados no Quadro 9.24.

**Quadro 9.24. Encargos com energia - Solução A (estações elevatórias)**

Estação Elevatória	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Adução (h)	Potência (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
<b>Época Alta (60 dias/ano)</b>								
AC1	20,00	43,67	22	11,41	-	-	-	-
AC2	20,00	43,67	22	11,41	-	-	-	-
AC3	20,00	43,67	22	11,41	-	-	-	-
AC5	15,00	43,67	22	8,56	-	-	-	-
PS1	11,11	43,67	22	6,34	-	-	-	-
PS2	13,89	43,67	22	7,92	-	-	-	-
JK4	10,00	43,67	22	5,71	-	-	-	-
SL1	12,22	43,67	22	6,97	-	-	-	-
SL2	9,72	43,67	22	5,55	-	-	-	-
SL3	7,78	43,67	22	4,44	-	-	-	-
SL4	7,78	43,67	22	4,44	-	-	-	-
<b>Total núcleo captações de Águas Belas</b>			22	84,16	47,33	1182,52	11222,95	13.682,65 €
EE1-RPT	111,82	77,87	20	113,78	-	-	-	-
EE2-RVF	22,14	53,85	16	15,58	-	-	-	-
<b>Total Central Elevatória Águas Belas</b>			20	129,35	47,33	1817,51	14981,96	18.711,64 €
EE3-RCL	53,48	41,85	20	29,25	202,61	-	4429,18	4.834,40 €
EE4-RSP1	2,25	138,50	12	4,07	7,72	-	437,52	452,96 €
EE5-RSP2	1,46	18,50	6	0,35	4,83	-	19,03	28,69 €
<b>Total Época Alta</b>								<b>37.710,34 €</b>
<b>Época Baixa (305 dias/ano)</b>								
AC1	20,00	43,67	12	11,41	-	-	-	-
AC2	20,00	43,67	12	11,41	-	-	-	-
AC3	20,00	43,67	12	11,41	-	-	-	-
AC5	15,00	43,67	12	8,56	-	-	-	-
PS1	11,11	43,67	12	6,34	-	-	-	-
PS2	13,89	43,67	12	7,92	-	-	-	-
JK4	10,00	43,67	12	5,71	-	-	-	-
SL1	12,22	43,67	12	6,97	-	-	-	-
SL2	9,72	43,67	12	5,55	-	-	-	-
SL3	7,78	43,67	12	4,44	-	-	-	-
SL4	7,78	43,67	12	4,44	-	-	-	-
<b>Total núcleo captações de Águas Belas</b>			12	84,16	47,33	1182,52	30658,38	42.956,86 €
EE1-RPT	111,82	77,87	10	113,78	-	-	-	-

Estação Elevatória	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Adução (h)	Potência (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
EE2-RVF	22,14	53,85	12	15,58	-	-	-	-
<b>Total Central Elevatória Águas Belas</b>			10	129,35	47,33	1817,51	40178,48	58.826,91 €
EE3-RCL	53,48	41,85	10	29,25	202,61	-	11079,18	13.105,28 €
EE4-RSP1	2,25	138,50	5	4,07	7,72	-	987,62	1.064,82 €
EE5-RSP2	1,46	18,50	2	0,35	4,83	-	37,94	86,24 €
<b>Total Época Baixa</b>								116.040,11 €
<b>Total</b>								153.750,45 €

Na Solução A, deve ter-se em consideração, ainda, o encargo energético (Quadro 9.25) inerente ao funcionamento das centrais hidropneumáticas associadas aos reservatórios de Casal Lagar, de Camarção e de Valado dos Frades.

**Quadro 9.25. Encargos com energia - Solução A (centrais hidropneumáticas)**

Estação Hidropneumática	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Func. (h)	Potência ponderada (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
<b>Época Alta e Época Baixa</b>								
CH (RCL)	36,24	45,00	24	12,39	168,91	-	13700,07	15.726,99 €
CH (RCM)	28,71	45,00	24	9,03	43,88	-	12002,35	12.528,91 €
CH (RVF)	4,18	35,00	24	2,01	4,83	-	2636,03	2.693,99 €
<b>Total</b>								30.949,89 €

Para a Solução B, são esperados os custos com energia indicados no Quadro 9.26.

**Quadro 9.26. Encargos com energia - Solução B**

Estação Elevatória	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Adução (h)	Potência (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
<b>Época Alta (60 dias/ano)</b>								
AC1	20,00	43,67	23	11,41	-	-	-	-
AC2	20,00	43,67	23	11,41	-	-	-	-
AC3	20,00	43,67	23	11,41	-	-	-	-

Estação Elevatória	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Adução (h)	Potência (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
AC5	15,00	43,67	23	8,56	-	-	-	-
PS1	11,11	43,67	23	6,34	-	-	-	-
PS2	13,89	43,67	23	7,92	-	-	-	-
JK4	10,00	43,67	23	5,71	-	-	-	-
SL1	12,22	43,67	23	6,97	-	-	-	-
SL2	9,72	43,67	23	5,55	-	-	-	-
SL3	7,78	43,67	23	4,44	-	-	-	-
SL4	7,78	43,67	23	4,44	-	-	-	-
<b>Total núcleo captações de Águas Belas</b>			23	84,16	47,33	1182,52	11446,75	13.906,45 €
EE1-RAG	114,40	141,04	20	210,83	-	-	-	-
EE2-RVF	22,14	53,85	16	15,58	-	-	-	-
<b>Total Central Elevatória Águas Belas</b>			20	226,41	47,33	3181,23	26500,63	32.957,75 €
EE3-RSP1	2,25	138,50	12	4,07	7,72	-	437,52	452,96 €
EE4-RSP2	1,46	18,50	6	0,35	4,83	-	19,03	28,69 €
<b>Total Época Alta</b>								<b>47.345,85 €</b>
<b>Época Baixa (305 dias/ano)</b>								
AC1	20,00	43,67	12	11,41	-	-	-	-
AC2	20,00	43,67	12	11,41	-	-	-	-
AC3	20,00	43,67	12	11,41	-	-	-	-
AC5	15,00	43,67	12	8,56	-	-	-	-
PS1	11,11	43,67	12	6,34	-	-	-	-
PS2	13,89	43,67	12	7,92	-	-	-	-
JK4	10,00	43,67	12	5,71	-	-	-	-
SL1	12,22	43,67	12	6,97	-	-	-	-
SL2	9,72	43,67	12	5,55	-	-	-	-
SL3	7,78	43,67	12	4,44	-	-	-	-
SL4	7,78	43,67	12	4,44	-	-	-	-
<b>Total núcleo captações de Águas Belas</b>			12	84,16	47,33	1182,52	31527,13	43.825,61 €
EE1-RAG	114,40	141,04	10	210,83	-	-	-	-
EE2-RVF	22,14	53,85	12	15,58	-	-	-	-
<b>Total Central Elevatória Águas Belas</b>			10	226,41	47,33	3181,23	70325,90	102.611,51 €
EE3-RSP1	2,25	138,50	5	4,07	7,72	-	987,62	1.064,82 €
EE4-RSP2	1,46	18,50	2	0,35	4,83	-	37,94	86,24 €
<b>Total Época Baixa</b>								<b>147.588,17 €</b>
<b>Total</b>								<b>194.934,02 €</b>

Na Solução B, deve ter-se em consideração, ainda, o encargo energético (Quadro 9.27) inerente ao funcionamento da central hidropneumática associada ao reservatório de Valado dos Frades.

**Quadro 9.27. Encargos com energia - Solução B (centrais hidropneumáticas)**

Estação Hidropneumática	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Func. (h)	Potência ponderada (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
Época Alta e Época Baixa								
CH (RVF)	4,18	35,00	24	2,01	4,83	-	2636,03	2.693,99 €
<b>Total</b>								<b>2.693,99 €</b>

Finalmente, os encargos com energia estimados para a Solução C são os apresentados no Quadro 9.28.

**Quadro 9.28. Encargos com energia - Solução C**

Estação Elevatória	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Adução (h)	Potência (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
Época Alta (60 dias/ano)								
AC1	20,00	43,67	23	11,41	-	-	-	-
AC2	20,00	43,67	23	11,41	-	-	-	-
AC3	20,00	43,67	23	11,41	-	-	-	-
AC5	15,00	43,67	23	8,56	-	-	-	-
PS1	11,11	43,67	23	6,34	-	-	-	-
PS2	13,89	43,67	23	7,92	-	-	-	-
JK4	10,00	43,67	23	5,71	-	-	-	-
SL1	12,22	43,67	23	6,97	-	-	-	-
SL2	9,72	43,67	23	5,55	-	-	-	-
SL3	7,78	43,67	23	4,44	-	-	-	-
SL4	7,78	43,67	23	4,44	-	-	-	-
<b>Total núcleo captações de Águas Belas</b>			23	84,16	47,33	1182,52	11535,70	13.995,40 €
EE1-RAG	115,43	141,14	20	212,88	-	-	-	-
EE2-RVF	22,14	53,85	16	15,58	-	-	-	-
<b>Total Central Elevatória Águas Belas</b>			20	228,46	47,33	3210,03	26743,91	33.258,63 €
EE3-RSP	2,05	63,68	12	1,71	4,83	-	183,82	193,48 €
EE4-RRP	1,71	124,49	12	2,78	6,28	-	299,37	311,93 €
EE5-TPRFM	9,76	19,55	6	2,49	4,83	-	134,02	143,68 €

Estação Elevatória	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Adução (h)	Potência (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
Total Época Alta								47.903,12 €
Época Baixa (305 dias/ano)								
AC1	20,00	43,67	13	11,41	-	-	-	-
AC2	20,00	43,67	13	11,41	-	-	-	-
AC3	20,00	43,67	13	11,41	-	-	-	-
AC5	15,00	43,67	13	8,56	-	-	-	-
PS1	11,11	43,67	13	6,34	-	-	-	-
PS2	13,89	43,67	13	7,92	-	-	-	-
JK4	10,00	43,67	13	5,71	-	-	-	-
SL1	12,22	43,67	13	6,97	-	-	-	-
SL2	9,72	43,67	13	5,55	-	-	-	-
SL3	7,78	43,67	13	4,44	-	-	-	-
SL4	7,78	43,67	13	4,44	-	-	-	-
<b>Total núcleo captações de Águas Belas</b>			13	84,16	47,33	1182,52	31874,92	44.173,41 €
EE1-RAG	115,43	141,14	10	212,88	-	-	-	-
EE2-RVF	22,14	53,85	12	15,58	-	-	-	-
<b>Total Central Elevatória Águas Belas</b>			10	228,46	47,33	3210,03	71252,51	103.826,14 €
EE3-RSP	2,05	63,68	5	1,71	4,83	-	390,00	438,30 €
EE4-RRP	1,71	124,49	9	2,78	6,28	-	1170,62	1.233,42 €
EE5-TPRFM	9,76	19,55	6	2,49	4,83	-	681,29	729,59 €
Total Época Baixa								150.400,85 €
Total								198.303,97 €

Na Solução C, deve ter-se em consideração, ainda, o encargo energético (Quadro 9.29) inerente ao funcionamento das centrais hidropneumáticas associadas aos reservatórios de Serra da Pescaria, de Raposos e de Valado dos Frades.

**Quadro 9.29. Encargos com energia - Solução C (centrais hidropneumáticas)**

Estação Hidropneumática	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Func. (h)	Potência ponderada (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
Época Alta e Época Baixa								
CH (RSP)	2,64	20,00	24	0,74	4,83	-	972,40	1.030,36 €

Estação Hidropneumática	Caudal (l/s)	Alura Manométrica (mca)	Período Diário de Func. (h)	Potência ponderada (kW)	Termo Tarifário Fixo (€/mês)	Encargos Potência (€/kW.mês)	Encargos Energia Activa (€/ano)	Encargo Total Anual
CH (RRP)	4,14	35,00	24	2,01	4,83	-	2636,03	2.693,99 €
CH (RVF)	4,01	35,00	24	2,01	4,83	-	2636,03	2.693,99 €
Total								6.418,33 €

De modo a ter uma estimativa dos encargos com energia, mais próxima da realidade do município da Nazaré, consideraram-se dois períodos de referência: época alta e época baixa, atribuindo-se à primeira uma duração de 60 dias e à restante de 305 dias. Considera-se desprezável o erro associado à duração da época alta, que aqui se considera igual para todas as freguesias, quando na realidade é diferenciada.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permite concluir que as infraestruturas que integram o sistema de abastecimento de água do município da Nazaré carecem, urgentemente, de uma intervenção profunda de remodelação. O estado de degradação geral, a capacidade, claramente, insuficiente, não só ao nível do transporte, mas também da reserva de água, bem como desorganização do sistema, constituem uma realidade evidenciada, de forma inequívoca neste documento.

Com base nas características do concelho e nos objectivos estratégicos no SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DA NAZARÉ, foram estudadas três soluções para remodelação do sistema de abastecimento de água, relativamente às quais, serão, a seguir, apresentadas algumas considerações importantes para processo de análise e deliberação, relativamente à solução que servirá de base às fases seguintes dos trabalhos, nomeadamente, de projecto.

A síntese dos custos de investimento, de manutenção e de exploração de infraestruturas, associados a cada uma das três soluções estudadas, em termos globais e por habitante servido, é apresentada no Quadro 10.1.

**Quadro 10.1. Síntese dos custos de investimento e de exploração**

Solução	Custo de Investimento		Custo de Manutenção		Custo de Exploração	
	Total	Por habitante	Total anual	Por hab/ano	Total anual	Por hab/ano
Solução A	8.782.531 €	336 €	50.991 €	2 €	184.700 €	7 €
Solução B	8.558.895 €	321 €	49.805 €	2 €	194.934 €	7 €
Solução C	9.585.603 €	356 €	57.907 €	2 €	198.304 €	7 €



Efectuando uma análise “cega” dos custos de investimento obtidos, a Solução B afigura-se como a mais vantajosa, enquanto a Solução A (Base) representa a mais económica no que se refere aos custos de exploração.

Contudo, esta análise não se deve restringir apenas a estes indicadores, exigindo a ponderação de outros factores importantes. Relativamente à Solução A, importa reter os seguintes aspectos:

- Na Solução A, o reservatório de Paliteira, assume o papel de pivô do sistema de Águas Belas, condição que impõe o aumento da sua capacidade para 5100 m<sup>3</sup>. Tendo em consideração as características da instalação existente, importa destacar as dificuldades relativamente ao faseamento da obra e ao estabelecimento de diversas ligações provisórias, uma vez, além das redes de distribuição, existem outros reservatórios dependentes de RPT. Este reservatório terá, ainda, que incorporar uma estação elevatória para adução a RCL;
- Os reservatórios de Casal Lagar e de Camarçã, RCL e RCM, respectivamente, são do tipo apoiado, situação que requer a instalação de uma central hidropneumática em cada um para permitir abastecer a parcela de rede de distribuição, actualmente, dependente do reservatório elevado do Sítio, RST (a desactivar e demolir). Os encargos energéticos e de manutenção associados a estes equipamentos não são desprezáveis e, tendo em consideração o grau de incerteza associado às condições de operação reais destes equipamentos, os consumos de energia podem, facilmente, ser superiores aos indicados no quadro respectivo. Note-se que a zona de abastecimento a servir pelas centrais hidropneumáticas é, maioritariamente, ocupada por habitantes residentes, o que pressupõe um consumo relativamente estável ao longo do ano, não se fazendo sentir a redução de consumo característica da época baixa, tal como se verifica em zonas caracterizadas pela forte presença da população flutuante;
- Ainda relativamente aos órgãos anteriores, importa salientar o impacto associado à construção dos mesmos no coração da malha urbana, uma vez que são reservatórios de médio porte. Além da total falta de enquadramento urbanístico, RCL e RCM, iriam ocupar espaços “verdes”, com áreas significativas;
- A configuração da Solução A não permite resolver um dos principais problemas do sistema actual, nomeadamente a adução e distribuição à freguesia de Famalicão. Uma vez que as zonas em causa são dependentes do reservatório de Paliteira, continuará a ser necessário assegurar, em permanência, um nível de água no interior de RPT, próximo do seu nível de pleno armazenamento (consultar capítulo dedicado à verificação das condições de funcionamento hidráulico);
- A total dependência do abastecimento por entidades externas, em particular, nos sistemas de Fanhais e de Raposos, continua a ser uma realidade na Solução A.

No que se refere à Solução B, também existem algumas fragilidades que importa realçar:

- Apesar de resolvida a adução ao reservatório de Famalicão, RFM, uma vez que passa a ser alimentado a partir do novo reservatório de Agueira, RAG, condição que permite ultrapassar, facilmente, o ponto alto do terreno que, a partir de RPT, só é possível com este reservatório praticamente cheio, o abastecimento à população de Casal Mota, de Quinta Nova, Quinta da

Pescaria e Casais de Baixo, lugares pertencentes à freguesia de Famalicão, continua a processar-se a partir de RPT. Deste modo, a população associada aos referidos lugares, irá continuar a estar sujeita a interrupções no abastecimento, sempre que o nível da água no reservatório RPT desça abaixo da cota que permite vencer o ponto alto do perfil do terreno;

- Apesar desta solução proporcionar a adução, via RAG, ao reservatório de Fanhais, RFH, que passará a integrar o sistema de Águas Belas e, como tal, verá suprimida a sua dependência de entidades externas para fornecimento de água, o sistema de Raposos permanecerá, totalmente, dependente do município de Alcobaça, enquanto entidade que lhe assegura a adução de água para consumo.

Analisando de forma criteriosa as principais lacunas das soluções anteriores (A e B) e comparando com as características da Solução C, constata-se que esta última solução, dissipa todos os problemas identificados e que a configuração do sistema de Águas Belas, que passa a abranger todas as povoações do município da Nazaré, incluindo Raposos, constitui a solução mais adequada, permitindo satisfazer de forma, extremamente, equilibrada as necessidades da população em matéria de abastecimento de água para consumo.

Face ao exposto, mesmo ponderando os resultados da estimativa de custos de investimento e de exploração mais desfavoráveis, a HIDROPROCESSOS considera que a Solução C é a que melhor serve o interesse público e dos SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DA NAZARÉ.