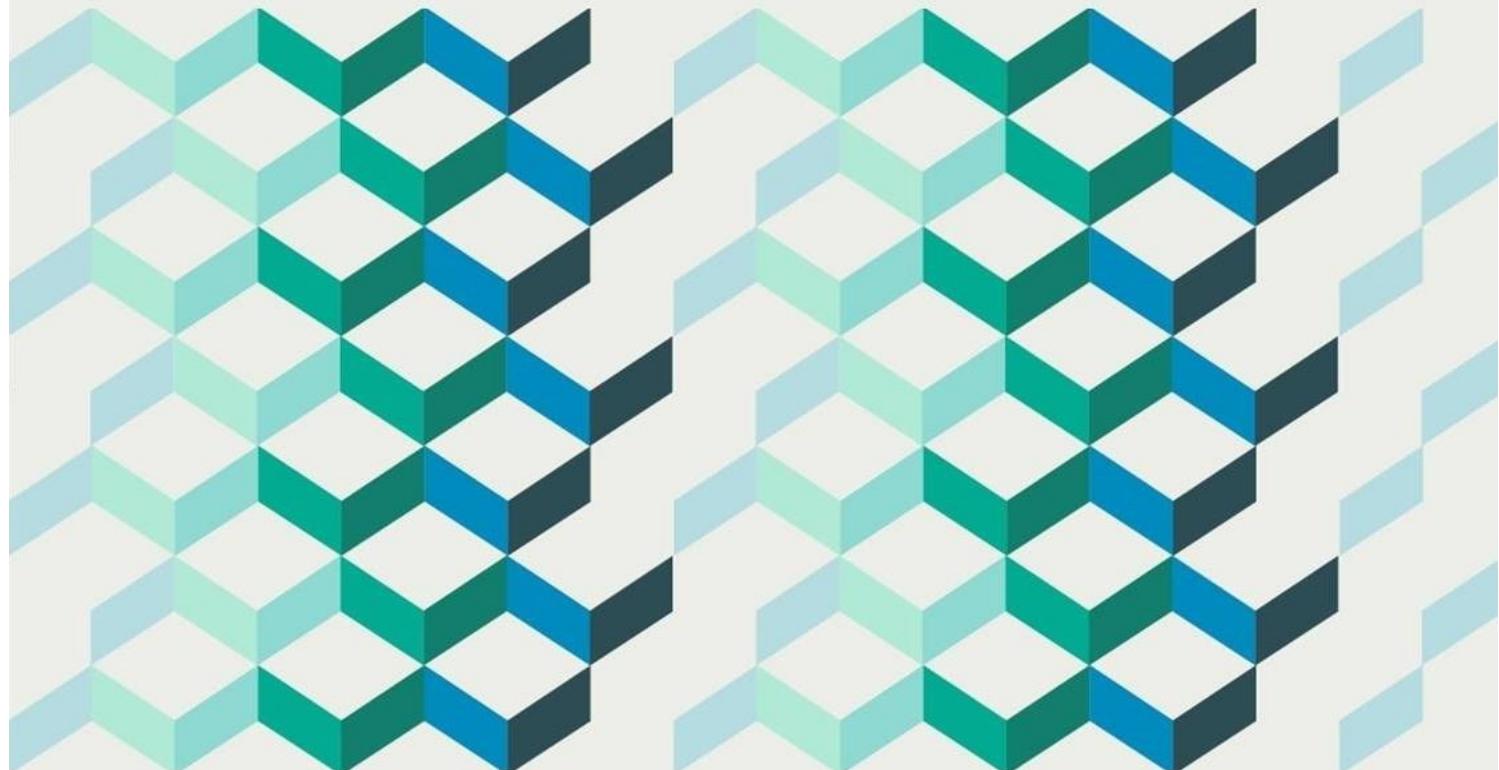




PLANO TÁTICO

GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS

ABASTECIMENTO DE ÁGUA



OUTUBRO 2015

PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



FICHA TÉCNICA

CLIENTE



TÍTULO

Plano Tático de Gestão Patrimonial de Infraestruturas do Sistema de Abastecimento de Água da InfraQuinta

REFERÊNCIA

TIPO

Documento Tático

COORDENAÇÃO

Regina Casimiro

EQUIPA TÉCNICA

(ordem alfabética)

Ivo Silvestre, João Caetano, Tiago Correia

ASSESSORIA TÉCNICO-

Dídia Covas

CIENTÍFICA

VERSÃO

V1

DATA DE EMISSÃO

REVISÃO

APROVAÇÃO

CONTROLO DO DOCUMENTO

VERSÃO N.º	DATA	ALTERAÇÕES REALIZADAS/OBSERVAÇÕES	RESPONSÁVEL
V1	11-12-2015	Versão Revista	Ivo Silvestre João Caetano Regina Casimiro Tiago Correia

DETENTORES AUTORIZADOS DO PLANO TÁTICO DA INFRAQUINTA

DETENTOR	LOCAL	DATA DE ENTREGA	VERSÃO
InfraQuinta	Quinta do Lago, Loulé		



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente plano tático destina-se a apoiar a Administração numa tomada de decisão assente em informação estruturada e sintética. Permite, em concreto, a decisão sobre o que reabilitar, quando e como (priorização de investimentos a curto-médio prazo).

Para manter os níveis de serviço aceitáveis, as decisões de investimento e de planeamento foram suportadas por vários critérios (análise multicritério) que refletem, em simultâneo, os objetivos de maximização do desempenho e minimização do risco de falha do serviço e do custo.

Em resultado da informação disponível e da análise efetuada, é proposto para o período 2016 a 2020 um investimento em infraestruturas da ordem dos 2100 k€. A este valor acresce os custos das táticas não infraestruturas (estimadas em 75 k€), o que perfaz, para o período 2016 a 2020, uma necessidade financeira global de 2175 k€. As estimativas de custo podem, obviamente, ser passíveis de ligeiras oscilações.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	5
ÍNDICE	7
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE QUADROS	15
LISTA DE ACRÓNIMOS	17
1. Objetivos e âmbito	19
2. Horizonte do plano	21
3. Caracterização do sistema de abastecimento	23
3.1 Caracterização das Infraestruturas	23
3.2 Identificação e avaliação da informação disponível	28
3.3 Cadastro de infraestruturas	30
4. Objetivos, critérios e métricas	33
4.1 Objetivos táticos e alinhamento com os objetivos estratégicos	33
4.2 Alinhamento entre os critérios e os objetivos táticos	33
5. Caracterização de consumos e definição de cenários de funcionamento	39
5.1 Estrutura do capítulo	39
5.2 Caracterização sociodemográfica e habitacional	39
5.3 Aquisição dos dados de caudal e pressão	40
5.4 Análise de consumos atuais	41
5.4.1 Nota introdutória	41
5.4.2 Evolução anual de consumos: Análise de tendências de consumos	41
5.4.3 Distribuição mensal do consumo – Efeito da sazonalidade	44
5.4.4 Distribuição semanal do consumo	45
5.4.5 Perfis padronizados de consumo – Importância do consumo para rega	47
5.4.6 Importância relativa dos consumidores	48
5.5 Previsão de novos consumos	51
5.5.1 Novos loteamentos	51
5.5.2 Aumento do consumo para rega decorrente da intrusão salina em captações	52
5.6 Cenários de consumo	54
5.7 Nota final	56
6. Recolha de informação e avaliação de desempenho para a situação <i>Statu Quo</i>	57



6.1	Modo de operação	57
6.2	Discretização em áreas de análise	58
6.3	Avaliação da situação <i>Statu Quo</i>	59
6.3.1	Análise de avaliação de desempenho em termos de pressão	59
6.3.2	Análise de avaliação de desempenho em termos de velocidade	63
6.3.3	Índice do Valor da Infraestrutura (independente de cenários)	66
6.3.4	Resumo da avaliação da situação atual e futura de <i>Statu Quo</i>	70
7.	Análise de alternativas de operação	73
7.1	Objetivo	73
7.2	Alternativa 1	73
7.2.1	Descrição	73
7.2.2	Análise de avaliação de desempenho	74
7.3	Alternativa 2	78
7.3.1	Descrição	78
7.3.2	Análise de avaliação de desempenho	79
7.3.3	Desempenho em situação de emergência	83
7.4	Comparação de alternativas	85
8.	Táticas integradas no plano	89
8.1	Táticas infraestruturais (análise multicritério)	89
8.2	Outras táticas não infraestruturais	96
9.	Recursos necessários à implementação do Plano Tático	97
9.1	Recursos humanos	97
9.2	Recursos tecnológicos	97
9.3	Recursos financeiros	97
10.	Monitorização e revisão do Plano Tático de GPI	99
10.1	Procedimento de monitorização	99
10.2	Procedimento de revisão	99
11.	Identificação de estudos futuros	101
12.	Referências bibliográficas	103
Anexos		105
I – Métricas de avaliação		107
I.1 – Avaliação de desempenho hidráulico		107
I.1.1 – Considerações iniciais		107



I.1.2 – Pressão na rede	107
I.1.3 – Velocidade de escoamento	110
I.2 – Avaliação do desempenho energético	112
I.3 – Índice do valor da infraestrutura (IVI)	113
II – Será que existe um padrão de consumo para verão e inverno?	115
III – Análise do padrão horário de cada consumidor	119
IV – Estratégia financeira de longo prazo	121
IV.1 – Análise dos resultados	123
IV.2 – Principais conclusões	124



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da rede de distribuição de água.....	23
Figura 2 – Distribuição dos materiais nas condutas.....	25
Figura 3 – Distribuição pelo anos de instalação de conduta.....	26
Figura 4 – Vida útil remanescente.....	27
Figura 5 – Área de influência dos hidrantes.....	28
Figura 6 – Alinhamento entre critérios de avaliação ao nível estratégico e objectivos e critérios ao nível táctico	35
Figura 7 – Data de construção dos edifícios na área de intervenção da InfraQuinta.....	39
Figura 8 – Tipologia dos edifícios na área de intervenção da InfraQuinta.....	40
Figura 9 – Altura dos edifícios na área de intervenção da InfraQuinta.	40
Figura 10 – Variação mensal do consumo médio diário ao longo dos meses, no período de 2005 a 2014.....	42
Figura 11 – Evolução dos volumes mensais (médio, máximo e mínimo) no período de 2005 a 2014.....	42
Figura 12 - Evolução dos consumos diárias (médio, máximo e mínimo) no período de 2005 a 2014.....	43
Figura 13 – Evolução da base de clientes em número de camas e contadores instalados no período de 2006 a 2014.	43
Figura 14 – Variação mensal no período de 2005 a 2014	44
Figura 15 – Fator de ponta mensal para 2014.	45
Figura 16 – Caudal médio horário e caudal máximo horário registado nos diversos dias da semana do mês de Agosto 2014.	46
Figura 17 – Caudal médio horário e caudal máximo horário registado nos diversos dias da semana do mês de Dezembro 2014.....	46
Figura 18 – Factor de carga máxima diária em Agosto 2014 e Dezembro 2014 (escala dos Y)..	47
Figura 19 – Perfil padronizado de consumo, para o conjunto dos dias da semana (valor médio e intervalo de confiança de 90%).....	48
Figura 20 – Histograma dos coeficientes de variação.....	49
Figura 21 – Localização do peso relativo dos consumidores na rede.....	50
Figura 22 – Localização das zonas de expansão.....	52
Figura 23 – Localização de captações privadas.....	53
Figura 24 – Risco de intrusão salina.....	54
Figura 25 – Esquema de funcionamento da rede de abastecimento de água.....	57



Figura 26 – Zonas funcionais da InfraQuinta definidas para o atual modo de operação.	58
Figura 27 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa <i>Statu Quo</i> da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.....	60
Figura 28 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa <i>Statu Quo</i> da: (a) pressão máxima para a hora de menor consumo: 15h, (b) pressão mínima para a hora de maior consumo: 5h e (c) flutuação máxima de pressão ao longo do dia.....	61
Figura 29 – Diagramas de sistema em cenário de verão, para alternativa <i>Statu Quo</i> da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.....	63
Figura 30 – Diagrama de simulação dinâmica em cenário de verão, para a alternativa <i>Statu Quo</i> da: (a) velocidade mínima e (b) velocidade máxima.	64
Figura 31 – Representação espacial, em cenário de verão, para alternativa <i>Statu Quo</i> da: (a) velocidade máxima para a hora de maior consumo: 5h e (b) velocidade mínima para a hora de menor consumo: 15h.	65
Figura 32 – Diagrama de sistema em cenário de verão, para a alternativa <i>Statu Quo</i> da: (a) velocidade mínima à hora de menor consumo e (b) velocidade máxima para a hora de maior consumo.....	66
Figura 33 – Evolução do IVI e do nível de serviço no período de 1972 a 2015.....	67
Figura 34 – Evolução do IVI e do nível de serviço sem investimento em renovação.	67
Figura 35 – Necessidades de investimentos na opção de substituição dos ativos no final da sua vida útil.....	68
Figura 36 – Necessidade de investimento na opção de manter o IVI em 50%.	68
Figura 37 – Evolução do IVI e necessidade de capital para taxa anual de renovação de 3%.	69
Figura 38 – Evolução do IVI para um investimento médio anual de 300 k€.....	69
Figura 39 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 1 da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.....	75
Figura 40 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 1 da: (a) pressão máxima para a hora de menor consumo: 15h, (b) pressão mínima para a hora de maior consumo: 5h e (c) flutuação máxima de pressão ao longo do dia.....	76
Figura 41 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 1 da: (a) velocidade máxima e (b) velocidade mínima.....	77
Figura 42 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 1 da: (a) velocidade máxima para a hora de maior consumo: 5h e (b) velocidade mínima para a hora de menor consumo: 15h.	78
Figura 43 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 2 da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.....	80
Figura 44 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 2 da: (a) pressão máxima para a hora de menor consumo: 15h, (b) pressão mínima para a hora de maior consumo: 5h e (c) flutuação máxima de pressão ao longo do dia.....	81

Figura 45 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 2 da: (a) velocidade máxima e (b) velocidade mínima.....	82
Figura 46 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 2 da: (a) velocidade máxima para a hora de maior consumo: 5h e (b) velocidade mínima para a hora de menor consumo: 15h.	83
Figura 47 – Mapa de hidrantes que podem ser usados em situação de emergência.....	84
Figura 48 – Caixa de manobras de válvulas: a) foto da atual situação; b) esquema de alteração proposto.....	84
Figura 49 – Mapa de hidrantes que podem ser usados em situação de emergência, após alteração na caixa de manobras de válvulas.....	85
Figura 50 – Evolução do material das condutas no período 2016 a 2020.	95
Figura 51 – Evolução do investimento e IVI no período 2016 a 2020.....	95
Figura 52 – Mapa das prioridades de investimento.....	96
Figura 53 – Curvas de penalidade para: (a) Curva de penalidade para pressão mínima, (b) Curva de penalidade para pressão máxima e (c) Curva de penalidade para flutuação de pressão. ..	108
Figura 54 – Curvas de penalidade para: (a) Curva de velocidade mínima e (b) Curva de velocidade máxima.	111

PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Material das tubagens.....	25
Quadro 2 – Caracterização da informação utilizada no plano tático	29
Quadro 3 – Objetivos, critérios de avaliação e métricas do planeamento tático.....	37
Quadro 4 – Lista dos 20 maiores consumidores e sua importância relativa em período de Verão e Inverno.	49
Quadro 5 – Consumos estimados para as áreas de expansão (valores em m ³ /mês).	51
Quadro 6 – Cálculo das métricas para a Alternativa 0.....	71
Quadro 7 – Comparação de métricas para as várias alternativas de funcionamento com o Cenário C	87
Quadro 8 – Investimento para o período 2016 a 2020.....	91
Quadro 9 – Recursos tecnológicos necessários à implementação do plano tático.	97
Quadro 10 – Sumário do investimento estimado para o período 2016 a 2020.	98



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



LISTA DE ACRÓNIMOS

AdA	Águas do Algarve
CML	Câmara Municipal de Loulé
ERSAR	Entidade Reguladora de Serviços de Águas e Resíduos
IFQ	InfraQuinta E.M.
GPI	Gestão Patrimonial de Infraestruturas
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAR	Sistema de Saneamento de Águas Residuais
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SGIAQ	Sistema de Gestão Integrado (Ambiente e Qualidade)



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



1. OBJETIVOS E ÂMBITO

A rede de distribuição de água da InfraQuinta expandiu-se gradualmente ao longo do tempo e, consequentemente, pode estar aquém das suas configurações ótimas, quer para as necessidades correntes quer para as necessidades futuras.

O objetivo principal do plano tático é permitir a adoção de um procedimento normalizado para avaliar o desempenho presente e futuro da rede de abastecimento de água, sob pontos de vista considerados relevantes e condições de funcionamento ou de configuração diferentes.

O plano tático destina-se a apoiar os decisores numa tomada de decisão assente em informação estruturada e sintética. Permite, em concreto, a decisão sobre quando e como reabilitar (priorização de investimentos a curto-médio prazo).

O plano tático inclui um processo simplificado de planificação que permite projetar, a longo prazo, os recursos financeiros a disponibilizar para a subsequente reabilitação e substituição do imobilizado sem onerar as gerações futuras.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



2. HORIZONTE DO PLANO

O presente plano tático tem um horizonte temporal de 5 anos (2016-2020).



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



3. Caracterização do sistema de abastecimento

3.1 Caracterização das Infraestruturas

O sistema de abastecimento de água gerido pela InfraQuinta é constituído pela rede de distribuição (condutas e ramais), por um reservatório principal com duas células e por quatro estações elevatórias (EE). O reservatório do Cerro do Galo e a conduta adutora do Litoral que abastece os loteamentos da zona Oeste da Quinta do Lago são infraestruturas a cargo da Câmara Municipal de Loulé.

Na Figura 1 apresenta-se o esquema da rede de distribuição de água, com localização dos reservatórios e das tubagens que abastecem a área de intervenção da InfraQuinta (incluindo a conduta do litoral).

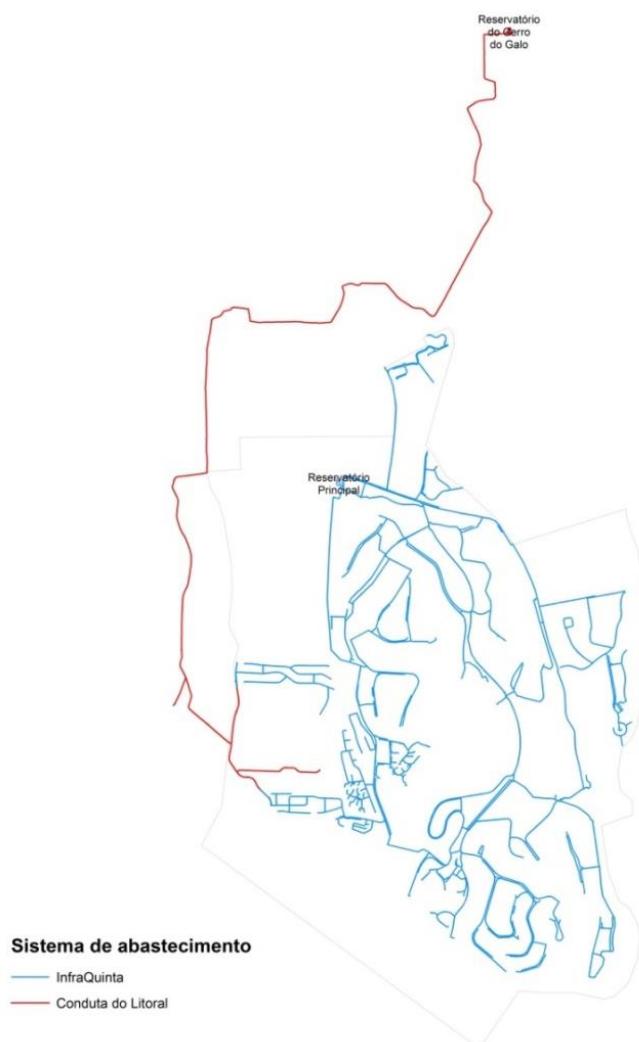


Figura 1 – Esquema da rede de distribuição de água.

Em termos sumários as infraestruturas urbanas de abastecimento de água são constituídas por:

- Reservatório composto por duas células:
 - Célula com uma capacidade de 3630 m³ construída em 1972;
 - Célula de 2000 m³ construída em 2012;
 - Edifício adjacente.
- 4 Estações elevatórias (EE):
 - EE1 associada ao reservatório principal, constituída por 7 grupos eletrobomba (3+1 reserva; 2+1 reserva), localizada no edifício do reservatório;
 - EE2 de Pinheiros Altos, localizada em edifício autónomo dentro do recinto do reservatório, constituída por quatro grupos eletrobomba (3+1 reserva);
 - EE3 de Quinta Verde, localizada em edifício autónomo dentro do recinto do reservatório, constituída por quatro grupos eletrobomba (3+1 reserva);
 - EE4 das Salinas fora do recinto do reservatório.
- 72,8 km de condutas de rede distribuição de água, distribuídas pelos seguintes materiais:
 - 2,16 km de tubagens em Ferro Fundido Dúctil (1996 e 2001);
 - 31,68 km de tubagens em Fibrocimento (1972 e 1996);
 - 38,92 km de tubagens em Policloreto de Vinilo (1972 e 2012).
- 1874 Ramais domiciliários.
- Acessórios: 586 válvulas de seccionamento, 29 ventosas, 114 válvulas de descargas de fundo, 70 marcos de incêndio, 693 bocas de incêndio e 1449 pontos de consumo.

Na Figura 2 efetua-se a caracterização gráfica da rede de distribuição de água em termos dos materiais.



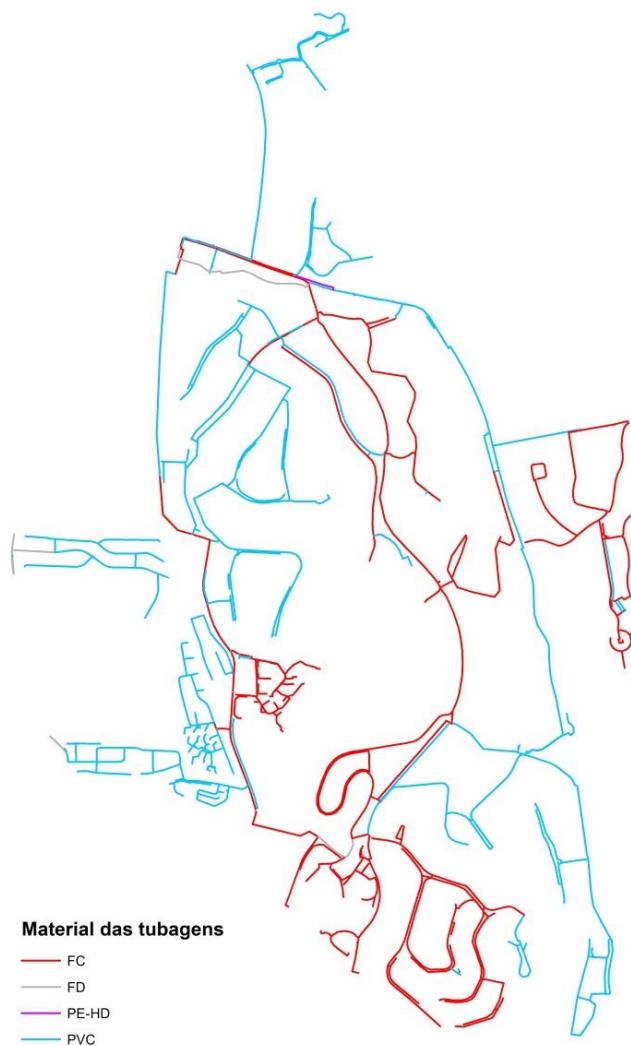


Figura 2 – Distribuição dos materiais nas condutas

No Quadro 1 apresentam-se os valores percentuais do comprimento das tubagens por material. Verifica-se que a maior parte da rede (cerca de 97%) é constituída por tubagens de PVC e de Fibrocimento.

Quadro 1 – Material das tubagens.

Material	Comprimento (%)
PVC	53.20
FC	43.53
FFD	2.97
PEAD	0.30

A Figura 3 apresenta o ano de instalação dos vários trechos de condutas. Pela análise da Figura 3 verifica-se que as infraestruturas tiveram várias fases de construção. Consegue-se, no entanto, identificar uma predominância da construção na década de 1980.

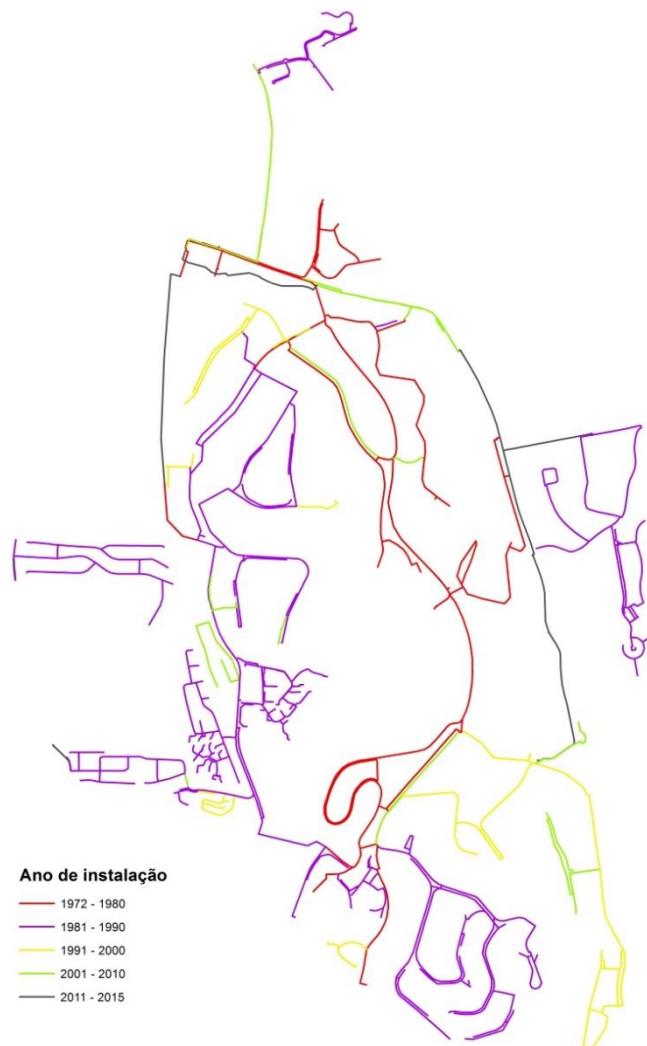


Figura 3 – Distribuição pelo anos de instalação de conduta.

A Figura 4 apresenta a vida útil remanescente estimada pela comparação entre a idade dos trechos e a vida útil técnica média (Alegre e Covas, 2010). Da observação da Figura 4 verifica-se existir uma parte significativa de trechos de conduta com vida útil remanescente nula.

Da análise conjunta das Figura 2, Figura 3 e Figura 4 podemos concluir que os trechos de menor vida útil são na sua maioria em fibrocimento e alguns destes trechos foram os primeiros a ser instalados e, como tal, constituem eixos importantes na rede de abastecimento.



Figura 4 – Vida útil remanescente.

A rede de distribuição de água tem como função complementar assegurar o serviço de combate a incêndios sendo o risco da zona classificado como grau 1. A Figura 5 apresenta a rede de cobertura de marcos e bocas de incêndio. Da observação da Figura 5 podemos salientar que não existe uma distribuição uniforme de marcos de incêndio e que predominam, em particular na zona oeste, as bocas de incêndio como equipamento de combate a incêndios.

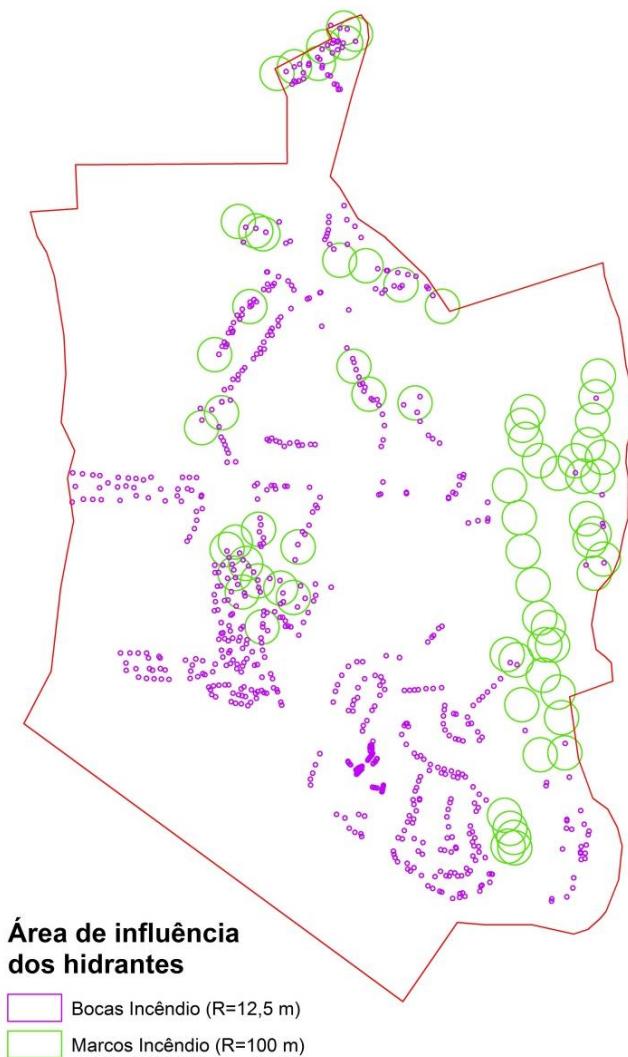


Figura 5 – Área de influência dos hidrantes.

3.2 Identificação e avaliação da informação disponível

A InfraQuinta dispõe de informação cadastral atualizada e organizada em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esta informação é proveniente de levantamento topográfico efetuado em 2014 e de informação complementar recolhida em trabalho de campo (*e.g.* material e diâmetro das condutas, diâmetro e tipologia de válvulas, hidrantes, contadores).

O SIG é constituído por uma base de dados geográficos cuja estrutura contempla todos os itens necessários para o conhecimento da rede. No que refere ao SIG, a InfraQuinta dispõem de ferramentas para garantir a gestão e o bom manuseamento da informação geográfica.

A atualização da informação cadastral é assegurada, diariamente, pela InfraQuinta através de equipamento próprio de aquisição de dados para recolha de informação geográfica no campo.

A InfraQuinta utiliza, desde 2013, *software* para gestão e registo das intervenções e ocorrências. Através desta solução, utilizada pelo departamento de manutenção, é atribuído um número de registo e inserida informação sobre: a data de ocorrência ou prevista para a intervenção, data de execução, duração da intervenção ou ocorrência, estado dos trabalhos, motivo da intervenção, custo total, custo em mão-de-obra, custo em equipamento, custo associado a subcontratações, local onde decorreu a intervenção e responsável pela intervenção.

No que se refere ao controlo da qualidade da água, a InfraQuinta tem em prática um plano de segurança da água e efetua os registos georreferenciados dos pontos de colheita e respetivos boletins de análise provenientes do laboratório.

A InfraQuinta tem instalado há mais de 10 anos um sistema de telegestão. Este sistema tem sido alvo de constantes melhorias e permite o registo do caudal de saída do reservatório, tempo de funcionamento das bombas, registo de pressões e de caudal em vários pontos da rede considerados estratégicos para medição e controlo.

Quadro 2 – Caracterização da informação utilizada no plano tático

TIPO DE INFORMAÇÃO	ORIGEM	FIABILIDADE	LACUNAS	OBSERVAÇÕES
Dados necessários ao cálculo das métricas	Departamento de manutenção	Elevada	Não	Regista-se um desfasamento temporal, em período de verão, entre os registos da telegestão e os registos do sistema de telemetria
Informação de cadastro	Levantamento topográfico	Fiável com validação de campo	Não	Existem erros expectáveis no que refere ao rigor posicional
Informação operacional sobre o estado de conservação dos componentes da infraestrutura	Departamento de manutenção	Análise de carácter subjetivo	Não	Avaliação caso a caso. Não existe uma metodologia em prática que permita minimizar o carácter subjetivo da avaliação
Informação operacional sobre o modo de funcionamento do sistema	Departamento de manutenção	Fiável com registo <i>insitu</i>	Não	
Informação sobre solicitações	Departamento de manutenção; Departamento comercial	Fiável	Não	



O registo dos dados de caudal, para efeitos de faturação, é efetuado, na íntegra, através do sistema telemetria, com frequência horária e, exclusivamente, por contadores da marca Itron (modelos Aquadis, Flodis e Flostar).

De sublinhar um desfasamento temporal de uma hora em período de verão entre os registos da telegestão e os registos do sistema de telemetria: o sistema de telemetria regista sempre em horário de inverno e o sistema de telegestão regista em hora atual.

Apresenta-se no Quadro 2 a síntese do tipo informação utilizada para elaboração do presente plano tático assim como a sua origem na estrutura organizacional da InfraQuinta e a fiabilidade dos dados.

3.3 Cadastro de infraestruturas

A análise do funcionamento hidráulico da rede de distribuição de água prevê a constituição do cadastro das infraestruturas que compõem a mesma, não apenas em termos de organização das componentes e características mas também relativamente à geometria e topologia da rede.

O cadastro da InfraQuinta teve como base um levantamento topográfico rigoroso de toda a rede de distribuição de água. Os elementos resultantes do levantamento foram devidamente tratados, compilados e organizados num Sistema de Informação Geográfica (SIG), mais concretamente, numa base de dados geográficos cuja estrutura respeita o modelo de dados adequado para uma boa gestão de infraestruturas.

O cadastro foi estabelecido tendo presente a futura interligação com o EPANET, tendo sido considerados os seguintes procedimentos:

- Os ramais foram introduzidos na rede com o objetivo tornar o modelo o mais próximo possível da realidade em termos da geometria da rede;
- Apesar da geometria do cadastro contemplar as cotas reais (cotas de soleira), as mesmas foram convertidas para cotas de terreno através do Modelo Digital do Terreno (MDT) produzido a partir de cartografia 1:2000 homologada do ano de 2008;
- Relativamente à topologia da rede, as tubagens estão individualizadas por material e diâmetro e as suas extremidades coincidem espacialmente com acessórios e válvulas e/ou extremidades de outras tubagens;
- Os pontos de consumo correspondem à localização dos contadores e foram relacionados com os consumos reais através de um identificador comum.

Posteriormente à geração do ficheiro EPANET (formato INP) foram corrigidos alguns erros topológicos identificados na conversão do sistema em SIG para o ficheiro EPANET.



O cadastro é permanentemente atualizado, sendo registadas qualquer tipo de alterações sempre que ocorrem (e.g. alterações de material, inserção de novos trechos ou acessórios, traçado da conduta, idade, diâmetro, etc.). Em termos práticos, a alteração dos componentes da rede ou a identificação de uma inconsistência nos dados registados prevê uma alteração, quase imediata, da informação cadastral.

O sistema de interligação existente, entre base cadastral e ficheiro EPANET, permite que quando são registadas alterações no cadastro as mesmas são registadas, de forma automática, num novo ficheiro EPANET. O ficheiro anterior, com o estado da rede anterior à data da alteração, fica também disponível para consulta.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



4. Objetivos, critérios e métricas

4.1 Objetivos táticos e alinhamento com os objetivos estratégicos

No plano tático de gestão patrimonial de infraestruturas (GPI) houve o cuidado de não perder o alinhamento com o plano estratégico e conferir suporte à tomada de decisão pela Administração. A Figura 6 ilustra a interligação entre o nível estratégico e o nível tático.

Os objetivos táticos que a InfraQuinta pretende alcançar são:

- Garantir a quantidade adequada de água nos pontos de consumo em situações normais e de emergência;
- Garantir o cumprimento dos requisitos de pressão em todos os pontos de consumo;
- Garantir o cumprimento das normas em matéria de saúde pública e de qualidade da água;
- Assegurar a sustentabilidade e a integridade infraestrutural;
- Assegurar a sustentabilidade económico-financeira da entidade gestora;
- Promover o uso eficiente da água;
- Promover o uso eficiente da energia;
- Promover o uso eficiente dos recursos financeiros.

4.2 Alinhamento entre os critérios e os objetivos táticos

Foram definidos critérios e métricas de avaliação de desempenho como instrumentos de apoio à gestão, na análise dos níveis de serviço prestados e no impacto de eventuais alternativas de operação da rede de abastecimento de água.

Os critérios e as métricas de avaliação selecionados têm por base as diretrizes apresentadas no Guia Técnico n.º 16 da ERSAR (Alegre e Covas, 2010) assim como os objetivos estratégicos do plano estratégico e os objetivos táticos definidos no presente documento.

Os critérios de avaliação resultam da análise do funcionamento da rede de abastecimento tendo em conta as dimensões de desempenho (D), custo (C) e risco (R). São definidas uma ou diferentes métricas para cada critério de avaliação.

O desempenho hidráulico em termos de pressões, de velocidades de escoamento e de energia e o índice do valor da infraestrutura (IVI) são objeto de descrição mais detalhada no Anexo I.

Apresenta-se, no Quadro 3, a síntese dos critérios e métricas de avaliação de desempenho estabelecidas para avaliar cada objetivo tático.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



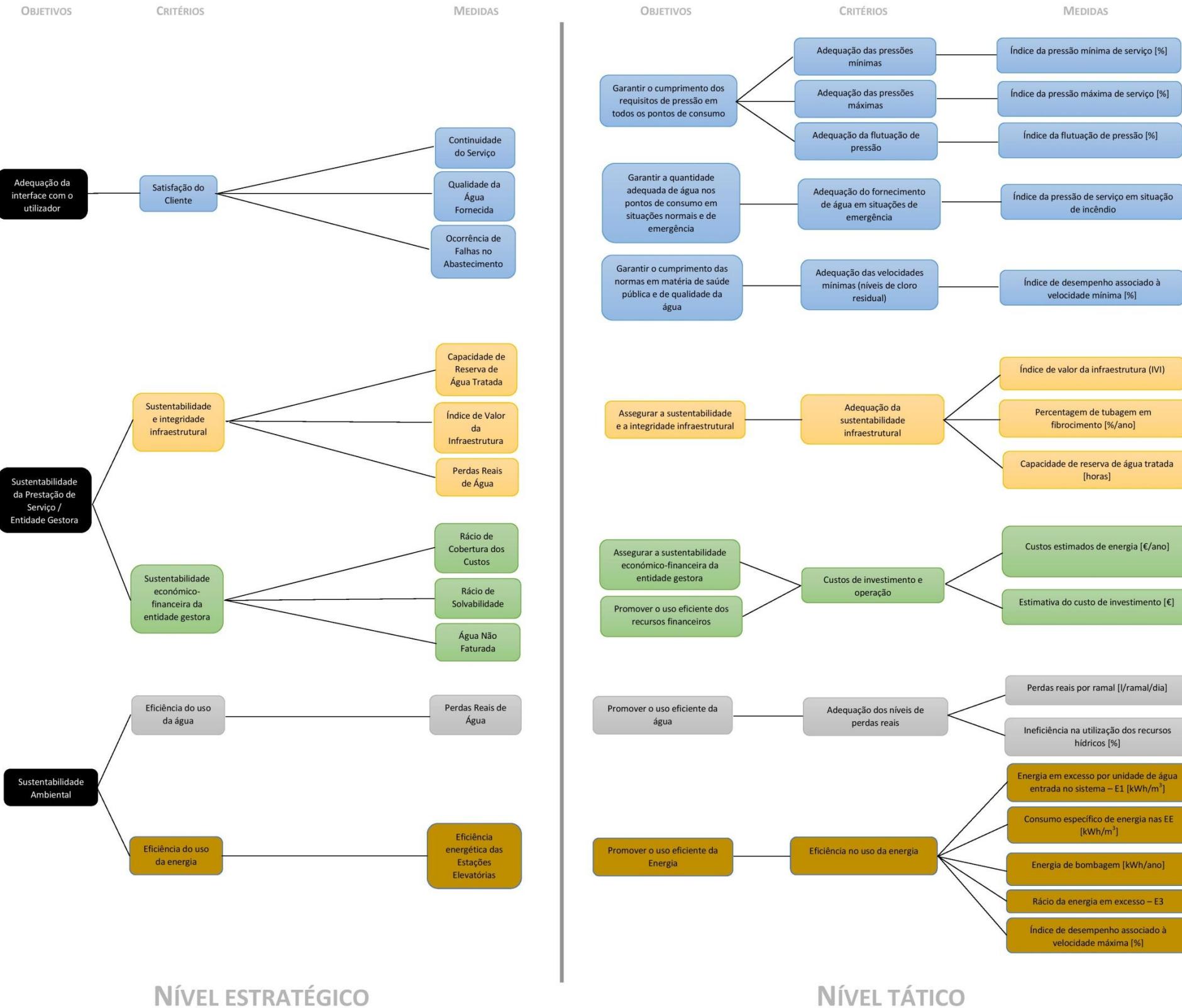


Figura 6 – Alinhamento entre critérios de avaliação ao nível estratégico e objectivos e critérios e medidas ao nível táctico

Quadro 3 – Objetivos, critérios de avaliação e métricas do planeamento tático

OBJECTIVOS TÁCTICOS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	DIMENSÃO ⁽¹⁾	MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO
Garantir o cumprimento dos requisitos de pressão em todos os pontos de consumo + Garantir a quantidade adequada de água nos pontos de consumo em situações normais e de emergência	Adequação das pressões mínimas	D + R	Índice da pressão mínima de serviço [%]
	Adequação das pressões máximas	D	Índice da pressão máxima de serviço [%]
	Adequação da flutuação de pressão	D	Índice da flutuação de pressão [%]
	Adequação do fornecimento de água em situações de emergência	R	Percentagem de hidrantes sem capacidade de fornecimento de caudal de incêndio
Assegurar a sustentabilidade e a integridade infraestrutural	Adequação da sustentabilidade infraestrutural	R	Índice de valor da infraestrutura (IVI) [-]
			Percentagem de tubagem em fibrocimento [%/ano]
		R	Capacidade de reserva de água tratada [horas] ⁽⁴⁾
Promover o uso eficiente da água	Adequação dos níveis de perdas reais	D + C	Perdas reais por ramal ⁽²⁾ [l/ramal/dia]
			Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)
Promover o uso eficiente da energia	Eficiência do uso da energia	D + C	Energia em excesso por unidade de água entrada no sistema – E1 [kWh/m ³]
			Consumo específico de energia nas EE (kWh/m ³)
			Energia de bombagem (kWh/ano)
			Rácio da energia em excesso – E3 [-]
			Índice de desempenho associado à velocidade máxima [%]
Garantir o cumprimento das normas em matéria de saúde pública e de qualidade da água	Adequação das velocidades mínimas (níveis de cloro residual)	R	Índice de desempenho associado à velocidade mínima [%]
Assegurar a sustentabilidade económico-financeira da entidade gestora + Promover o uso eficiente dos recursos financeiros	Custos de investimento e operação	C	Custos estimados de energia [€/ano]
		C	Estimativa dos custos de investimento[€]

Notas: ⁽¹⁾ C: custo; D: desempenho; R: Risco.

⁽²⁾ As perdas aparentes foram consideradas insignificantes pelo facto de se tratar de um parque de contadores com idade média inferior a cinco anos. Assumiu-se, também, que as perdas reais variam proporcionalmente à pressão média da rede (i.e., 10% de redução de pressão origina 10% de redução de perdas reais).

⁽³⁾ Para um custo unitário de energia de 0,12 €/kWh.

⁽⁴⁾ Relativamente ao caudal médio anual



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



5. Caracterização de consumos e definição de cenários de funcionamento

5.1 Estrutura do capítulo

O objetivo do presente capítulo consiste na configuração de cenários de consumo, atuais e futuros, que servirão para avaliar o desempenho hidráulico da rede de distribuição em alternativas configurações ou modos de operação. O capítulo está organizado em várias secções.

Na primeira parte (5.2) é feita uma caracterização sociodemográfica e habitacional da área, para conhecer os possíveis fatores que afetam e condicionam o consumo de água na zona de intervenção da InfraQuinta. Segue-se uma descrição do modo de aquisição dos dados de caudal e de pressão (5.3). A análise de consumos atuais (5.4) visa conhecer a forma como o consumo de água se processa no tempo e no espaço. A previsão de novos consumos (5.5) permite quantificar e localizar possíveis novos consumidores. Os cenários de consumo (5.6) permitem estudar o desempenho da rede face a possíveis solicitações. Por último, sintetizam-se as principais consequências (5.7) decorrentes do estudo da caracterização de consumos e definição de cenários de funcionamento.

5.2 Caracterização sociodemográfica e habitacional

A Quinta do Lago é um empreendimento que se localiza no Algarve, no concelho de Loulé, cuja criação remonta ao ano de 1972. A Figura 7 apresenta a evolução da construção, desde 1946, na zona de intervenção da InfraQuinta.

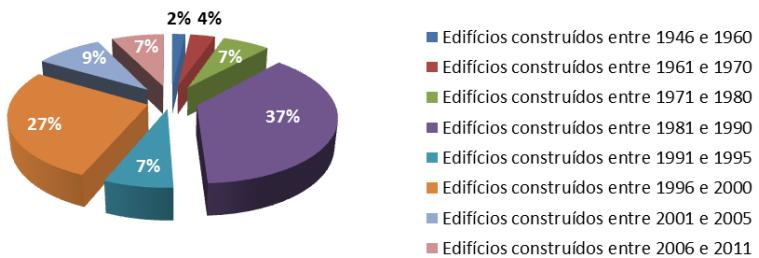


Figura 7 – Data de construção dos edifícios na área de intervenção da InfraQuinta.

Pela análise da Figura 7 verifica-se que o maior volume de construção se registou a partir do ano de 1980, coincidindo com os anos de maior crescimento do empreendimento e reforçando o peso que a Quinta do Lago teve na urbanização desta área.

A análise da tipologia dos edifícios presentes na área de intervenção da InfraQuinta é de grande importância pois permite-nos definir as necessidades específicas de abastecimento (níveis de pressão, volume de abastecimento, etc.).

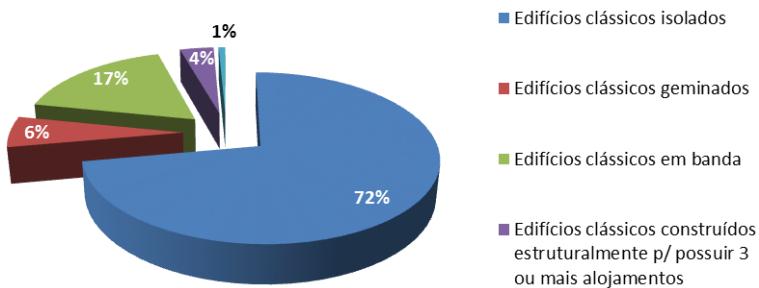


Figura 8 – Tipologia dos edifícios na área de intervenção da InfraQuinta.

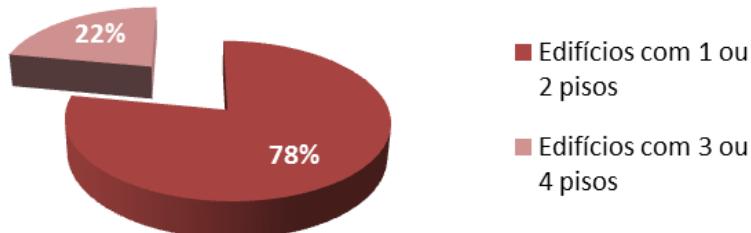


Figura 9 – Altura dos edifícios na área de intervenção da InfraQuinta.

Os edifícios construídos na Quinta do Lago são na sua maior parte (72%) edifícios clássicos isolados implantados em lotes de dimensão considerável (em média os lotes na área de intervenção da InfraQuinta têm 1470 m²). Estes lotes são maioritariamente ocupados por jardins (estima-se que na área de intervenção da InfraQuinta cerca de 1192 km² sejam ocupados por jardins privados). Adicionando a esta análise os espaços públicos jardinados verifica-se que existe uma grande necessidade de água para rega.

Verifica-se, pela análise da Figura 9, que 78% dos edifícios têm um piso ou dois e apenas 22% dos edifícios apresentam uma altura de 3 ou 4 pisos.

5.3 Aquisição dos dados de caudal e pressão

A aquisição dos dados de caudal na área de intervenção da InfraQuinta é feita, na totalidade, por telemetria, com frequência horária e, exclusivamente, por contadores da marca Itron (modelos Aquadis, Flodis e Flostar). De notar que as leituras para faturaçāo são efetuadas no

final de cada mês, isto é, as faturações de um determinado mês correspondem ao consumo do próprio mês.

Existe, também, instalado um sistema de telegestão que permite registar, com frequência ao segundo, as leituras de alguns medidores de caudal (contadores gerais denominados de Pinheiros Altos, Beira Lago e contador da rotunda cinco).

Relativamente à aquisição de dados de pressão, o sistema de telegestão permite o registo de valores de pressão, ao segundo, em vários pontos da rede de distribuição, a saber: rotunda 5, Beira Lago, Quinta das Salinas. O sistema “Watermind” da Itron permite o registo de valores de pressão em Pinheiros Altos e Atlântico com intervalos mínimos de 15 minutos. São também registados os valores de pressão em todas as condutas de compressão à saída dos sistemas de bombagem.

5.4 Análise de consumos atuais

5.4.1 Nota introdutória

Na análise dos consumos foram usados os dados da faturação mensal, no período de 2005 a 2014, e os registos dos volumes horários à saída do reservatório da InfraQuinta, para o mesmo período temporal. Na análise de consumos efetuada, com base nos volumes horários à saída do reservatório da InfraQuinta, não foram incluídos os consumos do loteamento Varandas do Lago (Figura 26). Este loteamento é abastecido, desde 2013, por uma origem diferente de água (reservatório de Cerro do Galo) e, como tal, não estão refletidos nos registos dos volumes horários à saída do reservatório da InfraQuinta.

Para análise do consumo semanal e diário foram usados os dados referentes ao ano de 2014. Estes dados apresentam a vantagem de conter informação mais recente de consumo e, simultaneamente, representam a atual área sobre gestão da InfraQuinta (os loteamentos de Pinheiros Altos e Varandas do Lago foram incluídos na gestão da InfraQuinta, durante o segundo semestre de 2013).

5.4.2 Evolução anual de consumos: Análise de tendências de consumos

Apresenta-se na Figura 10 as curvas sobrepostas do caudal médio diário à saída do reservatório principal no período de 2005 a 2014.

A Figura 10 sugere uma sazonalidade mensal e uma tendência dos consumos praticamente inalterável ao longo dos vários anos.



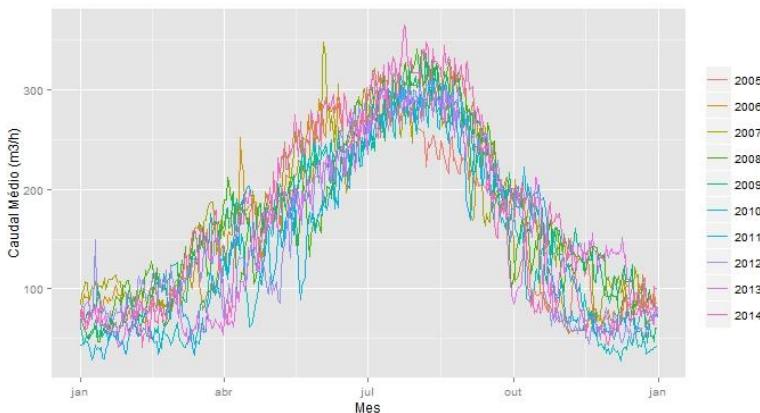


Figura 10 – Variação mensal do consumo médio diário ao longo dos meses, no período de 2005 a 2014.

Com base nos dados mensais de faturação foram analisadas as tendências nos consumos mensais, em termos de consumo máximo mensal, consumo mínimo mensal e consumo médio mensal (Figura 11).

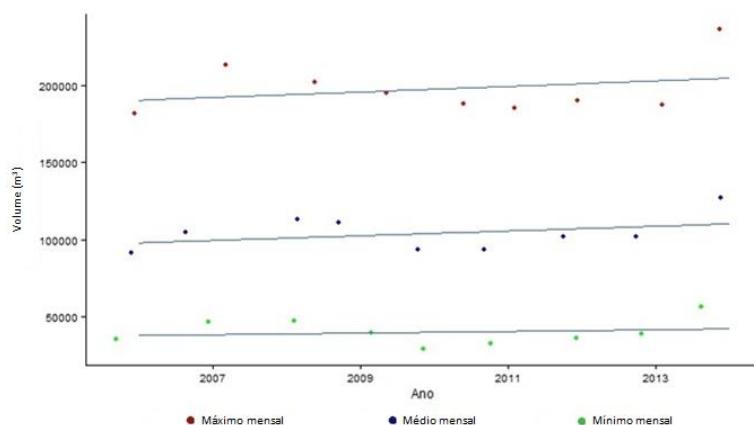


Figura 11 – Evolução dos volumes mensais (médio, máximo e mínimo) no período de 2005 a 2014.

Da análise da Figura 11 pode depreender-se uma ligeira subida dos consumos mensais, em particular em 2014. Este aumento do volume pode ser causado por uma extensão de períodos de consumo ou por aumentos pontuais no consumo diário.

A evolução dos consumos diáários (médio, máximo e mínimo) ao longo do período 2005 a 2014 é representada na Figura 12. Da observação da Figura 12 ressalta uma disparidade entre o consumo médio e o consumo máximo, sendo este último cerca de 3 vezes superior.

Da análise da Figura 12 pode concluir-se uma relativa estabilidade até 2013, traduzida pelas retas de regressão, no que se refere ao consumo diário nas várias vertentes analisadas (médio, máximo e mínimo). Em 2014 registou-se um aumento do caudal máximo diário, no entanto, o

caudal médio diário e o caudal mínimo diário apresentam, por seu lado, uma relativa estabilidade de comportamento face aos anos anteriores.

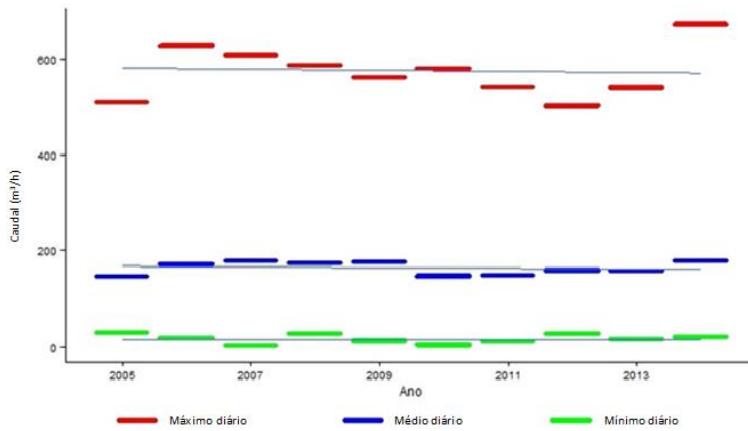


Figura 12 - Evolução dos consumos diárias (médio, máximo e mínimo) no período de 2005 a 2014.

Em complemento à análise de consumos é feita na Figura 13 uma representação da evolução da base de clientes em número de camas (indicador da dimensão dos alojamentos) e em número de contadores instalados.

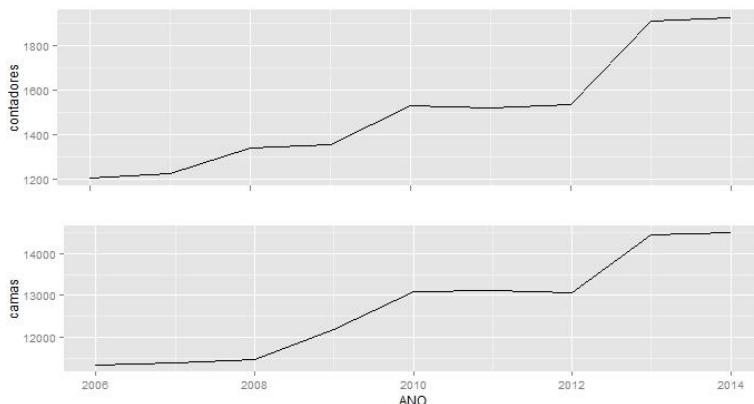


Figura 13 – Evolução da base de clientes em número de camas e contadores instalados no período de 2006 a 2014.

Da análise da Figura 13 podemos depreender que o crescimento na base de clientes da InfraQuinta tem registado, no período de 2006 a 2014, um aumento por vezes acentuado. O número de contadores instalados apresenta uma evolução semelhante ao número de camas, em particular após 2009, o que poderá depreender tipologia habitacional semelhante.

Numa análise conjunta entre Figura 12 e Figura 13 pode-se verificar que a um aumento da base de clientes não tem correspondido, diretamente, um aumento do caudal médio diário.

No entanto, o aumento no caudal máximo diário registado em 2014 poderá ser devido aos aumentos de consumo por inclusão de novos clientes.

5.4.3 Distribuição mensal do consumo – Efeito da sazonalidade

Na Figura 14 é apresentada a variação mensal do consumo descrita através do fator de ponta mensal, ou seja, o rácio do consumo mensal pelo consumo médio mensal, calculado para o período de 2005 a 2014.

Da análise da Figura 14 pode confirmar-se a sazonalidade mensal registando o mês de Agosto o maior consumo. De assinalar uma maior amplitude de valores para os meses de Novembro e Março que, possivelmente, está associada à incerteza da necessidade de rega nestes meses. Os meses de Fevereiro e Abril apresentam, comparativamente, um elevado nível de concordância no fator de ponta mensal.

No que se refere à distribuição dos fatores de ponta mensais pode depreender-se, pelo gráfico de caixas apresentado na Figura 14, que os meses de Maio, Junho e Outubro apresentam uma distribuição assimétrica à direita, *i.e.* uma distribuição em que a mediana está mais próxima do primeiro quartil (valor aos 25% da amostra ordenada). Pelo contrário, os fatores de carga para os meses de Julho e Setembro apresentam uma distribuição assimétrica à esquerda o que indica que a mediana estará mais próxima do terceiro quartil (valor a partir do qual se encontram 25% dos valores mais elevados).

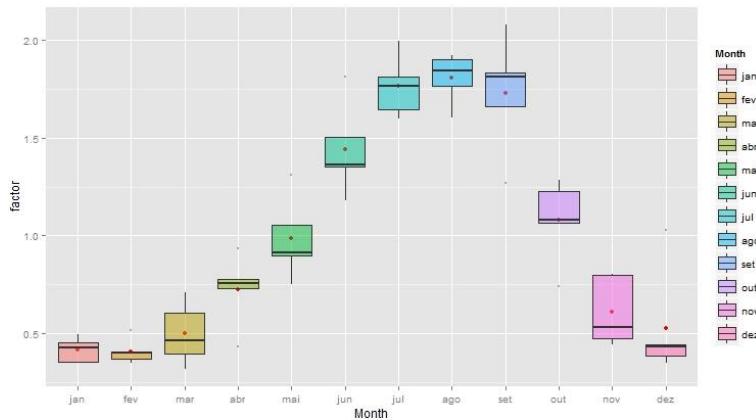


Figura 14 – Variação mensal no período de 2005 a 2014

Para compreender o efeito da sazonalidade no consumo anual usou-se, como referência, o consumo correspondente ao ano 2014, por conter informação mais recente e comparável com a atual base de faturação em termos de número de clientes.

Na Figura 15 representa-se a variação mensal de consumo, obtida pelo rácio do consumo do mês relativamente à média anual de consumo e usando como referência os dados de faturação correspondentes ao ano de 2014.

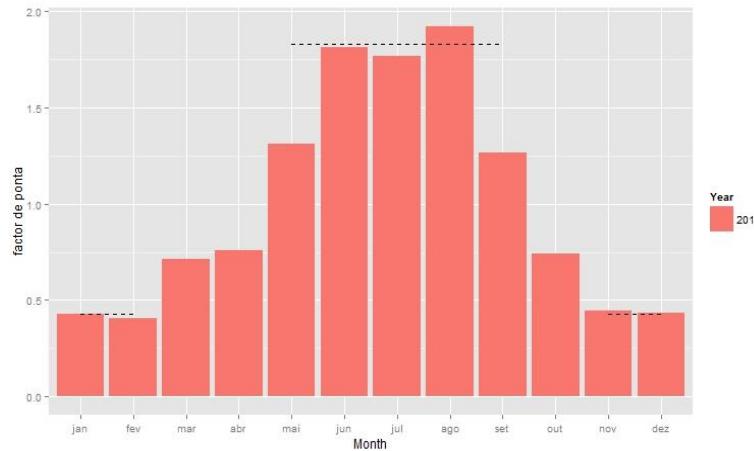


Figura 15 – Fator de ponta mensal para 2014.

Verifica-se que existem duas épocas do ano claramente distintas e com fatores de carga mensais muito homogéneos: o período de Verão, entre Junho e Agosto, com fatores de carga mensais de aproximadamente 1.8, e o período de Inverno, entre Novembro e Fevereiro, com fatores de carga mensais de 0.4 (*i.e.* o consumo de verão é cerca de 4.5 vezes o consumo de inverno). A transição entre a época de verão e época de inverno faz-se de forma aproximadamente linear.

5.4.4 Distribuição semanal do consumo

Na Figura 16 é apresentada a distribuição do consumo, registado em Agosto 2014, em função dos dias da semana, em particular, o caudal médio horário e o caudal máximo horário. O caudal médio horário corresponde à média de todos os consumos horários para determinado dia da semana; o caudal máximo horário corresponde à média dos máximos horários registados nas várias semanas do mês de Agosto 2014.

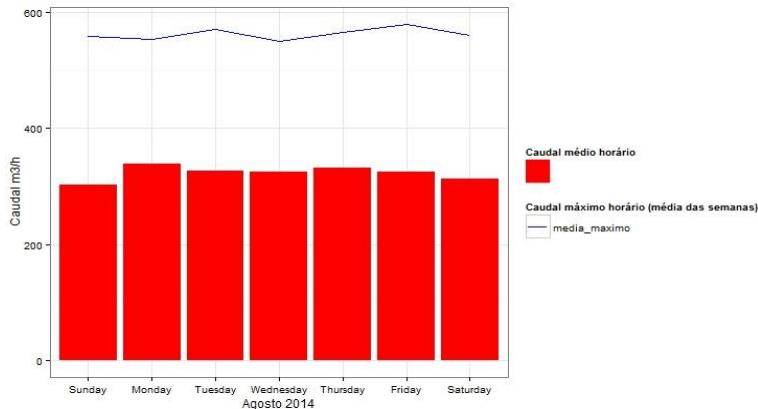


Figura 16 – Caudal médio horário e caudal máximo horário registado nos diversos dias da semana do mês de Agosto 2014.

A Figura 17 apresenta informação análoga à representada na Figura 16, desta feita, considerando os dados de consumo de Dezembro 2014.

Da análise da Figura 16 e Figura 17 pode deduzir-se que o valor absoluto de caudal é muito diferente de Agosto para Dezembro 2014. Em contrapartida, o consumo ao longo dos dias da semana não apresenta variações significativas.

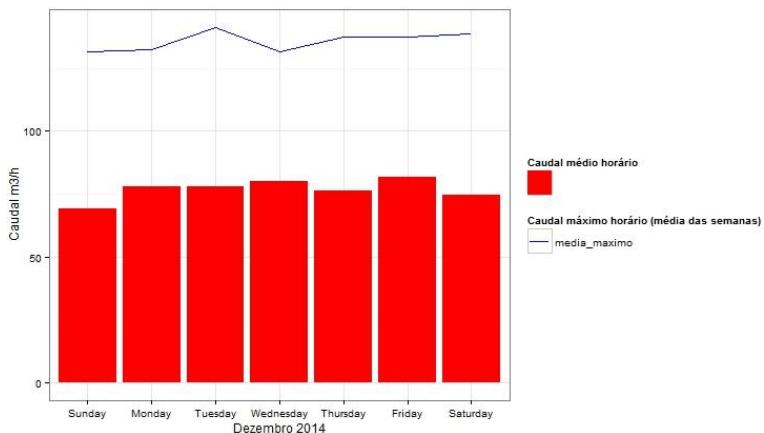


Figura 17 – Caudal médio horário e caudal máximo horário registado nos diversos dias da semana do mês de Dezembro 2014.

Na Figura 18 é apresentado o fator de carga máxima diária, em Agosto 2014 e Dezembro 2014, obtido pelo rácio entre o caudal máximo horário e o caudal médio horário. A análise à Figura 18 permite concluir que o fator de carga máximo diário, em Agosto 2014, oscila entre 1.6 e 1.8, ocorrendo o valor de carga máxima diária ao Domingo. O fator de carga máximo horário, em Dezembro 2014, oscila entre 1.7 e 1.9, ocorrendo o valor de carga máximo diário ao Domingo.

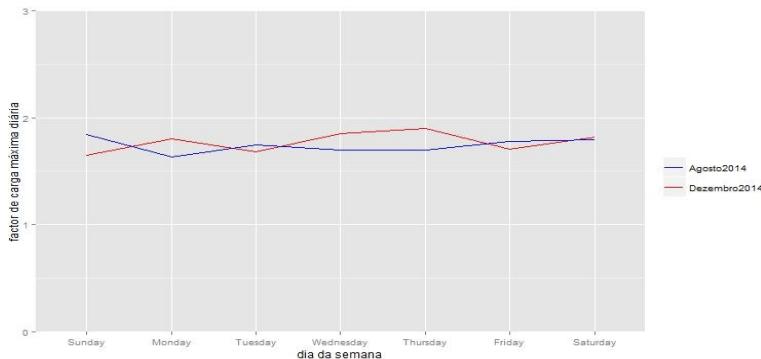


Figura 18 – Factor de carga máxima diária em Agosto 2014 e Dezembro 2014 (escala dos Y).

Regista-se uma marcada semelhança dos fatores de carga, em diferentes períodos do ano e para diferentes dias da semana, o que poderá indicar a predominância de consumos de índole diferente dos consumos, normalmente, associados a uma cidade.

5.4.5 Perfis padronizados de consumo – Importância do consumo para rega

Com o interesse de conhecer o padrão de consumo diário procedeu-se ao cálculo do fator de carga horário obtido pelo rácio do caudal horário pelo caudal médio diário.

A Figura 19 representa o fator de carga horário e o intervalo de confiança de 90% e foi construída para analisar a diferença de comportamento no caudal horário no ano 2014. No eixo das abcissas estão representadas as 24 horas do dia e no eixo das ordenadas, os caudais adimensionalizados (*i.e.*, fator de carga).

Para construção da Figura 19 foi usado o conjunto dos dias de semana, isto é, não foi efetuada distinção entre os dias úteis e fins-de-semana. A razão para esta simplificação decorre da semelhança, anteriormente assinalada, no comportamento dos consumos em dias úteis e fins-de-semana.

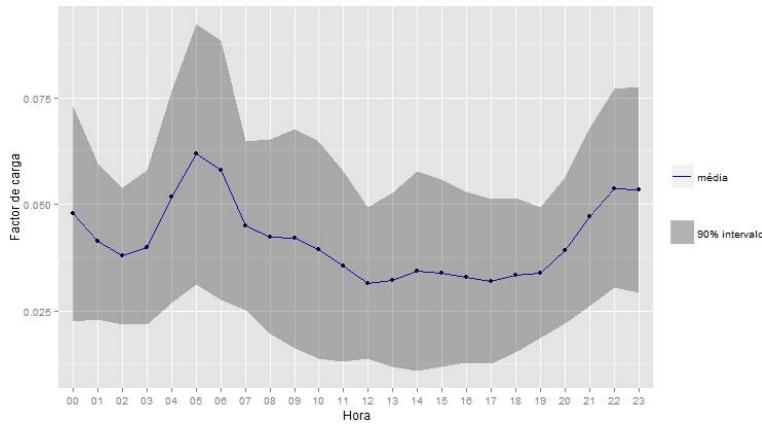


Figura 19 – Perfil padronizado de consumo, para o conjunto dos dias da semana (valor médio e intervalo de confiança de 90%).

Da observação da Figura 19, verifica-se que os maiores consumos ocorrem no período entre as 3h e as 7h e os menores consumos no período das 12h às 19h. Por este comportamento atípico de consumos, depreende-se que, muito provavelmente, predominam, na área em análise, os consumos referentes à rega.

Na hipótese de que predominam os consumos de rega foi analisado, no Anexo II, a possibilidade de existir, marcadamente, um padrão horário de consumo para período de inverno e outro padrão distinto para período de verão.

5.4.6 Importância relativa dos consumidores

Para identificação da importância relativa de cada consumidor (“peso”), foi efetuada uma análise do valor percentual mensal para cada ponto de consumo face ao consumo total mensal. A precisão, entre os valores obtidos para os pesos mensais, foi analisada pelo coeficiente de variação (rácio do desvio padrão dos valores percentuais mensais pela média dos mesmos). A Figura 20 representa o histograma dos coeficientes de variação verificando-se que predominam os coeficientes de variação baixos, isto é, inferiores à unidade. Sabendo que quanto menor o coeficiente de variação maior a precisão dos dados, poder-se-á concluir que o peso relativo de cada ponto de consumo (e como tal a distribuição espacial de pesos) não exibe alterações significativas entre os vários meses.

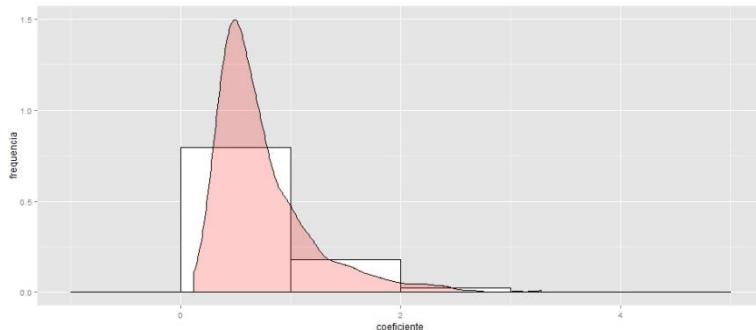


Figura 20 – Histograma dos coeficientes de variação.

Para identificação dos consumidores mais relevantes, em período de verão e período de inverno, foi calculado o valor percentual do consumo relativamente ao consumo total para o período de verão (peso verão) e período de inverno (peso de inverno). O período de verão foi considerado de Abril a Setembro, inclusive, e os restantes conjunto de meses, Outubro a Março, considerado período de inverno.

Quadro 4 – Lista dos 20 maiores consumidores e sua importância relativa em período de Verão e Inverno.

Morada	Volume Verão (m³)	Peso Verão	Volume Inverno (m³)	Peso Inverno
Hotel - Apartamentos Conrad	26588	2.37%	16428	3.69%
Hotel Quinta do Lago	23835	2.12%	9919	2.23%
Irrigation main meter Bovis São Lourenço	23581	2.10%	7286	1.64%
Aldeamento Monte da Quinta Club	19315	1.72%	7181	1.61%
Lote 092 Condomínio 151-177 Pinheiros Altos	17879	1.59%	7268	1.63%
Vilar do Golf	16592	1.48%	11336	2.55%
Quinta Parque Apartamentos	15985	1.42%	8029	1.80%
Aldeamento Four Seasons Country Club	15718	1.40%	11647	2.62%
Lote HO5-Aparthotel	14529	1.29%	9738	2.19%
Lote 093 Condomínio 101-140 Pinheiros Altos	14114	1.26%	4336	0.97%
Quinta Shopping	13085	1.17%	4327	0.97%
Four Seasons Fairways	12006	1.07%	9887	2.22%
SUT-HO1-Loteamento UOP5 Bovis Lakeside Village	8937	0.80%	2621	0.59%
Lote 002 Lago	6339	0.56%	1271	0.29%
Villa 082 Pinheiros Altos	5221	0.47%	1660	0.37%
Villa 008 Pinheiros Altos	4895	0.44%	1414	0.32%
Lote 001 São Lourenço	4483	0.40%	1122	0.25%
Lote 012 Monte Golfe	4458	0.40%	782	0.18%
Lote 026 Lago	4453	0.40%	1033	0.23%
Lote 077 Atlântico	4408	0.39%	1761	0.40%
TOTAL	256421	23%	119046	27%

Com base nos “pesos de verão” e “pesos de inverno” foram identificados os maiores consumidores. De notar que, em concordância com a análise do coeficiente de variação, os consumidores com maiores percentagens de consumo em período de verão são, em simultâneo, grandes consumidores também no período de inverno.

A Figura 21 permite relacionar a posição de determinado ponto de consumo com o seu peso relativo (média anual), em termos de consumo, na rede de abastecimento.

Da observação da Figura 21 podemos identificar um “eixo” onde predominam grandes consumidores e que corresponde, em termos de traçado, à avenida André Jordan.

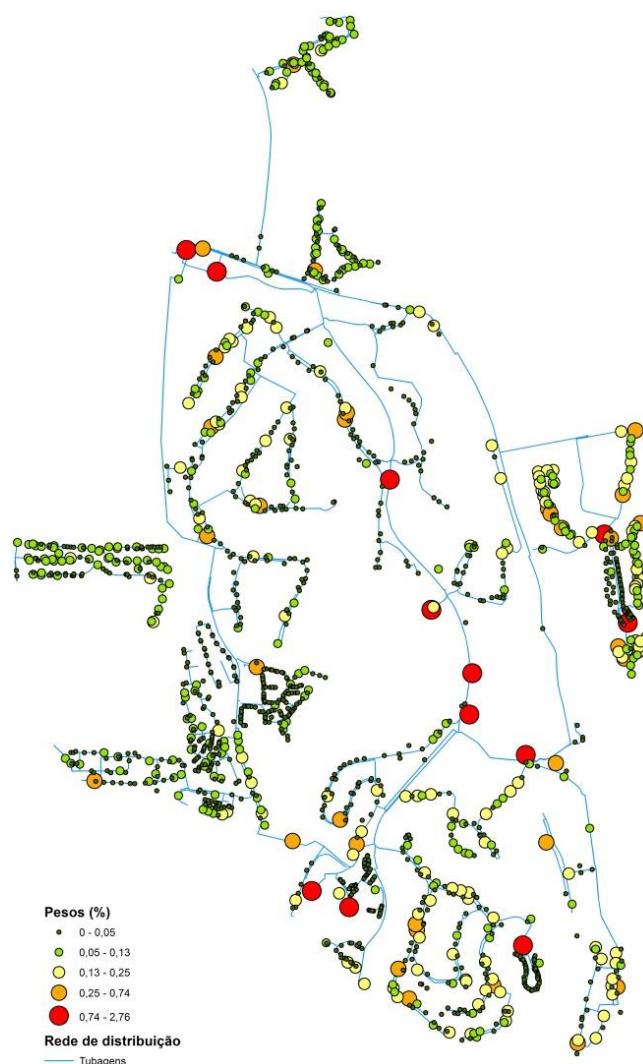


Figura 21 – Localização do peso relativo dos consumidores na rede.

No Anexo III são analisadas as séries temporais dos vários consumidores e estudada a hipótese de agregar os respetivos padrões horários em “padrões típicos” de consumo. Como conclusão, do estudo realizado no Anexo III, poderá evidenciar-se a dificuldade de conseguir similaridades marcantes entre os padrões horários de consumo e, consequentemente, a necessidade de inserir todos os padrões individuais no modelo hidráulico.

5.5 Previsão de novos consumos

5.5.1 Novos loteamentos

A área de intervenção da InfraQuinta tem sido alvo de sucessivas expansões resultantes, essencialmente, da integração de loteamentos turísticos periféricos à Quinta do Lago. A atual área de intervenção e número de clientes correspondem, grosso modo, à situação verificada no ano 2014. Por essa razão, somente os dados de consumo do ano de 2014 foram usados para definição do consumo diário máximo e mínimo.

Para estimativa do consumo relacionado com a expansão para novos loteamentos foi usado como referência a capitação do Monte da Quinta ($0.86\text{ m}^3/\text{mês/cama}$) e o número de camas aprovadas no regulamento do plano de urbanização da Quinta do Lago, aprovado em resolução do conselho de ministros n.º 160/2003, publicado em Diário da República I série-B n.º 233, de 8 de Outubro de 2003.

No Quadro 5 apresenta-se uma síntese do número de camas e consumo estimado para os novos loteamentos incluídos na área de intervenção da InfraQuinta. Para estimativa do consumo mensal do complexo desportivo usou-se, pela semelhança de utilização, os dados de consumo do complexo desportivo de Loulé.

Quadro 5 – Consumos estimados para as áreas de expansão (valores em $\text{m}^3/\text{mês}$).

Designação	Nome	Nº camas	Consumo estimado		
			Mediana	Máximo	Mínimo
AL1		500	430.7	1111.2	196.2
AL11		1085	934.7	2411.3	425.7
AL3		600	516.9	1333.4	235.4
ET3		350	301.5	777.8	137.3
HO1	Lakeside Village	200	172.3	444.5	78.5
HO3B		152	130.9	337.8	59.6
LO18	Ria Formosa	71	61.2	157.8	27.9
LO24	São Lourenço Norte	145	124.9	322.2	56.9
EQ1	Complexo Desportivo	n.a.	430	n.a.	n.a.



A estimativa para o valor médio diário é obtida por divisão do valor da mediana por 30.4 (média de dias por mês). Para efeitos da inserção no modelo hidráulico e posterior análise de dimensionamento dos trechos da rede, os consumos estimados foram majorados por um coeficiente de segurança de 25% de forma a abranger a incerteza da estimativa.

A Figura 22 ilustra as possíveis áreas de expansão consideradas no Quadro 5.

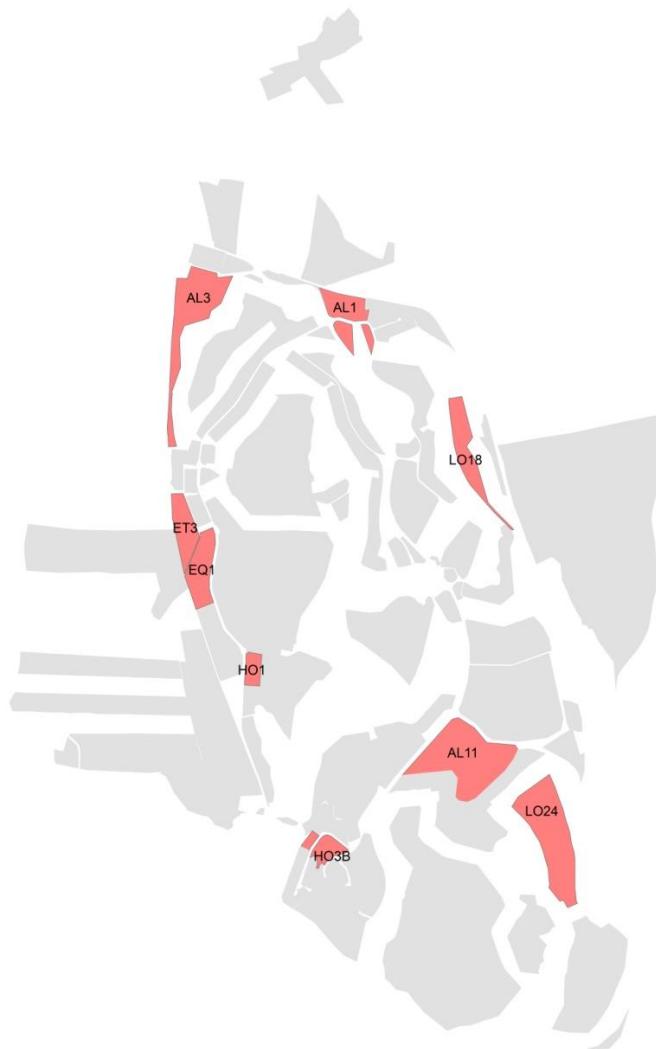


Figura 22 – Localização das zonas de expansão.

5.5.2 Aumento do consumo para rega decorrente da intrusão salina em captações

Muitos dos lotes na área de intervenção da InfraQuinta, têm furo próprio que utilizam na captação de água para rega dos seus espaços ajardinados. A Figura 23 apresenta as captações registadas sendo da opinião generalizada que, muito provavelmente, existem outras clandestinas.

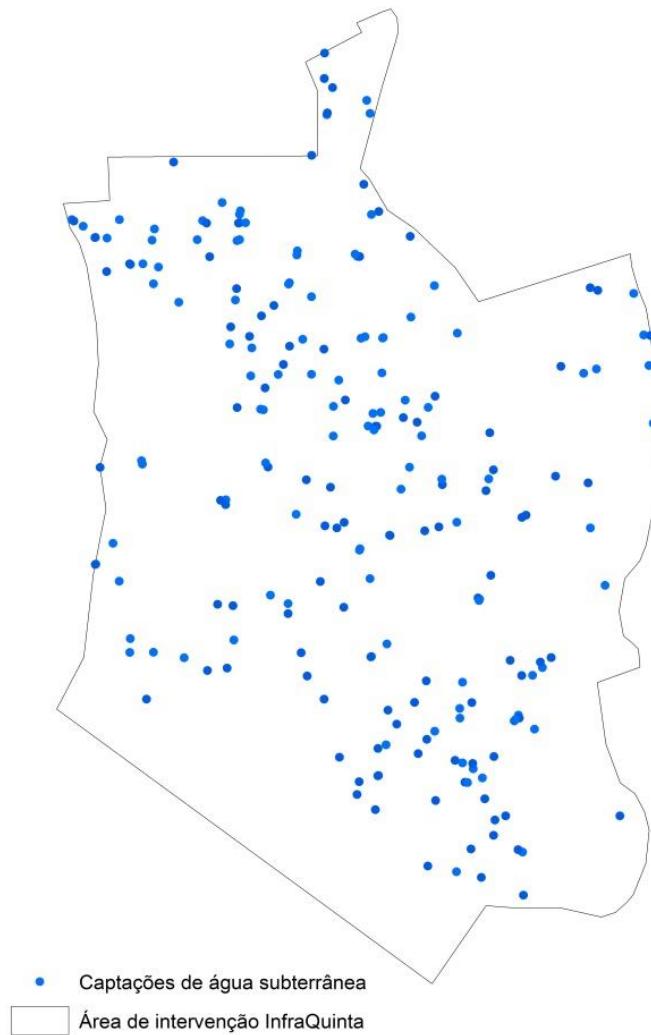


Figura 23 – Localização de captações privadas.

De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente todo o aquífero na zona de intervenção da InfraQuinta está sobre sério risco de intrusão salina (Figura 24). O risco de intrusão salina já constitui uma ameaça real pois há registo de pedidos adicionais de contadores de rega em consequência da salinização de captações privadas.

É difícil prever, com base na atual informação, qual o acréscimo de solicitação à rede de abastecimento decorrente da desativação de captações subterrâneas próprias. Para uma possível quantificação deste, eventual, acréscimo será necessário proceder a estudos mais detalhados.

Na falta de informação precisa, que permita quantificar o acréscimo de solicitação à rede de abastecimento decorrente da consequência da intrusão salina em captações subterrâneas próprias, foi usado para dimensionamento da rede ideal uma reserva de 30%, face aos dados

atuais de consumo, para garantir alguma segurança de resposta a futuros acréscimos de solicitação à rede (incluindo os decorrentes de consumos imprevistos).

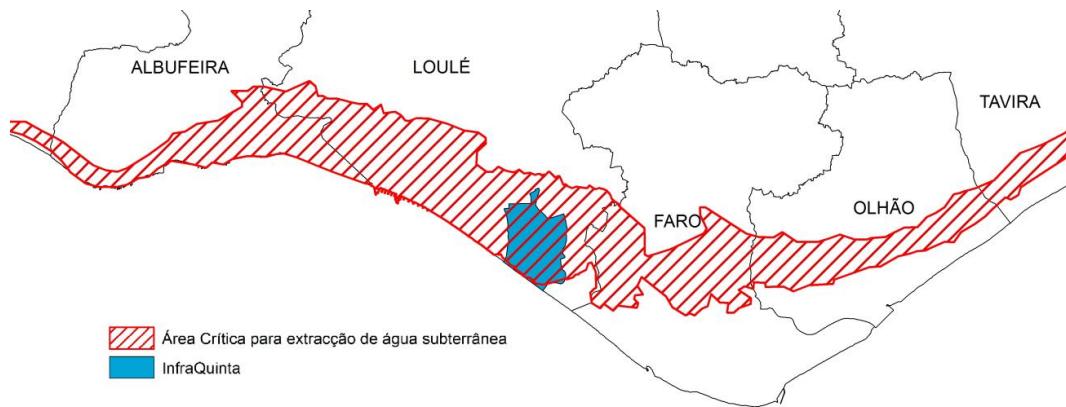


Figura 24 – Risco de intrusão salina.

5.6 Cenários de consumo

Os cenários de consumo são úteis para estudar a flexibilidade da rede de abastecimento de água, em termos de resposta a diversas solicitações.

Construir futuros cenários de consumo para a rede de abastecimento da InfraQuinta é tarefa difícil, que carece de estudos específicos, dada a multiplicidade de fatores contraditórios que condicionam o aumento ou diminuição do futuro consumo, nomeadamente:

- A desativação das captações próprias usadas para rega (por motivos de intrusão salina ou seca) e consequente aumento de necessidades de consumo;
- A atual preponderância dos consumos de rega e a incerteza da futura tipologia dos espaços ajardinados terá consequências (aumento ou diminuição) nas necessidades de consumo;
- A recente alteração do sistema tarifário, com maior importância da componente de custo variável, com possível incentivo de diminuição no consumo;
- A possibilidade de solicitar contadores específicos para rega, e introdução de tarifário de rega, poderá conduzir a alterações (aumento ou diminuição) no consumo.

Na ausência de informação que nos permita inferir futuras tendências, e como teste do desempenho hidráulico da rede, foram analisados os seguintes cenários de consumo por ordem crescente de volume de água:

Cenário A – Dia de menor consumo;

Cenário B – Dia de maior consumo;



Cenário C – Dia de maior consumo com expansão para novos loteamentos;

Cenário D – Dia de maior consumo, expansão para novos loteamentos e aumento do consumo devido a futuras necessidades suplementares de rega.

No modelo de simulação hidráulica foram inseridos padrões individuais (*i.e.* consumo horário de cada um dos pontos de consumo). Para estimativa do padrão horário de consumo a associar a de cada ponto de consumo, foi efetuada a média dos consumos horários do período de 14 de Maio 2015 a 29 Junho 2015. O período selecionado permite, com fiabilidade, usar os dados de telemetria (em pleno funcionamento desde finais de Abril de 2015).

O desempenho hidráulico da rede foi testado para o caudal atual (período de 14 de Maio 2015 a 29 Junho 2015) e para o cenário de expansão para os novos loteamentos. Foi, também, testada a flexibilidade da rede de abastecimento de água para um aumento generalizado de consumo (30%) decorrente do risco de intrusão salina. Este valor máximo de solicitação à rede corresponde a um caudal médio diário da ordem dos 8700 m³/dia (exclui o consumo dos loteamentos Varandas do lago e Quinta das Salinas abastecidos diretamente pela conduta do litoral).

a) Cenário A: dia de menor consumo

Este cenário corresponde ao dia de menor consumo em 2014, dia 9 de Fevereiro 2014, com um consumo de 976 m³. Neste dia, o consumo à hora de menor consumo, entre as 00h e as 1h da madrugada, é de 27 m³.

b) Cenário B: dia de maior consumo

O maior consumo ocorrido em 2014 foi registado no dia 24 Julho sendo o valor de 8747 m³. Em termos horários, o valor de pico de consumo foi de 670 m³ tendo sido registado no dia 25 Julho 2014, entre as 4h e as 5 horas da madrugada. Estes consumos coincidiram com uma operação de limpeza e descarga da conduta principal de alimentação ao loteamento Pinheiros Altos.

Optou-se por associar ao Cenário B os valores mais recentes de consumos horários registados no período de 14 Maio a 29 Junho 2015. O período selecionado permite, com fiabilidade, usar os dados de telemetria (em pleno funcionamento desde finais de Abril de 2015).

c) Cenário C: dia de maior consumo com expansão de novos loteamentos (cenário de consumo mais provável)



O cenário C representa o cenário de consumo mais provável a curto-médio prazo. Neste cenário estuda-se o efeito da sobreposição ao dia de maior consumo (Cenário A) do aumento das necessidades decorrentes da expansão aos novos loteamentos (Quadro 5).

Para efeitos da inserção no modelo hidráulico e posterior análise de dimensionamento dos trechos da rede, os consumos estimados no Quadro 5 foram majorados por um coeficiente de segurança de 25% de forma a abranger a incerteza da estimativa.

Para análise do funcionamento hidráulico da rede, em simulação dinâmica e na ausência de informação que permita definir o padrão a associar aos novos loteamentos, foi usado um padrão único de consumo para as diversas áreas de expansão. Este padrão único de consumo corresponde ao padrão do caudal à saída do reservatório (ver Figura 19).

d) Cenário D: Dia de maior consumo, expansão para novos loteamentos e aumento do consumo devido a futuras necessidades suplementares de rega

Neste cenário estuda-se o efeito da sobreposição ao dia de maior consumo e expansão aos novos loteamentos, analisado no cenário C, o aumento do consumo causado por eventuais consumidores que têm captações próprias, para uso em rega, em risco iminente de intrusão salina.

O cenário D caracteriza-se por um elevado grau de incerteza e, na ausência de informação precisa sobre os caudais a considerar, optou-se por testar o modelo hidráulico considerando um acréscimo generalizado de 30% face aos consumos do cenário C, resultando um consumo médio diário de 8700 m³.

5.7 Nota final

Ao longo do presente capítulo (capítulo 5) foi efetuada a análise dos dados de consumo, do período 2005 a 2014, para identificar tendências e cenários de consumo.

O cenário C (vide 5.6) foi identificado como o cenário de consumo mais provável a curto-médio prazo. Por esta razão, este cenário foi usado na avaliação de desempenho hidráulico da situação *Statu Quo* (vide 4.3) e de alternativas de operação (vide 7.2.2 e 7.3.2).

Estando presente o risco do cenário D se concretizar, o dimensionamento da alternativa 2 (analisado em 7.3) prevê uma folga generalizada de 30%, i.e., para efeitos de dimensionamento da rede utilizou-se, como referência, o cenário D.



6. Recolha de informação e avaliação de desempenho para a situação *Statu Quo*

6.1 Modo de operação

Na Figura 25 são apresentados os possíveis modos de operação do sistema de abastecimento de água.

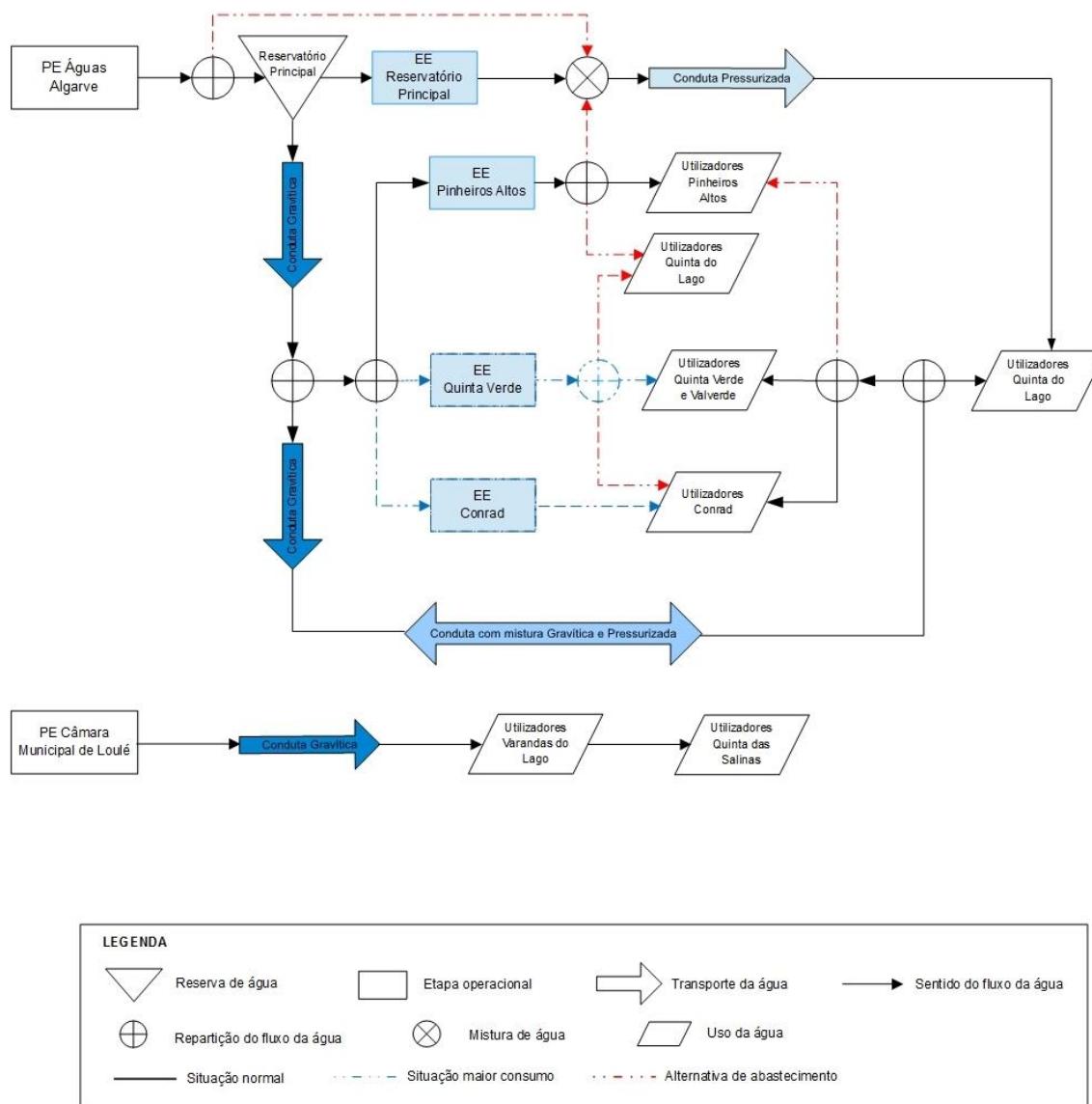


Figura 25 – Esquema de funcionamento da rede de abastecimento de água.

6.2 Discretização em áreas de análise

Para estudo da atual rede de abastecimento a área de intervenção da InfraQuinta foi discretizada, em áreas de análise (zonas funcionais), permitindo um diagnóstico mais localizado do desempenho da rede de distribuição e identificar o potencial para melhoria.

A rede de distribuição de água da InfraQuinta foi subdividida em quatro áreas funcionais hidráulicamente independentes, a saber (Figura 26):

- InfraQuinta;
- Pinheiros Altos;
- Quinta Verde e Valverde;
- Varandas do Lago e Quinta das Salinas.



Figura 26 – Zonas funcionais da InfraQuinta definidas para o atual modo de operação.

A água que abastece as zonas funcionais da InfraQuinta, de Pinheiros Altos e da Quinta Verde e Valverde provém do reservatório principal da InfraQuinta, que por sua vez é abastecido pelo sistema adutor da Águas do Algarve. Estas zonas funcionais, pela sua interligação, foram analisadas de forma conjunta.

As zonas funcionais de Varandas do Lago e Quinta das Salinas são abastecidas através de outro reservatório, o reservatório do Cerro do Galo, e portanto, o estudo destas zonas é efetuado, quando apropriado, de forma independente.

6.3 Avaliação da situação *Statu Quo*

6.3.1 Análise de avaliação de desempenho em termos de pressão

Para uma análise detalhada das causas de menor desempenho de pressão na rede (i.e. se por razões de pressões baixas, pressões elevadas ou flutuações de pressão) julgou-se aconselhável a análise dos diagramas de simulação dinâmica para pressão mínima, máxima e flutuação de pressão apresentados na Figura 27. Estes gráficos traduzem, em curvas de percentil, os resultados de desempenho calculados com base na aplicação das curvas de penalidade (Anexo I) para uma simulação dinâmica durante 24 horas (Jacob, 2006). Cada percentil representa a percentagem da rede com desempenho inferior ou igual à curva de percentil, ao longo das 24 horas.

O diagrama de simulação dinâmica para pressão mínima, Figura 27a, apresenta um desempenho inferior a 100% em dois períodos do dia, das 3h às 9h e das 20h às 23h. O ponto mais crítico ocorre às 5h. A esta hora do dia, 25% do consumo total de água distribuída apresenta um desempenho inferior à pressão mínima desejável (20 m.c.a.) no ponto de consumo.

O cumprimento da pressão mínima é condição indispensável a conseguir para assegurar que não está em risco o abastecimento de água na torneira do consumidor. Existindo problemas de pressão mínima para o atual cenário de consumo em época de verão deverão, forçosamente, ser tomadas medidas ao nível de alterações estruturais ou ao nível de operação da atual rede de abastecimento.

O diagrama para a pressão máxima, Figura 27b, permite assinalar um período extenso do dia, das 10h às 19h, onde a curva de desempenho médio (a negrito) desenvolve-se num patamar de desempenho médio da ordem dos 70%, a que corresponde um nível de serviço afastado do patamar ótimo. Na análise das curvas de percentis, observa-se que no período do dia compreendido entre as 10h e as 19h, 25% da água distribuída apresenta um desempenho igual ou inferior a 60%.

O diagrama de simulação dinâmica para a flutuação de pressão, Figura 27c, apresenta valores desviados da linha de desempenho ótimo (100%) em dois períodos do dia: às 5h e às 23h. O



mínimo de desempenho ocorre às 5h com desempenhos médios da ordem dos 70%. As maiores larguras de banda no período noturno (entre as 20h e as 10h) revelam uma heterogeneidade no comportamento do sistema.

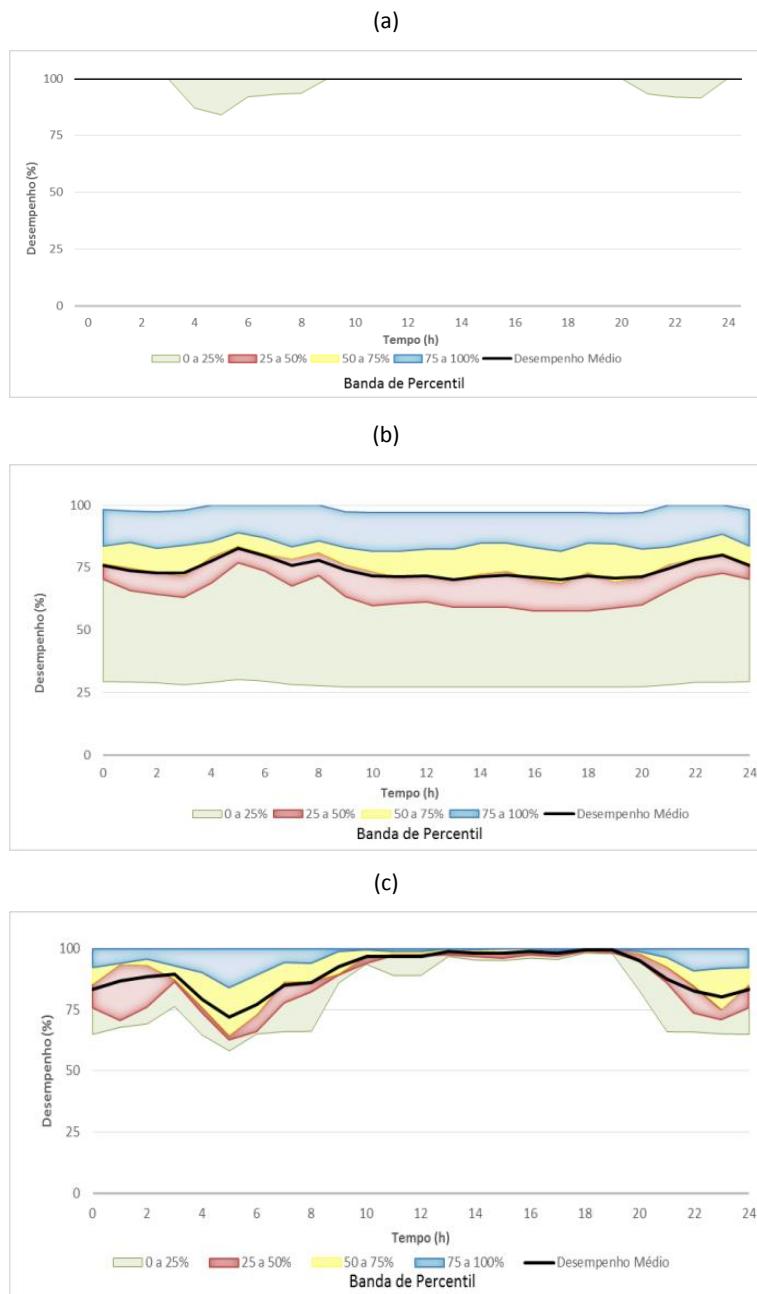


Figura 27 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa *Statu Quo* da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.

A análise dos diagramas de simulação dinâmica é complementada pelas representações espaciais, Figura 28, o que permite relacionar a localização de determinado ponto de consumo

com o seu respetivo desempenho e, desta forma, conhecer a localização exata dos pontos de consumo que apresentam desempenhos indesejáveis.

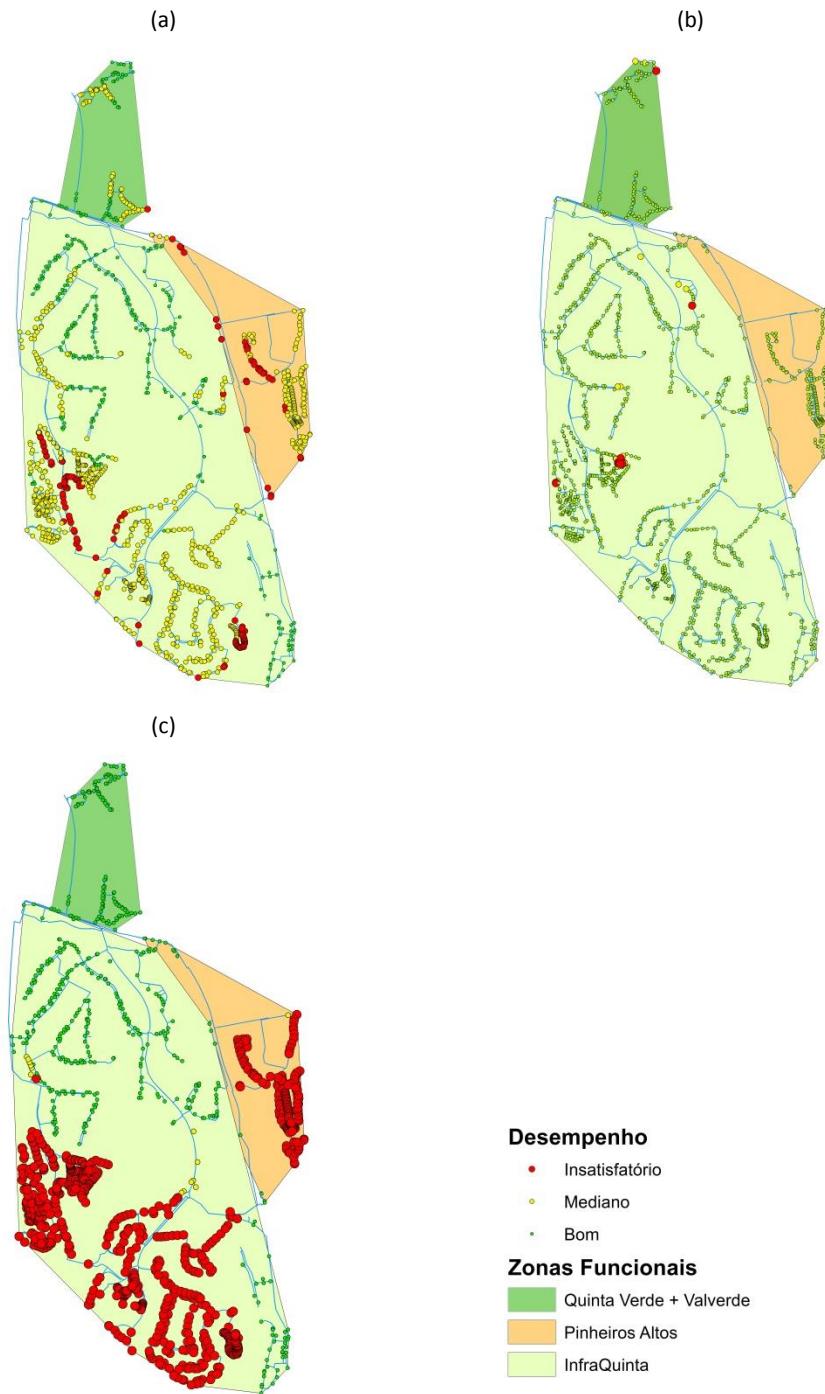


Figura 28 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa *Statu Quo* da: (a) pressão máxima para a hora de menor consumo: 15h, (b) pressão mínima para a hora de maior consumo: 5h e (c) flutuação máxima de pressão ao longo do dia.

A representação espacial do desempenho da pressão máxima, Figura 28a, é representativa da hora de menor consumo em cenário de verão, registada às 15h, e como tal, representa a condição a que se verificam maiores pressões na rede de abastecimento.

Da análise à Figura 28a, verifica-se que os baixos desempenhos ao nível de pressão máxima se localizam, predominantemente, na zona sul da zona funcional da InfraQuinta (cotas mais baixas) e na zona funcional de Pinheiros Altos.

Os baixos desempenhos ao nível de pressão mínima, Figura 28b, registam-se na zona funcional da InfraQuinta (pontos de cota mais elevada).

Da observação da Figura 28c, verifica-se que os baixos desempenhos a nível da flutuação de pressão ocorrem, na sua maioria, na zona funcional de Pinheiros Altos e na zona sul da zona funcional da InfraQuinta.

Para um conhecimento da resiliência da situação *Statu Quo*, face à variação generalizada de consumo, efetuaram-se diagramas de sistema, Figura 29 (a), (b) e (c), que representam os desempenhos do sistema expressos em bandas de percentis de 25% em 25% para um conjunto de simulações dinâmicas, com consumos associados que variam entre 0.5 e 1.7 vezes o consumo médio diário em período de verão.

Os diagramas de sistema presentados na Figura 29 representam o desempenho da rede para a situação mais desfavorável, *i.e.* Figura 29 (a) e (c) para a hora de maior consumo e Figura 29b para hora de menor consumo.

Da análise da Figura 29a podemos concluir que para fatores de carga compreendidos entre 1.1 e 1.4, 25% dos consumidores apresentam, à hora de maior consumo, desempenho igual ou inferior a 75% o que representa, Figura 53a, uma pressão na rede de aproximadamente 17 m.c.a. (inferior à pressão de serviço desejável: 20 m.c.a.). O aumento do fator de carga traduz-se numa diminuição acentuada de desempenho em termos de pressão mínima. Para fatores de carga próximos de 1.7 o desempenho médio da rede desce para 50%.

O diagrama associado às pressões máximas (Figura 29b) apresenta um aumento do desempenho com o aumento do fator de carga. O que significa que, com o aumento de consumo, as pressões decrescem e aproximam-se da pressão de serviço (ver curva de penalidade da Figura 53b). O declive suave da curva de desempenho médio indica uma pequena sensibilidade do sistema aos fatores de carga aplicados.

Para a flutuação de pressão, Figura 29c, ocorre uma diminuição do desempenho médio com o aumento do fator de carga, atingindo para um fator de carga de 1.5 um desempenho médio de 50%. É notar também um aumento de largura de banda com o aumento do fator de carga o que indica um aumento da diversidade de valores de pressão no sistema. Por último, dado não existirem nós com desempenho igual ou inferior a 25% (curva de penalidade da Figura 29c), está garantida a condição da alínea d), ponto 1 do Art.21º do DR23/95, *i.e.* que a flutuação máxima de pressão em cada nó do sistema, ao longo do dia, não excede os 30m.



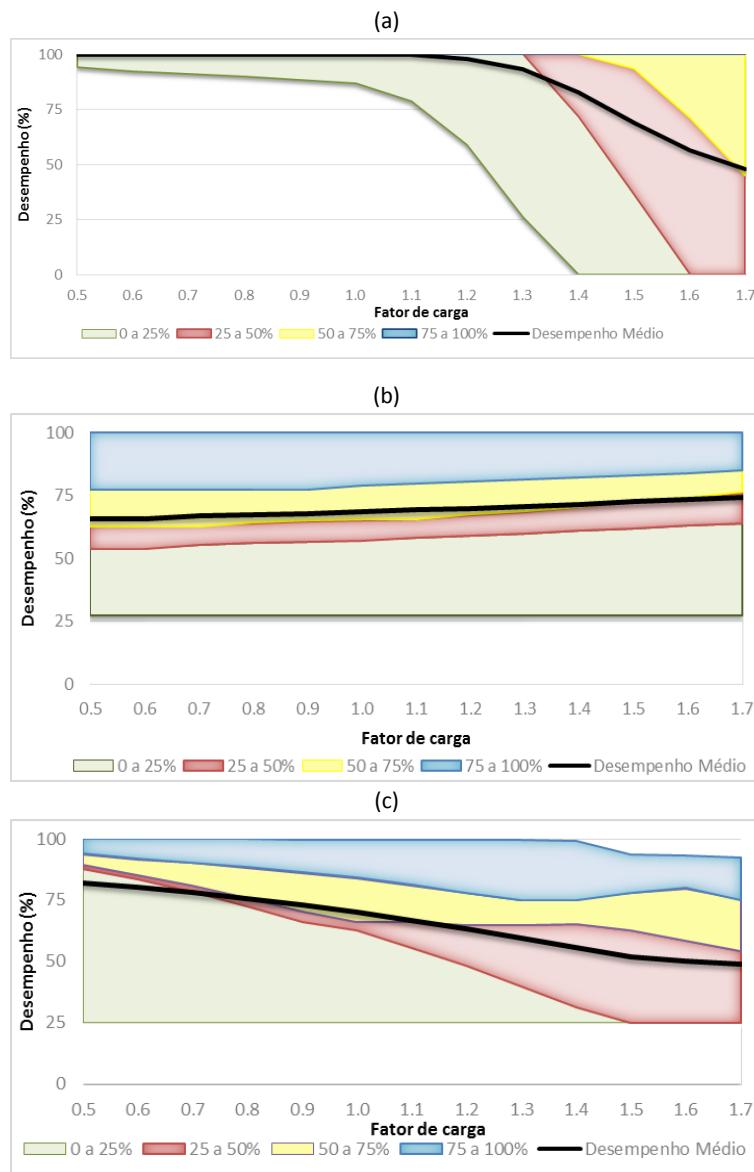


Figura 29 – Diagramas de sistema em cenário de verão, para alternativa *Statu Quo* da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.

6.3.2 Análise de avaliação de desempenho em termos de velocidade

A Figura 30 apresenta o diagrama de simulação dinâmica, elaborado com base na curva de penalidade (Figura 54), para velocidade mínima (a) e (b) velocidade máxima.

A Figura 30a representa o diagrama de simulação dinâmica para a velocidade mínima. De salientar que, com exceção de um curto período do dia (período entre as 4:00h e 6:00h), mais

de 50% do escoamento se dá com desempenho de velocidade mínima abaixo do desempenho médio (a negrito).

Na Figura 30b, que reflete a penalização para velocidades elevadas, observa-se a excessiva largura da banda de percentil mais baixa e a inexistência das outras bandas de percentil. Observa-se, também, que os baixos desempenhos não afetam a curva de desempenho médio (a negrito), correspondente a um nível de serviço ótimo (100%).

Quando se analisa, em conjunto, os desempenhos referentes às velocidades mínimas (Figura 30a) e máximas (Figura 30b), fica evidenciado que o problema se deve principalmente às velocidades baixas, existindo apenas problemas pontuais de velocidades elevadas.

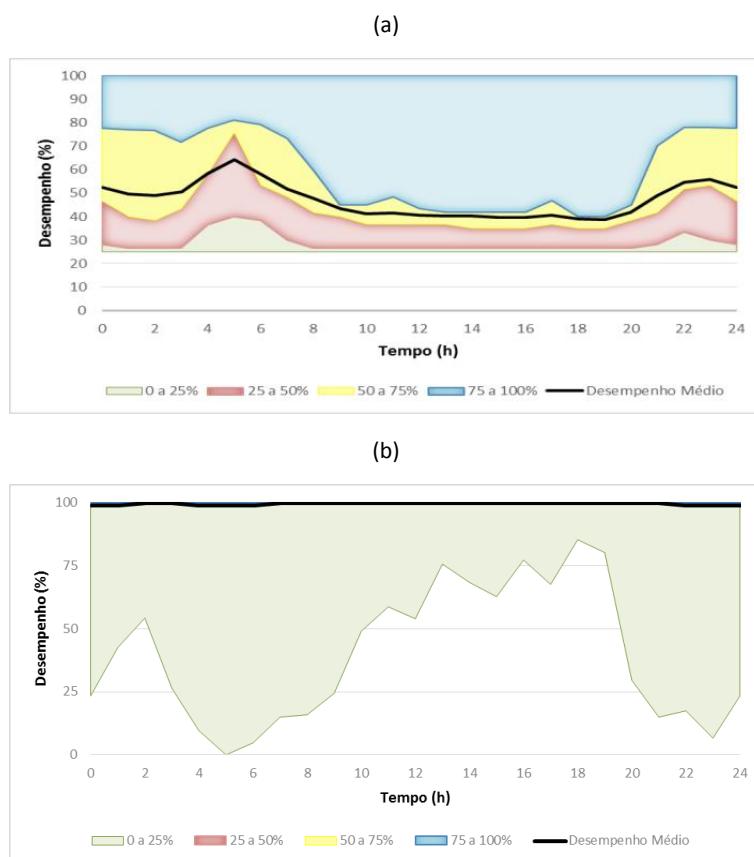


Figura 30 – Diagrama de simulação dinâmica em cenário de verão, para a alternativa *Statu Quo* da: (a) velocidade mínima e (b) velocidade máxima.

A Figura 31 permite localizar, espacialmente, quais os trechos que apresentam desempenhos indesejáveis. Da análise comparativa entre a Figura 31a e Figura 31b podemos verificar que predominam as condutas com problemas no parâmetro velocidade mínima.

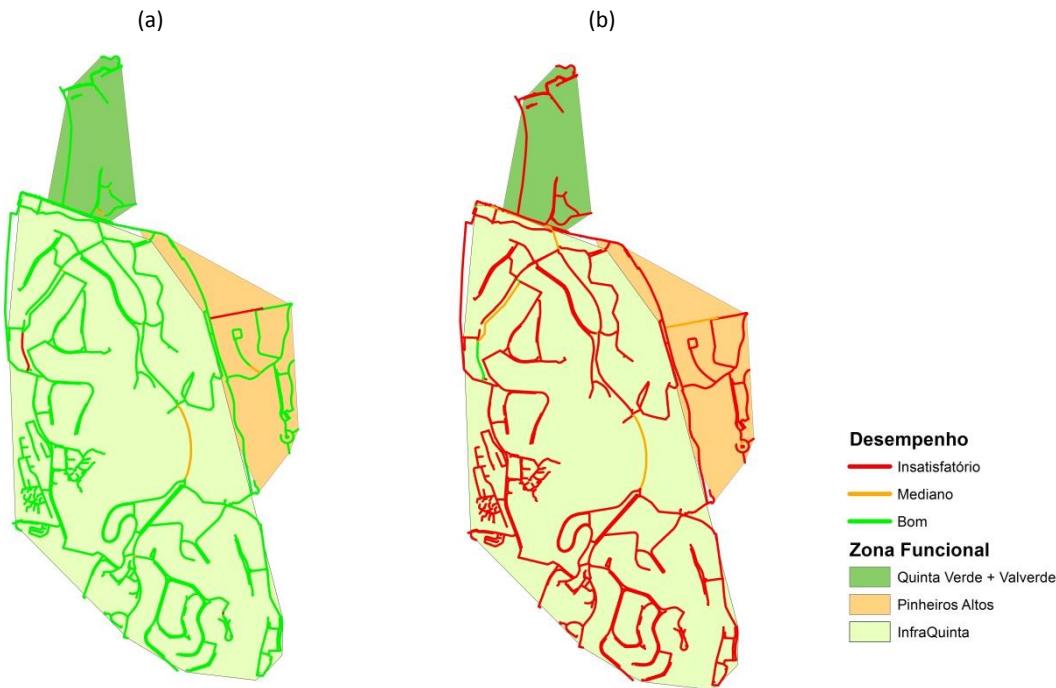


Figura 31 – Representação espacial, em cenário de verão, para alternativa *Statu Quo* da: (a) velocidade máxima para a hora de maior consumo: 5h e (b) velocidade mínima para a hora de menor consumo: 15h.

A Figura 32 apresenta os diagramas de sistema que permitem avaliar como se comporta o sistema, em termos de desempenho nos parâmetros velocidade mínima e máxima, face à variação de consumo.

A Figura 32a traduz às penalizações de velocidade mínima. Verifica-se que para fatores de carga inferiores a 1.6 o desempenho médio (a negrito) é da ordem dos 30%, para a hora de menor consumo. Para fatores de carga superiores a 1.6 verifica-se um aumento acentuado do desempenho médio, ainda que, inferior a um valor de 75%.

A Figura 32b traduz às penalizações da velocidade máxima. A largura da banda de percentil mais baixo e a inexistência de outras bandas de percentil (Figura 32b), indica que as velocidades elevadas não ocorrem de forma generalizada no sistema e não comprometem o bom desempenho médio global (perto dos 100%).

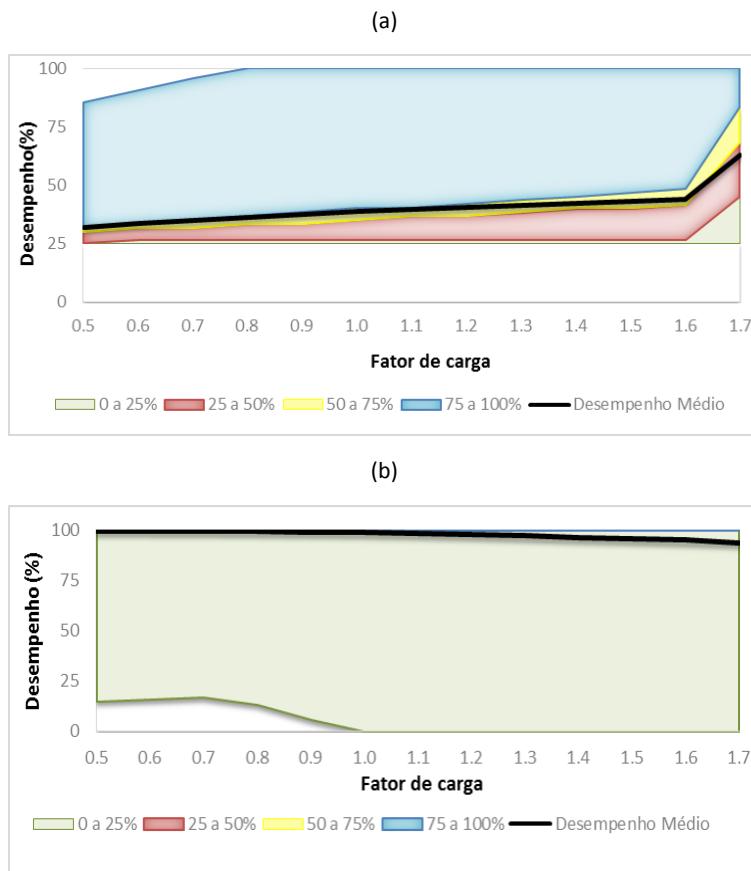


Figura 32 – Diagrama de sistema em cenário de verão, para a alternativa *Statu Quo* da: (a) velocidade mínima à hora de menor consumo e (b) velocidade máxima para a hora de maior consumo.

6.3.3 Índice do Valor da Infraestrutura (independente de cenários)

A análise do Índice de Valor da Infraestrutura (IVI) permitirá avaliar a situação atual da infraestrutura e sua eventual necessidade de renovação.

A análise do IVI da atual rede de abastecimento foi efetuada sobre diferentes abordagens, utilizando-se como ferramenta auxiliar de visualização o software AWARE-P¹.

A abordagem histórica de evolução do IVI ao longo do tempo, desde o início de construção (1972) até à presente data (2015), permite registar um decaimento geral do índice ao longo do tempo de 100% para um valor aproximado de 40% (Figura 33). Da análise da Figura 33 verifica-se um aumento pontual do IVI, no período entre 1985 e 1990, resultado da expansão da rede de abastecimento em consequência do desenvolvimento turístico.

¹ <http://baseform.com/np4/researchAWARE.html>

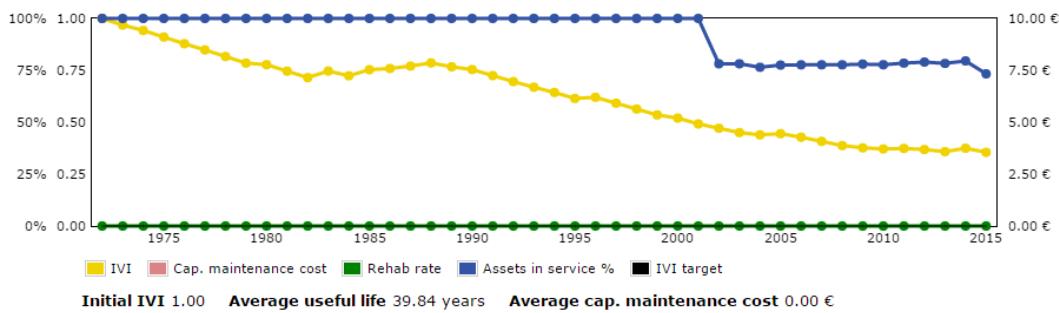


Figura 33 – Evolução do IVI e do nível de serviço no período de 1972 a 2015.

O valor atual de IVI (aproximadamente 40%) traduz um défice acumulado de renovação da rede de abastecimento de água. A manter-se uma política de ausência de investimento de renovação da rede de abastecimento ocorrerá um decaimento progressivo do IVI e, consequentemente, em 2020, existirá o risco de aproximadamente 50% dos ativos não estarem em serviço (Figura 34).

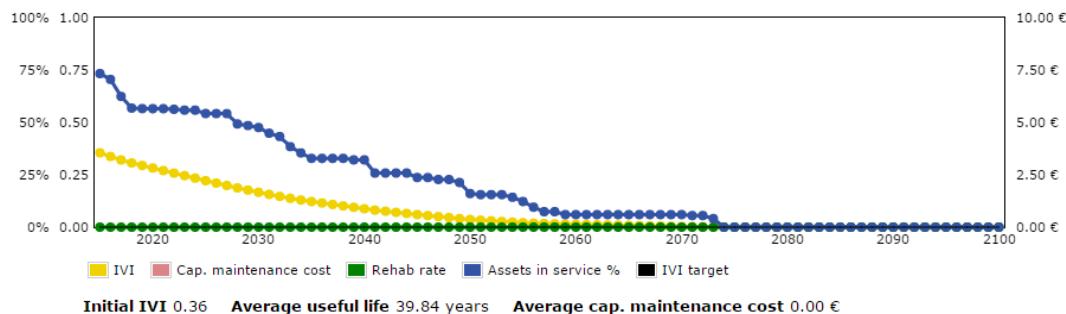


Figura 34 – Evolução do IVI e do nível de serviço sem investimento em renovação.

Diferentes políticas de renovação dos ativos podem ser adotadas. Como base de análise, assumiram-se três opções: 1) substituição dos ativos no final da sua vida útil; 2) manutenção do IVI constante e igual a 0.5; 3) taxa de renovação anual de 3%; 4) custo anual de renovação de 300 k€.

A opção de substituir os ativos no final da sua vida útil resulta em períodos pontuais de elevado investimento (da ordem de 1 milhão de euros) seguido por períodos onde não ocorre investimento (Figura 35). Esta opção poderá apresentar problemas ao nível financeiro, por exigir elevada disponibilidade financeira em períodos pontuais. Esta opção pode, também, apresentar problemas ao nível da sua própria concretização, por ser inexequível a interrupção simultânea de várias vias de comunicação ou pelo impacto das obras numa área turística por excelência.

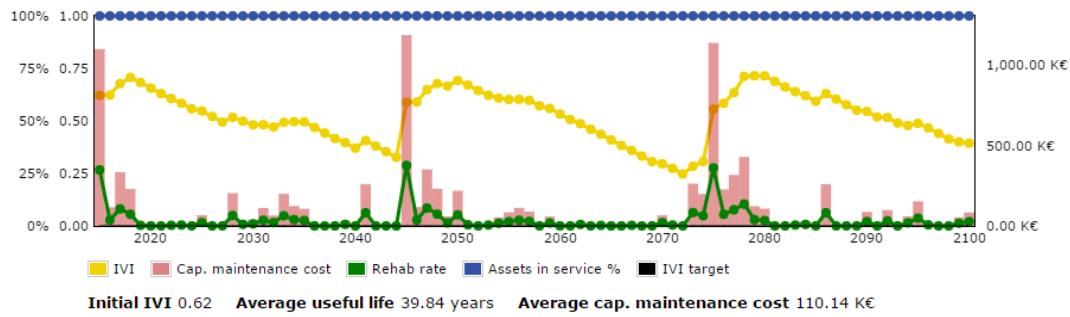


Figura 35 – Necessidades de investimentos na opção de substituição dos ativos no final da sua vida útil.

A opção de efetuar investimento de renovação necessário a manter um índice que representa uma infraestrutura madura bem mantida (IVI de aproximadamente 50%) é apresentado na Figura 36. Esta opção obriga a um investimento inicial elevado, aproximadamente 600 k€, seguido de um investimento relativamente uniforme (entre 100 a 200 k€). De notar um decaimento do nível de serviço (linha azul da Figura 36), em particular no período de 2015 a 2020 e 2050 a 2065, o que poderá indicar algum risco da infraestrutura não desempenhar adequadamente a sua função.

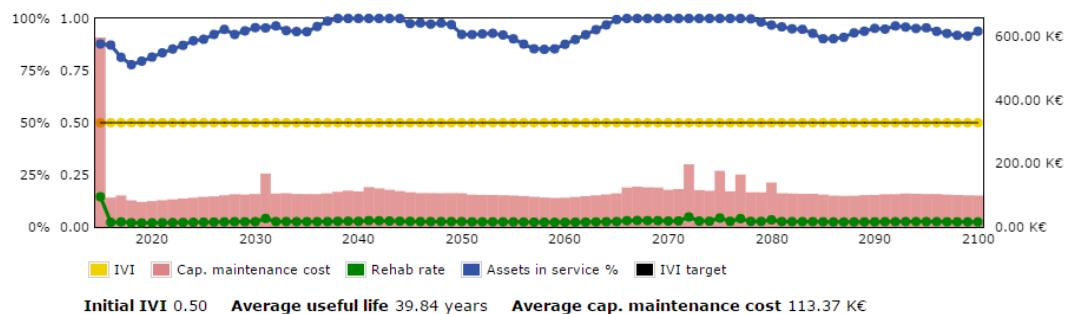


Figura 36 – Necessidade de investimento na opção de manter o IVI em 50%.

Na opção de fixar a taxa de renovação anual dos ativos, em 3%, o IVI regista um aumento inicial de 40% para 50% mantendo-se relativamente constante ao longo do tempo (Figura 37). O investimento médio anual para esta opção é da ordem dos 125 k€. O risco da infraestrutura não desempenhar a sua função, representado pela percentagem de ativos em serviço (linha azul da Figura 37) regista valores mais preocupantes (desce acentuadamente para os 75%) no período de 2015 a 2030, estabilizando depois para valores próximos do ideal (“Assets in service” de 100%).



Figura 37 – Evolução do IVI e necessidade de capital para taxa anual de renovação de 3%.

A opção de manter um custo anual de 300 k€ representa um sobre investimento em renovação representado por um IVI da ordem dos 75% (Figura 38). No período de 2015 a 2020 existe o risco da infraestrutura não desempenhar a sua função (número de ativos em serviço inferior a 75%). Após este período inicial o nível de ativos em serviço (“Assets in service”) é de 100% o que é justificável pelo forte investimento na componente de renovação.

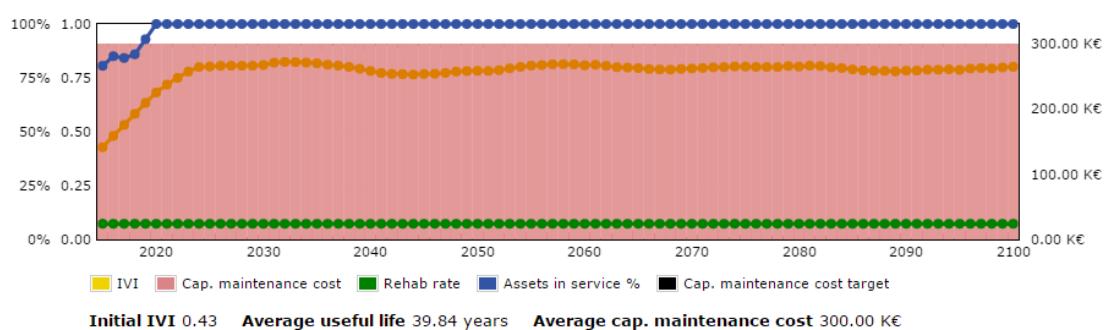


Figura 38 – Evolução do IVI para um investimento médio anual de 300 k€.

Todas as alternativas de renovação da infraestrutura analisadas apresentam vantagens e desvantagens, o que pressupõe, como mais adequada, uma estratégia mista. A opção de manter uma taxa de renovação anual de 3% (Figura 37) parece, a longo prazo, a mais equilibrada por garantir um IVI da ordem dos 50% e não colocar em causa o nível de serviço. No entanto, no período inicial 2015 a 2020 o investimento de renovação deverá ser, no mínimo, da ordem dos 300 k€ por ano, para que o nível de serviço não decaia para valores inferiores a 75% (Figura 38). Em suma, para renovação das atuais infraestruturas, propõe-se no período de 2015 a 2020 um investimento médio anual da ordem dos 300 k€ e nos anos posteriores um investimento médio anual aproximado de 125 k€ apenas na componente infraestrutural (componente que provavelmente é bem traduzida pelo IVI). O investimento a

propor deverá, para além da componente infraestrutural, contemplar uma componente não infraestrutural (*e.g.* investimento em *software*, monitorização, *etc.*).

Por análise da métrica IVI, inferior a 0.5, pode depreender-se que a política patrimonial vigente, até à presente data, caracterizou-se por um “envelhecimento” acentuado do património, isto é, os meios financeiros disponibilizados para a renovação do património não foram os suficientes para compensar a degradação lenta e irreversível do ativo imobilizado. Razão, pela qual, se considerou útil o desenvolvimento de uma ferramenta simplificada, ver Anexo IV, para avaliar o impacto, no custo de financiamento e no preço da água, de uma política de renovação de ativos que corresponde a um esforço intergeracional uniforme, *i.e.*, que procura responder às exigências das atuais gerações sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas próprias exigências.

6.3.4 Resumo da avaliação da situação atual e futura de *Statu Quo*

No Quadro 6 é apresentada a síntese das métricas para a situação *Statu Quo* em função de possíveis cenários de consumo.

Da análise do Quadro 6 podemos concluir que para o atual cenário de consumo (cenário A) a alternativa 0 (*Statu Quo*) apresenta alguns défices de desempenho, em particular nos índices de velocidade mínima. No entanto, este critério não é considerado imperativo e advém do sobredimensionamento de algumas condutas como resposta à situação de incêndio.

A comparação entre cenários (cenário A e C) permite concluir que o desempenho, de forma geral, não apresenta diferenças relevantes, com exceção da energia de bombagem. O aumento na energia de bombagem, para o cenário C, é justificável pelo aumento de caudal.

O índice de valor atual da infraestrutura (0.36) e a percentagem de tubagens em fibrocimento (43.6%) salientam-se como os parâmetros mais desfavoráveis a ter em consideração. O reduzido nível de renovação infraestrutural, identificado por estes dois critérios de avaliação, concorre para uma degradação de eficiência operacional dos sistemas e para uma progressiva diminuição da qualidade de serviço prestado.



Quadro 6 – Cálculo das métricas para a Alternativa 0

OBJECTIVOS TÁCTICOS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	DIMENSÃO ⁽¹⁾	MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO	CENÁRIO A	CENÁRIO C
Garantir o cumprimento dos requisitos de pressão em todos os pontos de consumo + Garantir a quantidade adequada de água nos pontos de consumo em situações normais e de emergência	Adequação das pressões mínimas	D + R	Índice da pressão mínima de serviço [%]	99.99 [99.96; 100.00]	99.99 [99.96; 100.00]
	Adequação das pressões máximas	D	Índice da pressão máxima de serviço [%]	75.55 [70.21; 82.59]	75.78 [70.44; 82.82]
	Adequação da flutuação de pressão	D	Índice da flutuação de pressão [%]	90.39 [72.39; 92.43]	90.36 [72.49; 99.41]
	Adequação do fornecimento de água em situações de emergência	R	% de hidrantes sem capacidade de fornecimento de caudal de incêndio	Global [Mínimo, Máximo]	Global [Mínimo, Máximo]
Assegurar a sustentabilidade e a integridade infraestrutural	Adequação da sustentabilidade infraestrutural	R	Índice de valor da infraestrutura (IVI) [-]	0.355	
			Percentagem de tubagem em fibrocimento [%/ano]	43.6	
			Capacidade de reserva de água tratada [horas] ⁽⁴⁾	29	27
Promover o uso eficiente da água	Adequação dos níveis de perdas reais	D + C	Perdas reais por ramal ⁽²⁾ [l/ramal/dia]	62.8	62.5
			Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)	4.67	4.65
Promover o uso eficiente da energia	Eficiência do uso da energia	D + C	Energia em excesso por unidade de água entrada no sistema – E1 [kWh/m ³]	0.07	0.07
			Consumo específico de energia nas EE (kWh/m ³)	0.17	0.17
			Energia de bombagem (kWh/ano)	84 554	85 617
			Rádio da energia em excesso – E3 [-]	1.77	1.73
			Índice de desempenho associado à velocidade máxima [%]	99.74 [98.96; 99.97]	99.73 [98.93; 99.96]
Garantir o cumprimento das normas em matéria de saúde pública e qualidade da água	Adequação das velocidades mínimas (níveis de cloro residual)	R	Índice de desempenho associado à velocidade mínima [%]	46.87 [38.79; 63.51]	47.01 [38.99; 63.57]
Assegurar a sustentabilidade económico-financeira da entidade gestora e Promover o uso eficiente dos recursos financeiros	Custos de investimento e operação	C	Custos estimados de energia ⁽³⁾ [€/ano]	10 146	10 274
		C	Estimativa dos custos de investimento [€]	n.a.	n.a.

Notas: ⁽¹⁾ C: custo; D: desempenho; R: Risco.

⁽²⁾ As perdas aparentes foram consideradas insignificantes pelo facto de se tratar de um parque de contadores com idade média inferior a cinco anos. Assumi-se, também, que as perdas reais variam proporcionalmente à pressão média da rede (i.e., 10% de redução de pressão origina 10% de redução de perdas reais).

⁽³⁾ Para um custo unitário de energia de 0,12 €/kWh.

⁽⁴⁾ Relativamente ao caudal médio anual



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



7. ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE OPERAÇÃO

7.1 Objetivo

Nesta seção são analisadas alternativas, à situação “*Statu Quo*”, que procuram melhorar os índices de desempenho verificados com o atual modo de operação (na alternativa 1) e criar potencial de expansão que permita responder a um aumento generalizado de caudal da ordem dos 30% (na alternativa 2).

7.2 Alternativa 1

7.2.1 Descrição

A “alternativa 1” corresponde a um modo de operação por distintos patamares de pressão. Nesta alternativa pretendeu-se, essencialmente, separar a conduta gravítica da conduta pressurizada.

As alterações introduzidas na alternativa 1 podem ser consideradas de pequeno impacto (*i.e.* não são analisadas alterações de diâmetro) e limitam-se a pequenas alterações no modo de operação da atual rede de abastecimento, a saber:

- Na atual conduta gravítica é introduzida uma bombagem (altura de elevação de 11 m.c.a.) e a área servida por esta conduta é alargada (abrange 70% da área total correspondente a um caudal médio próximo de 400 m³/h);
- A atual conduta pressurizada abastecerá uma área mais reduzida e mantém a altura de elevação das bombas (altura de elevação de 22 m.c.a) (abrange 30% da área total correspondente a um caudal médio próximo de 200 m³/h);
- É efetuada uma segunda ligação para o loteamento Pinheiros Altos;
- É alterada a altura de elevação da bombagem para Pinheiros Altos (dos atuais 22 m.c.a. para uma altura de elevação de 11 m.c.a.).

A alternativa 1 propõe-se a, de forma simples, facilitar o modo de operação da situação *Statu Quo* e introduzir elementares vantagens em termos de operação, manutenção e qualidade da água:

- A atual conduta gravítica passa a funcionar de forma mais controlada sem risco de estagnação de água na conduta e consequente risco de deterioração da qualidade da água;
- Reduz o número de grupos de bombagem para dois únicos grupos de bombagem: um grupo com elevação de 22 m.c.a. para conduta pressurizada, Quinta Verde, Valverde e hotel Conrad; outro grupo com elevação de 11 m.c.a. para o restante abastecimento



(atual gravítica e Pinheiros Altos); o que se traduz, diretamente, numa maior redundância do sistema e facilidade de manutenção e operação.

7.2.2 Análise de avaliação de desempenho

Na Figura 39 apresentam-se os diagramas dinâmicos para a alternativa 1 tendo em conta as curvas de penalidade para o parâmetro pressão (Figura 53).

A Figura 39a representa o desempenho da pressão mínima. Verifica-se que durante dois períodos do dia (cerca das 5h e 22h) os desempenhos apresentam uma baixa significativa, atingindo um mínimo de 50%. Estes períodos do dia correspondem às horas de maior consumo. De referir, no entanto, que apenas a banda de percentil de 0 a 25 % apresenta decaimento de desempenho o que significa que, no máximo, apenas 25% dos consumidores sentem estas baixas de desempenho a nível de pressão mínima. Este facto é reforçado e confirmado pela curva de desempenho médio que ao longo das 24 horas do dia se posiciona próximo do valor de 100% de desempenho.

Na Figura 39b é caracterizado o desempenho da pressão máxima. A curva de desempenho médio situa-se ao longo das 24 horas num valor acima de 75%. O diagrama dinâmico para este parâmetro foi construído tendo em conta as curvas de penalidade da Figura 53b o que nos indica que, em média, os valores de pressão máxima rondam os 30 m.c.a.

A Figura 39c representa o desempenho da flutuação de pressão. Os valores de desempenho apresentados são relativamente bons dado que o desempenho médio se situa, ao longo das 24 horas do dia, acima dos 90%. Os valores mais baixos de desempenho, para este parâmetro, foram registados às 05:00h (cerca de 80%) devido ao elevado consumo que se regista a esta hora.

Na Figura 40 apresenta-se a representação espacial dos desempenhos de pressão máxima (a), pressão mínima (b) e flutuação de pressão (c).

Pela análise da Figura 40a verifica-se que o parâmetro pressão máxima tem um desempenho mediano na maior parte dos nós tanto na zona funcional 1 como na zona funcional 2. Registam-se pontualmente desempenhos insatisfatórios que se localizam no loteamento Golfe Leste e Gondra.

Na Figura 40b verifica-se que o parâmetro pressão mínima apresenta um desempenho bom para praticamente toda a área de intervenção da InfraQuinta. Registam-se alguns pontos de consumo com desempenhos mediano e insatisfatório que se localizam junto ao Reservatório Principal e na zona Norte do loteamento Quinta Verde.

Na Figura 40c verifica-se que o parâmetro flutuação de pressão apresenta um desempenho bom para toda a área de intervenção da InfraQuinta. De facto não existe nenhum ponto de consumo que apresente, para a alternativa em análise, um desempenho inadequado.



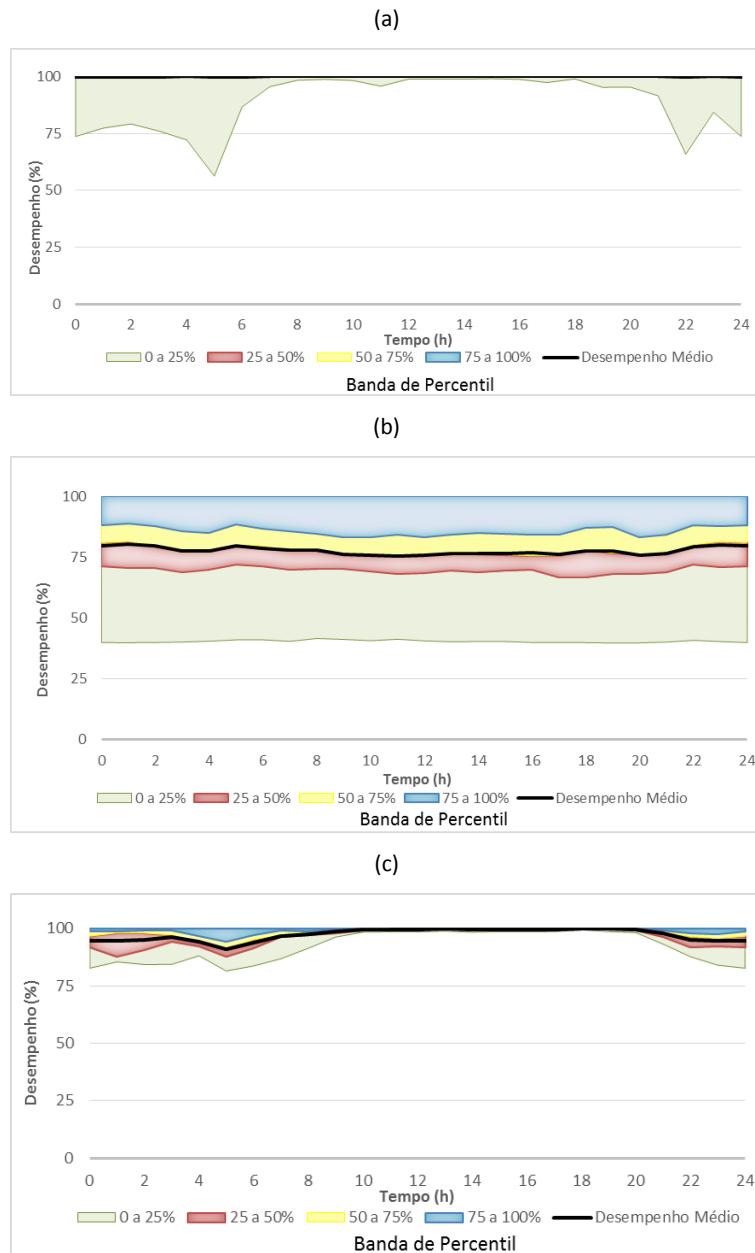


Figura 39 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 1 da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.

Na Figura 41 apresentam-se os diagramas dinâmicos para a alternativa 1 para os parâmetros velocidade máxima (a) e velocidade mínima (b).

Analizando a Figura 41a verifica-se que a velocidade máxima apresenta desempenhos inferiores em dois períodos distintos do dia (05:00h e 00:00h) correspondentes às horas de maior consumo. A banda de percentil cujo desempenho é afetado é apenas a de 0 a 25% o que significa que, no máximo, apenas 25% dos consumidores são afetados por uma baixa de

desempenho a nível de velocidade máxima De referir também que a curva de desempenho médio, ao longo das 24 horas do dia, se situa sempre num valor próximo de 100%.

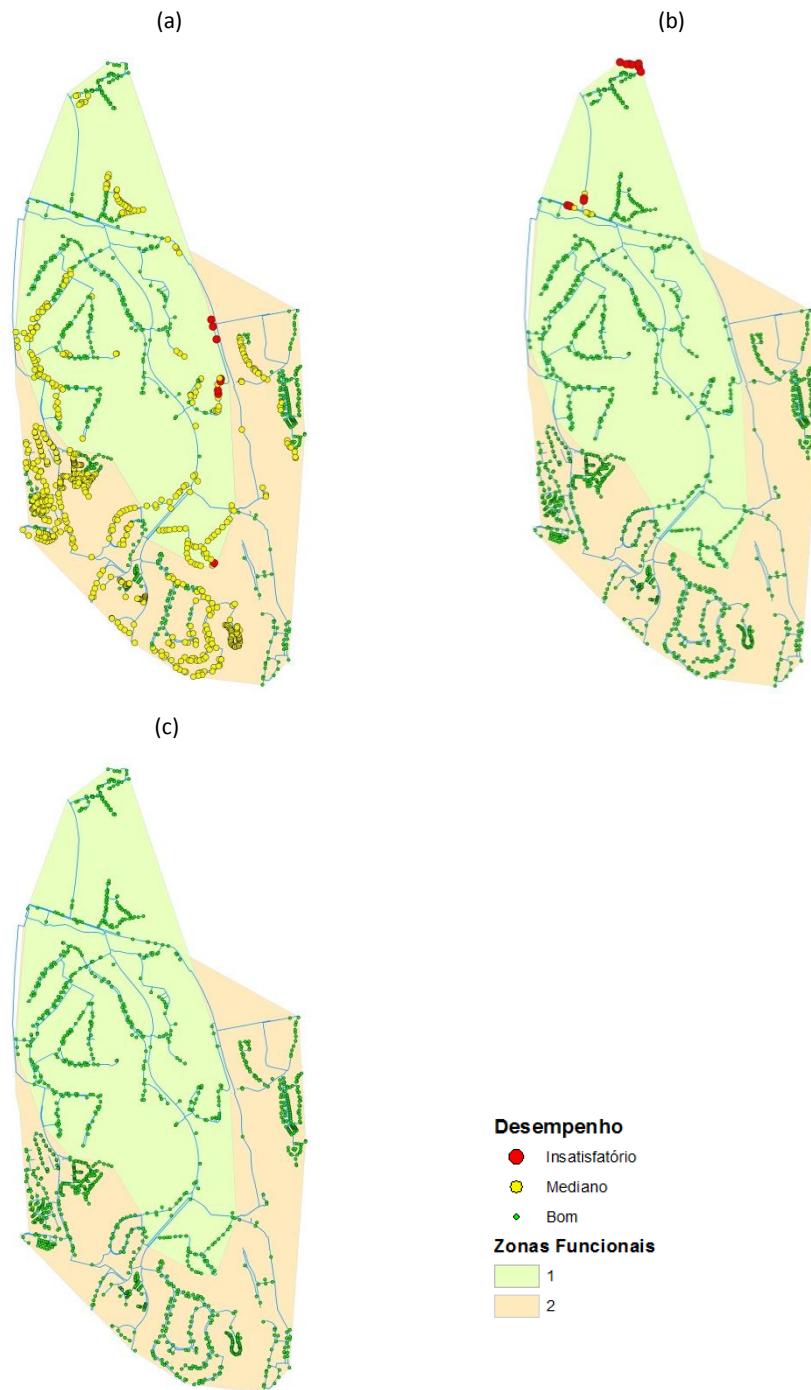


Figura 40 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 1 da: (a) pressão máxima para a hora de menor consumo: 15h, (b) pressão mínima para a hora de maior consumo: 5h e (c) flutuação máxima de pressão ao longo do dia.

A análise da Figura 41b permite-nos aferir o desempenho da velocidade mínima. Verifica-se que este parâmetro apresentou desempenhos inferiores para o período de menor consumo do dia (11:00h às 16:00h) registando-se também um aumento de desempenho para os dois períodos do dia em que se registam maiores consumos (05:00h e 00:00h). Em média o desempenho ao longo das 24 horas do dia situou-se entre valores de 40 e 60%.

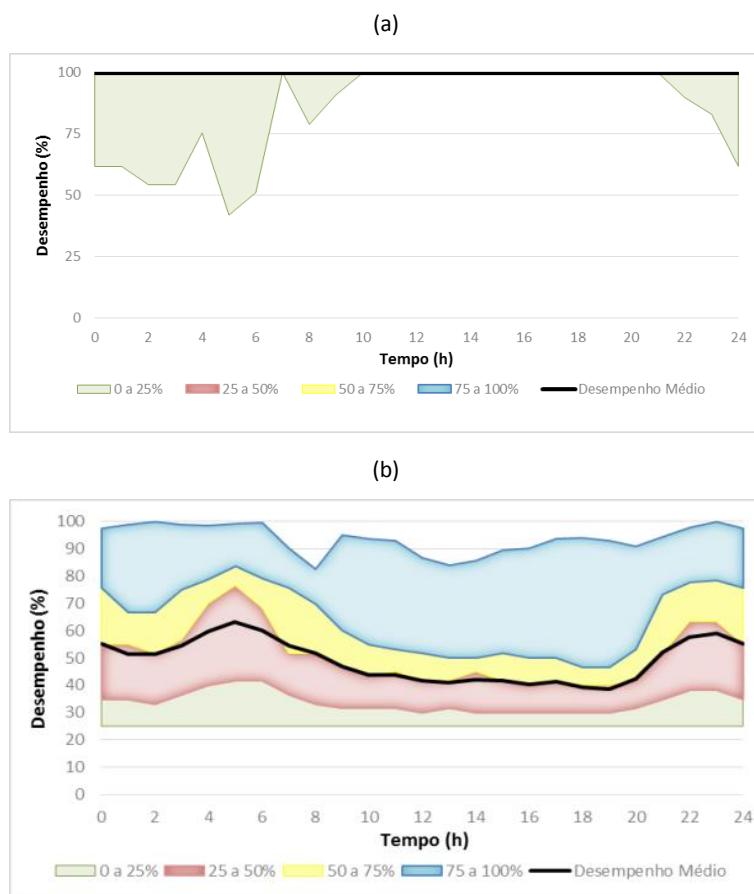


Figura 41 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 1 da: (a) velocidade máxima e (b) velocidade mínima.

Na Figura 42 apresenta-se a representação espacial do desempenho da velocidade máxima (a) e velocidade mínima (b). Pela análise da Figura 42a pode-se concluir que de um modo geral o desempenho da velocidade máxima é bom apresentando-se apenas alguns trechos cujo desempenho é mediano. Estes trechos situam-se nos loteamentos Pinheiros Altos e Valverde e o baixo desempenho deve-se a estrangulamentos, pontuais, por limitação do diâmetro de conduta (*i.e.* diâmetros inferiores ao desejado). Na Figura 42b verifica-se que o desempenho da velocidade mínima para a área de intervenção da InfraQuinta é insatisfatório (abaixo dos 50%). Este desempenho é justificado pelo sobredimensionamento do diâmetro das condutas,

dimensionadas para suportar os caudais das horas de maior consumo ou por imposição das exigências regulamentares para combate a incêndios.

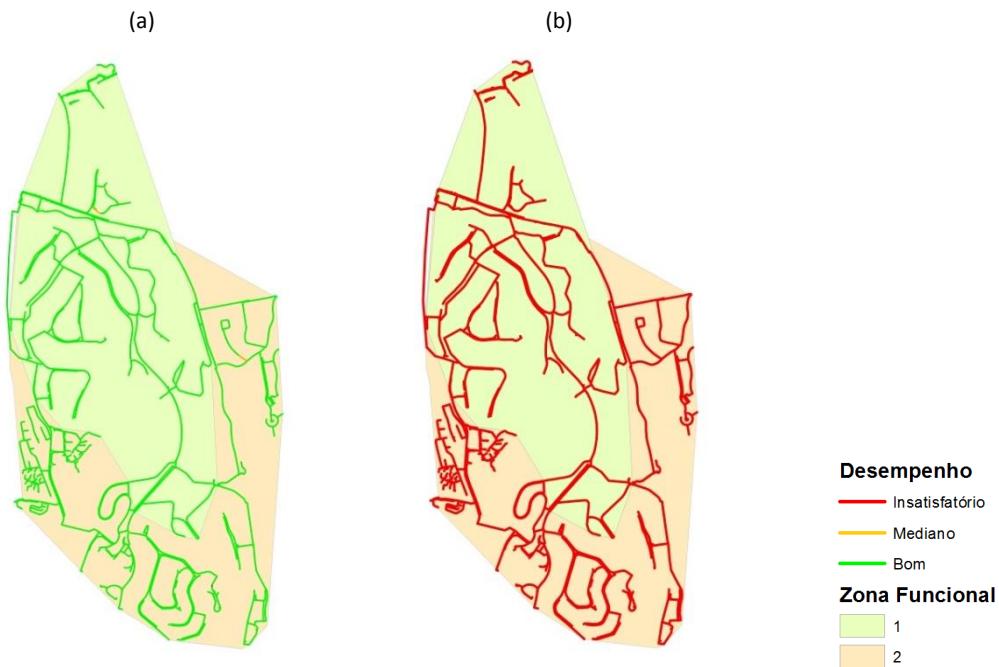


Figura 42 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 1 da: (a) velocidade máxima para a hora de maior consumo: 5h e (b) velocidade mínima para a hora de menor consumo: 15h.

7.3 Alternativa 2

7.3.1 Descrição

A alternativa 2 é idêntica à alternativa 1 no que se refere a traçado e modo de operação. Apresenta, no entanto, duas diferenças significativas: 1) corrige os diâmetros das condutas e, 2) permite a ligação à conduta do litoral.

Para “correção” dos diâmetros e construção da “rede ideal” foi considerado, como critério de dimensionamento, o diâmetro mais económico que permite, otimizar o modo de operação criado na alternativa 1. O dimensionamento de cada trecho de conduta foi efetuado para o respetivo caudal de ponta.

A alternativa 2 inclui o aumento pontual de diâmetro, relativamente ao diâmetro económico, em casos de:

- Exigência para cumprimento em situações de incêndio;
- Verificação de pressões mínimas não cumpridas;

- Incerteza dos consumos futuros;
- Incerteza quanto ao valor de ponta horária (de notar que os registos horários de consumo atuais não captam os possíveis consumos de ponta de 15 minutos).

No que se refere à ligação à conduta do litoral, inserida na alternativa 2, foram ponderadas várias situações, a saber: 1) extensão do abastecimento até ao hotel Magnólia e a redução do consumo energético. Em particular no que respeita ao consumo energético foram estudados e analisados dois possíveis cenários: a ligação da conduta do litoral à zona funcional 2 (com maior consumo e menor necessidade de elevação dos grupos de bombagem) ou a ligação à zona funcional 1 (com menor consumo e maior necessidade de elevação dos grupos de bombagem). Os cálculos energéticos efetuados demonstraram ser economicamente mais vantajosa a ligação da conduta do litoral à zona funcional 1 (2883€/ano para a ligação à zona funcional 1 versus 3991€/ano para a ligação à zona funcional 2). No entanto, porque a situação economicamente mais vantajosa do ponto de vista energético é mais complexa e dispendiosa², do ponto de vista de execução de obra, optou-se, nesta fase, pela ligação à zona funcional 2. A ligação prevista incluirá um *bypass* que permitirá selecionar o modo de funcionamento: via conduta do litoral ou via reservatório principal. Será, também, assegurada a flexibilidade para ligação futura à zona funcional 1 e assim potenciar a redução da fatura energética.

7.3.2 Análise de avaliação de desempenho

Na Figura 43 apresentam-se os diagramas dinâmicos para alternativa 2 tendo em conta as curvas de penalidade para o parâmetro pressão (Figura 53).

Pela análise da Figura 43a verifica-se que a pressão mínima apresenta dois períodos do dia em que o desempenho é mais baixo. O valor de desempenho mais baixo registado é cerca de 70% e ocorre às 05:00h. Este baixo desempenho pode ser verificado, no máximo, em 25% dos consumidores.

Na Figura 43b apresenta-se o diagrama dinâmico para a pressão máxima. O desempenho médio situa-se ao longo das 24 horas praticamente constante rondando um valor de 75%. Na Figura 43c apresenta-se o diagrama dinâmico para a flutuação de pressão. A sua análise permite verificar que os menores desempenhos, correspondentes a maiores flutuações, ocorrem nos períodos de maior consumo. Estas variações de pressão são no entanto muito pequenas o que se reflete em desempenhos bastante bons (desempenho médio entre 90 e 100%).

² Os custos de investimento não foram, pela sua complexidade, quantificados. No entanto, podemos assegurar que a ligação da conduta à zona funcional 1 é intuitivamente mais complexa e dispendiosa, necessitando de intervenções no equipamento instalado.

³ Correção de estrangulamentos com aumento de diâmetro em particular se estiver sobre o esqueleto principal.

⁴ Valor justo da infraestrutura que, muito provavelmente, não será igual ao valor contabilístico.

⁵ A poupança diz-se entesourada quando é mantida sob a forma de moeda (liquidez; disponibilidade imediata).



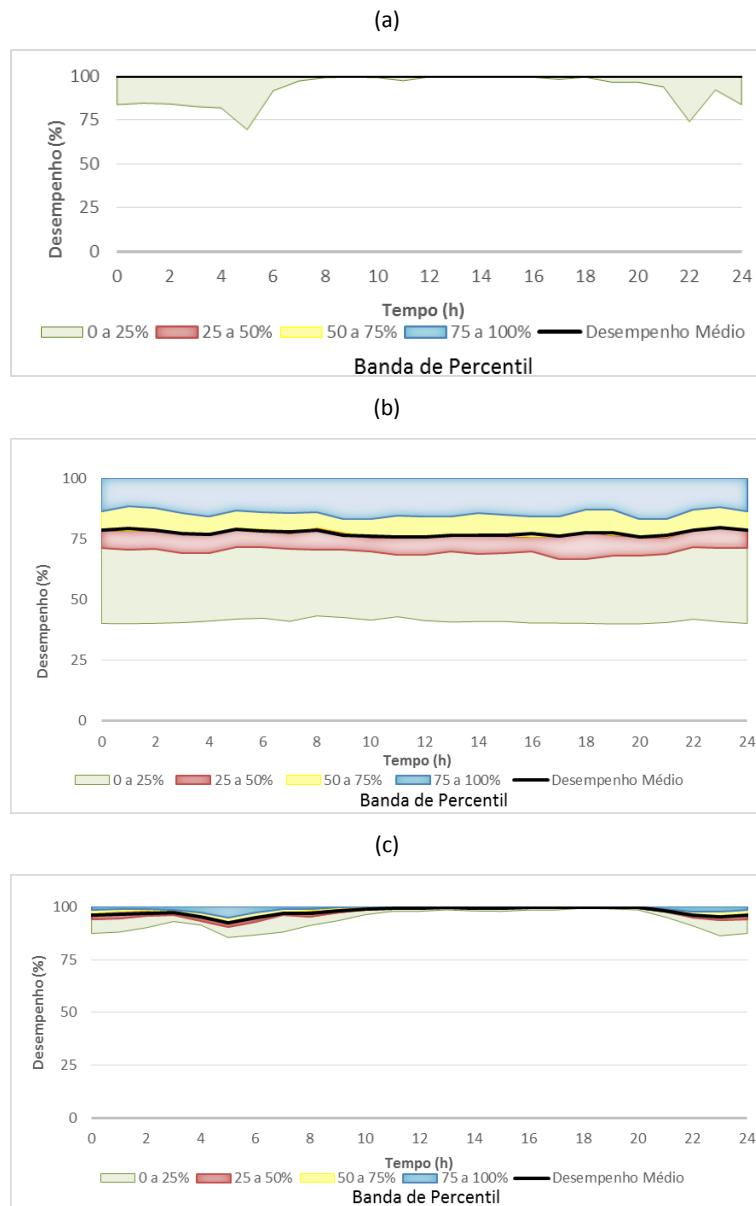


Figura 43 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 2 da: (a) pressão mínima, (b) pressão máxima e (c) flutuação de pressão.

Na Figura 44 apresenta-se a representação espacial dos desempenhos de pressão máxima (a), pressão mínima (b) e flutuação de pressão (c). Na Figura 44a pode-se verificar que a pressão máxima de um modo geral apresenta um desempenho mediano ou bom. Em alguns casos pontuais apresenta pontos de consumo onde o desempenho da pressão máxima é insatisfatório (Golfe Leste e Gondra). Analisando a Figura 44b pode-se verificar que a pressão mínima apresenta um desempenho geralmente bom. Existem no entanto alguns pontos de

consumo, junto ao Reservatório Principal e na zona Norte de Quinta Verde, que apresentam um desempenho mediano e até insatisfatório. Na Figura 44c verifica-se que a flutuação de pressão apresenta um desempenho bom para todos os pontos de consumo da área de intervenção da InfraQuinta.

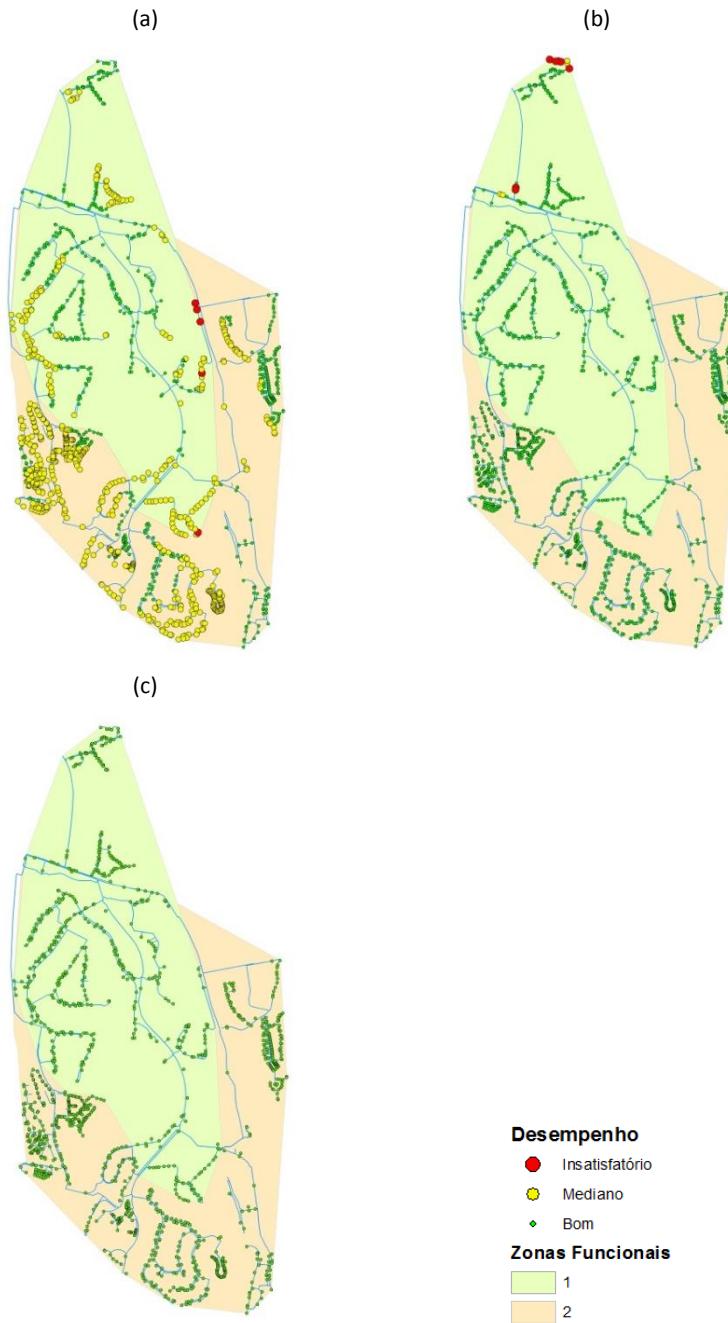


Figura 44 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 2 da: (a) pressão máxima para a hora de menor consumo: 15h, (b) pressão mínima para a hora de maior consumo: 5h e (c) flutuação máxima de pressão ao longo do dia.

Na Figura 45 são apresentados os diagramas dinâmicos da velocidade máxima (a) e da velocidade mínima (b).

Analizando a Figura 45a verifica-se que a velocidade máxima apresenta um desempenho igual a 100% para todas as horas do dia.

Na Figura 45b pode-se verificar que o desempenho da velocidade mínima apresenta períodos distintos ao longo das 24 horas. Nos períodos de maior consumo (05:00h e 00:00h) ocorre um aumento de velocidade que redunda numa melhoria de desempenho deste parâmetro. Nas horas de menor consumo o desempenho médio desce até valores próximos de 40%.

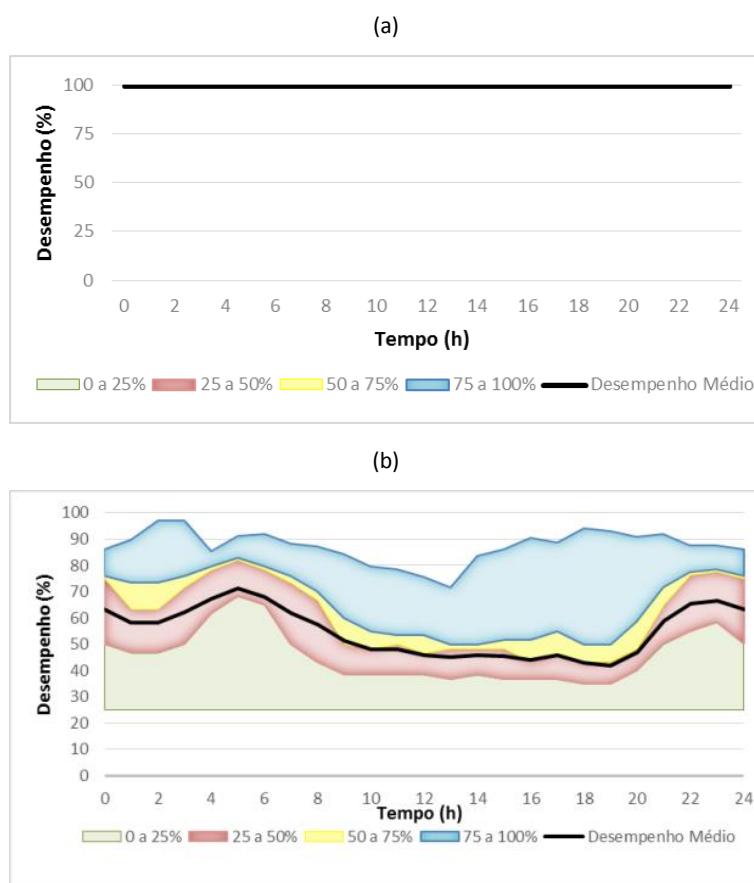


Figura 45 – Diagramas de simulação dinâmica em cenário de verão, para alternativa 2 da: (a) velocidade máxima e (b) velocidade mínima.

Na Figura 46 é apresentada a representação espacial do desempenho da velocidade máxima (a) e velocidade mínima (b). Analisando a Figura 46a reforça-se o que já tinha sido observado na Figura 45a, i.e., o desempenho da velocidade máxima é 100% para todas as horas do dia (inclusive as horas de menor consumo). Na Figura 46b verifica-se a predominância de

desempenhos medianos e insatisfatórios. Regista-se no entanto uma melhoria quando se comparam estes desempenhos com os seus homólogos da alternativa 1 (Figura 42b).

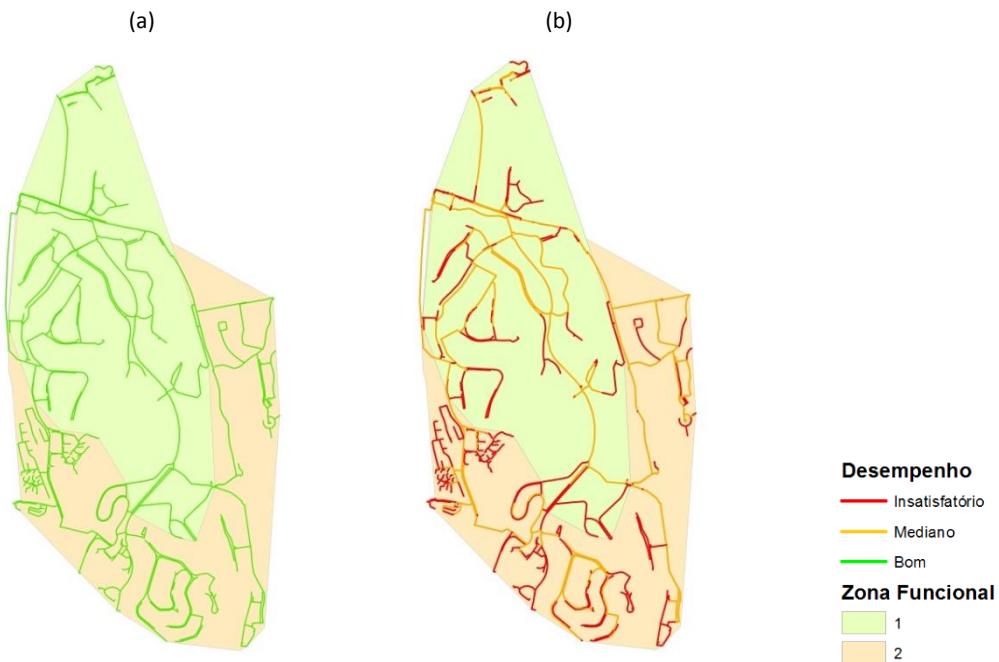


Figura 46 – Representação espacial, em cenário de verão, para a alternativa 2 da: (a) velocidade máxima para a hora de maior consumo: 5h e (b) velocidade mínima para a hora de menor consumo: 15h.

7.3.3 Desempenho em situação de emergência

Na presente secção pretende-se analisar de um modo geral a capacidade de resposta da rede de abastecimento a uma situação de emergência (combate a incêndios).

A área de intervenção da InfraQuinta está classificada como uma “zona urbana de risco mínimo de incêndio” o que equivale ao grau 1. O caudal instantâneo a garantir para o combate a incêndios, em zonas de grau 1, é de 15 l/s (Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto).

A Figura 47 representa todos os hidrantes existentes na área de intervenção da InfraQuinta e a sua respetiva capacidade de resposta a uma situação de incêndio. Nos hidrantes assinalados a vermelho, a extração de 15 l/s, causa pressões inferiores a 10 m.c.a., em pelo menos um ponto de consumo, desrespeitando a pressão mínima admissível fixada pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto.

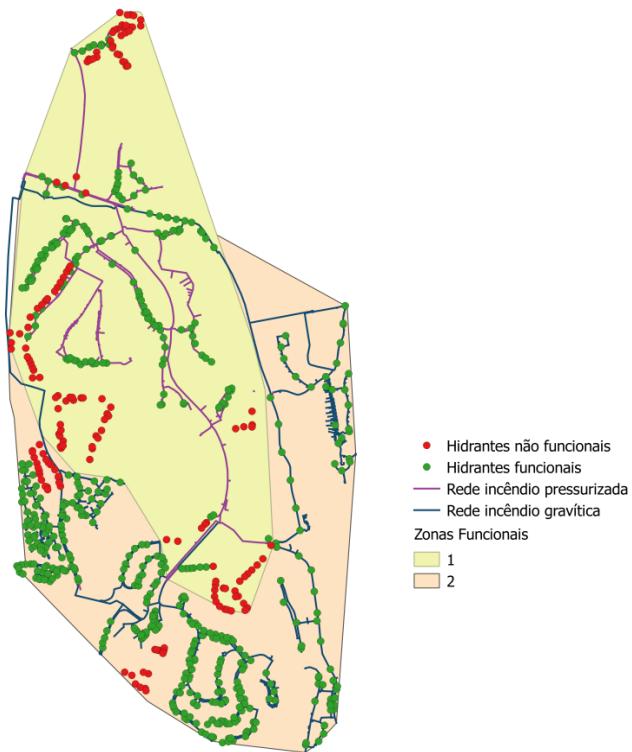


Figura 47 – Mapa de hidrantes que podem ser usados em situação de emergência.

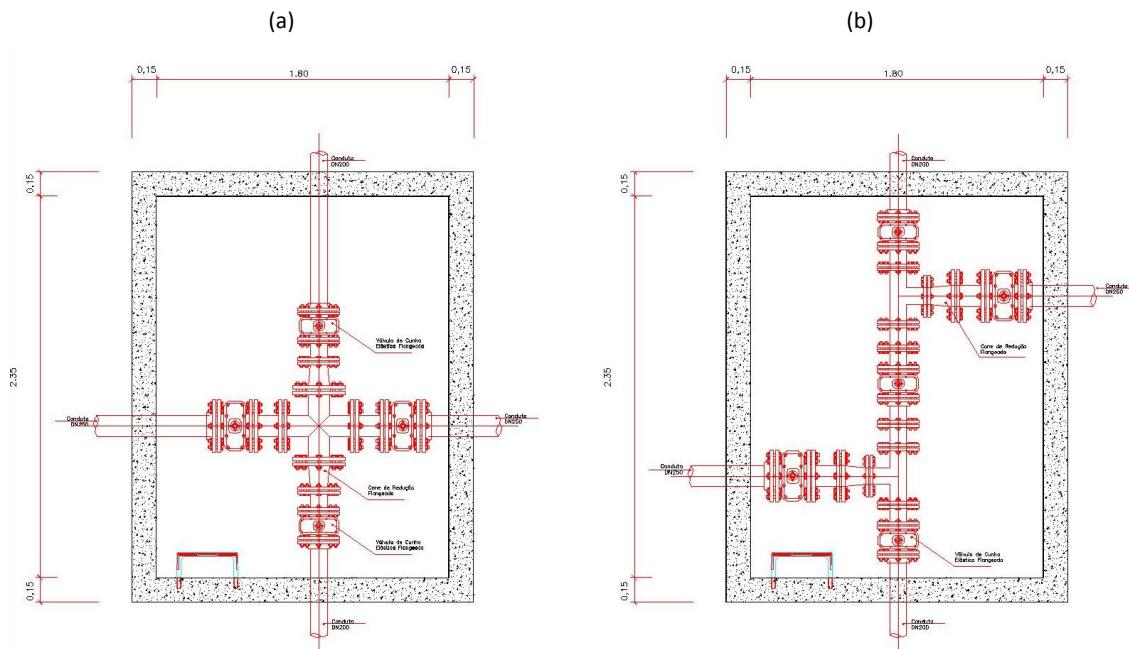


Figura 48 – Caixa de manobras de válvulas: a) foto da atual situação; b) esquema de alteração proposto.

A Figura 48 apresenta a proposta de alteração de uma caixa de manobras de válvulas, no ponto de intersecção das duas zonas funcionais (rua Tejo), que permitirá uma melhoria significativa da capacidade de resposta em situação de incêndio. A alteração consiste numa nova disposição das válvulas, de forma a permitir a passagem de água.

A alteração proposta permitirá uma melhoria de resposta em situação de incêndio em particular no loteamento Atlântico Norte, como ilustrado na Figura 49.

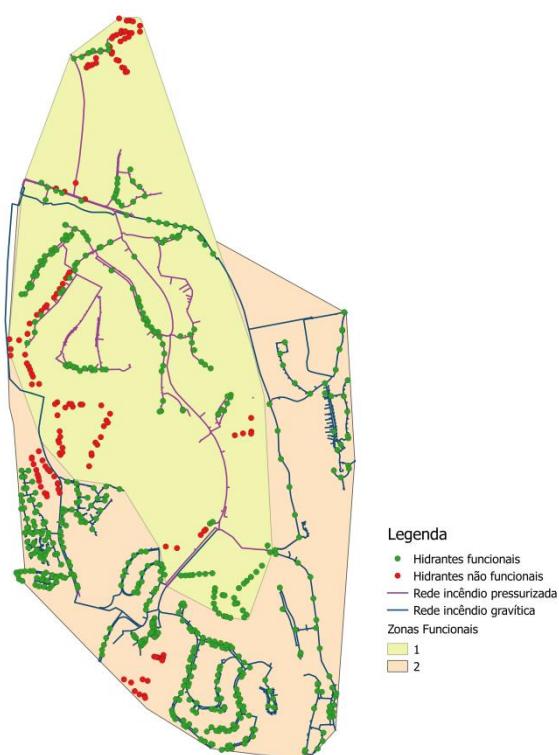


Figura 49 – Mapa de hidrantes que podem ser usados em situação de emergência, apóis alteração na caixa de manobras de válvulas.

O desempenho em situação de emergência será abordado com maior detalhe na próxima revisão do plano tático e considerando as eventuais alterações impostas pelo futuro decreto regulamentar.

7.4 Comparação de alternativas

Dada a celeridade para entrega do plano tático optou-se por calcular somente as métricas que possibilitam comparar as alternativas estudadas: Alternativa 0 (*Status Quo*), Alternativa 1 e Alternativa 2.



Da análise do Quadro 7 podemos inferir que a grande diferença nos critérios de avaliação ocorrem nos índices de flutuação de pressão, no índice de valor da infraestrutura, na percentagem de tubagem em fibrocimento e na energia de bombagem.

A melhoria do índice de flutuação de pressão registada da alternativa 2 permite atingir, ao nível dos consumidores, um desempenho mais satisfatório através do maior controlo da pressão de serviço.

Na alternativa 2, registam-se melhorias significativas nos índices de valor da infraestrutura e na percentagem de tubagem em fibrocimento. Com a renovação dos trechos principais da rede ocorrerá uma diminuição do risco iminente de quebra dos níveis de serviço e consequente aumento de segurança no abastecimento.

A alternativa 2 regista uma menor energia de bombagem o que se traduz num custo estimado de energia associado à bombagem de 3999 €/ano em comparação com o valor de 10274 €/ano da alternativa 0.

Em suma, a alternativa 2 permite uma melhoria generalizada no desempenho funcional da rede de abastecimento através da implementação de medidas que otimizem o trinómio custo, desempenho e risco.



Quadro 7 – Comparação de métricas para as várias alternativas de funcionamento com o Cenário C

OBJECTIVOS TÁCTICOS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	DIMENSÃO (1)	MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO	ALTERNATIVA 0 (STATU QUO)	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2 (DIMENSIONAMENTO PARA CENÁRIO D)
Garantir o cumprimento dos requisitos de pressão em todos os pontos de consumo + Garantir a quantidade adequada de água nos pontos de consumo em situações normais e de emergência	Adequação das pressões mínimas	D + R	Índice da pressão mínima de serviço [%]	99.99 [99.96; 100.00]	99.96 [99.82; 100.00]	99.98 [99.91; 100]
	Adequação das pressões máximas	D	Índice da pressão máxima de serviço [%]	75.78 [70.44; 82.82]	78.04 [75.35; 80.51]	77.73 [75.62; 79.64]
	Adequação da flutuação de pressão	D	Índice da flutuação de pressão [%]	90.36 [72.49; 99.41]	97.34 [91.12; 99.86]	97.66 [92.23; 99.87]
	Adequação do fornecimento de água em situações de emergência	R	% de hidrantes sem capacidade de fornecimento em situação de incêndio (%)	Global [Mínimo, Máximo]	Global [Mínimo, Máximo]	24
Assegurar a sustentabilidade e a integridade infraestrutural	Adequação da sustentabilidade infraestrutural	R	Índice de valor da infraestrutura (IVI) [-]	0.355 (na alternativa 1 faz-se a 2ª ligação a PA)		
			Percentagem de tubagem em fibrocimento [%/ano]	43.6		
			Capacidade de reserva de água tratada [horas] ⁽⁴⁾	27		
Promover o uso eficiente da água	Adequação dos níveis de perdas reais	D + C	Perdas reais por ramal ⁽²⁾ [l/ramal/dia]	62.5	59.2	59.3
			Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)	4.65	4.41	4.41
Promover o uso eficiente da energia	Eficiência do uso da energia	D + C	Energia em excesso por unidade de água entrada no sistema – E1 [kWh/m ³]	0.07	0.05	0.05
			Consumo específico de energia nas EE (kWh/m ³)	0.17	0.15	0.15
			Energia de bombagem (kWh/ano)	85 617	57 285	33 255
			Rácio da energia em excesso – E3 [-]	1.73	1.50	1.47
			Índice de desempenho associado à velocidade máxima [%]	99.73 [98.93; 99.96]	99.99 [99.89; 99.99]	100 [100; 100]
Garantir o cumprimento das normas em matéria de saúde pública e qualidade da água	Adequação das velocidades mínimas (níveis de cloro residual)	R	Índice de desempenho associado à velocidade mínima [%]	47.01 [38.99; 63.57]	48.89 [38.44; 63.40]	54.57 [41.87; 71.17]
Assegurar a sustentabilidade económico-financeira da entidade gestora e Promover o uso eficiente dos recursos financeiros	Custos de investimento e operação	C	Custos estimados de energia ⁽³⁾ [€]	10 274	6 874	3 991
		C	Estimativa dos custos de investimento[€]	n.a.		

Notas: ⁽¹⁾ C: custo; D: desempenho; R: Risco.

⁽²⁾ As perdas aparentes foram consideradas insignificantes pelo facto de se tratar de um parque de contadores com idade média inferior a cinco anos. Assumiu-se, também, que as perdas reais variam proporcionalmente à pressão média da rede (i.e., 10% de redução de pressão origina 10% de redução de perdas reais).

⁽³⁾ Para um custo unitário de energia de 0,12 €/kWh.

⁽⁴⁾ Relativamente ao caudal médio anual



Jornal Águas & Ambiente - ESSAR
SELO DE QUALIDADE
Qualidade Formada de Água
para Consumo Humano



8. TÁTICAS INTEGRADAS NO PLANO

8.1 Táticas infraestruturais (análise multicritério)

Para manter os níveis de serviço aceitáveis as decisões de investimento e de planeamento foram suportadas por vários critérios que refletem os objetivos de maximização do desempenho e minimização simultânea do risco de falha dos serviço e do custo.

Os critérios considerados para a priorização de intervenções de reabilitação foram por ordem decrescente de prioridade:

1. Repavimentação (**imperativo**);
2. Expansão (**imperativo**);
3. Cumprimento de pressões mínimas 20 m.c.a. (corrigir estrangulamentos pontuais³) (**imperativo**);
4. Criticalidade / importância do componente (principal ou secundário) através de caudal (três classes de caudal);
5. Material e vida útil residual
6. Maior diferença entre o diâmetro ideal (alternativa 2) e o diâmetro existente
7. Incumprimento de DN mínimos à luz do novo regulamento
8. Custo de investimento (desempate; sem custo viável para orçamento)

Como resultado da análise multicritérios efetuada, são apresentados no Quadro 8 os investimentos propostos para o período 2016-2020. As estimativas de custo são baseadas nas funções de custo disponibilizadas no âmbito do programa iGPI podendo, obviamente, ser passíveis de ligeiras oscilações.

³ Correção de estrangulamentos com aumento de diâmetro em particular se estiver sobre o esqueleto principal.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



Quadro 8 – Investimento para o período 2016 a 2020.

INTERVENÇÕES 2016	CRITÉRIO	DN	COMP.	CONDUTAS UNITÁRIO (€/ml)	CONDUTA TOTAL (k€)	Nº RAMAIS	TOTAL
Avenida Almirante Mendes Cabeçadas	2)	DN400	1000	100.25	100	10	119.60
Avenida Ayrton Senna da Silva	1); 5)	DN400	1000	100.25	100	0	100.00
Avenida das Palmeiras	3)	DN250	300	66.88	20	3	24.38
Avenida Almirante Mendes Cabeçadas / Avenida da Gondra / Avenida André Jordan	5)	DN315	900	81.34	73	5	75.00
Avenida André Jordan	5)	DN200	800	66.88	54	1	54.40
Avenida André Jordan	5)	DN250	800	66.88	54	2	54.80
Golfe Leste - Rua Lima / Rua Vizela	5)	DN110	1100	35.73	39	29	50.60
Sub-Total							479.00
Custos Administrativos, Projecto, Imprevistos e Fiscalização - 10%							47.9
Total							526.90

INTERVENÇÕES 2017	CRITÉRIO	DN	COMP.	CONDUTAS UNITÁRIOS (€/ml)	CONDUTA TOTAL (k€)	Nº RAMAIS	TOTAL
Golfe - Rua Mondego	5); 6)	DN125	1300	39.07	51	15	57.00
Golfe- Rua Cávado	5)	DN90	260	31.28	8	7	11.00
Golfe- Rua Ave	5); 6)	DN90	310	31.28	10	4	12.00
Golfe- Rua Arade	5	DN110	1600	35.73	57	28	68.00
Avenida Ayrton Senna da Silva	5); 6)	DN250	210	66.88	14	0	14.00
Avenida Ayrton Senna da Silva	5); 6)	DN200	220	66.88	15	5	17.00
Avenida Ayrton Senna da Silva	5)	DN400	350	100.25	35	2	36.00
Avenida Ayrton Senna da Silva	5); 6)	DN315	950	81.34	77	2	78.00
Avenida André Jordan	5); 6)	DN200	550	66.88	37	3	38.00
Avenida André Jordan	5); 6)	DN140	200	42.4	8	2	9.00
Travessia Avenida André Jordan	5)	DN250	85	66.88	6	0	6.00
Atlântico - Rua Douro	5); 6)	DN250	450	66.88	30	4	32.00
Atlântico- Rua Paiva	5)	DN160	650	46.85	30	12	35.00

Atlântico- Entrada Bovis São Lourenço	5); 6)	DN140	250	42.4	11	2	12.00
Atlântico - Travessia Rua Paiva	5); 6)	DN200	20	66.88	1	0	1.00
Atlântico - Rua Douro / Alva	5)	DN125	950	39.07	37	19	45.00

Sub-Total							471.00
Custos Administrativos, Projecto, Imprevistos e Fiscalização - 10%							47.00
Total							518.00

INTERVENÇÕES 2018	CRITÉRIO	DN	COMP.	CONDUTAS UNITÁRIOS (€/ml)	CONDUTA TOTAL (k€)	Nº RAMAIS	TOTAL
-------------------	----------	----	-------	---------------------------	--------------------	-----------	-------

Atlântico - Travessa do Douro / Rua Douro / Rua Minho / Rua Alva	5)	DN110	4350	35.73	155	80	187.00
Lago - Rua André Gonçalves Pereira	5); 6)	DN125	370	39.07	14	10	18.00
Lago - Rua André Gonçalves Pereira	5)	DN90	2300	31.28	72	37	86.80
Palmeiras - Rua das Palmeiras	5)	DN125	400	39.07	16	6	18.40
Encosta do Lago - Rua da Encosta do Lago	5)	DN160	70	46.85	3	0	3.00
Encosta do Lago - Rua da Encosta	5); 6)	DN125	35	39.07	1	0	1.00

Sub-Total							314.00
Custos Administrativos, Projecto, Imprevistos e Fiscalização - 10%							31.00
Total							345.00

INTERVENÇÕES 2019	CRITÉRIO	DN	COMP.	CONDUTAS UNITÁRIOS (€/ml)	CONDUTA TOTAL (k€)	Nº RAMAIS	TOTAL
Rua Formosa	5)	DN140	270	42.4	11	1	11.40
Pinheiros Altos	5); 6)	DN200	600	66.88	40	0	40.00
Pinheiros Altos	5); 6)	DN250	460	66.88	31	0	31.00
Lakeside Village - Avenida dos Pinheiros / Rua da Oliveirinha	5); 6)	DN160	130	46.85	6	0	6.00
Lakeside Village - Avenida dos Pinheiros / Rua da Oliveirinha	5); 6)	DN140	25	42.4	1	0	1.00
Lakeside Village - Avenida dos Pinheiros / Rua da Oliveirinha	5); 6)	DN110	250	35.73	9	9	12.60

Lakeside Village - Avenida Ayrton Senna da Silva / Rua da Oliveirinha / Avenida do Pinheiros / Caminho dos Citrinos / Caminho dos Sobreiros / Caminho da Figueira / Caminho da Cerejeira / Caminho da Nogueira / Passeio dos Pinheiros / Passeio do Limoeiro / Passeio da Amendoeira / Passeio da Macieira /	5); 6)	DN90	2150	31.28	67	114	112.60
Avenida André Jordan	5); 6)	DN110	570	35.73	20	0	20.00
Atlântico Sul - Rua Guadiana	5)	DN90	580	31.28	18	10	22.00
Victory Village	5); 6)	DN90	850	31.28	27	63	52.20

Sub-Total							309.00
Custos Administrativos, Projecto, Imprevistos e Fiscalização - 10%							31.00
Total							340.00

INTERVENÇÕES 2020	CRITÉRIO	DN	COMP.	CONDUTAS UNITÁRIOS (€/ml)	CONDUTA TOTAL (k€)	Nº RAMAIS	TOTAL
-------------------	----------	----	-------	---------------------------	--------------------	-----------	-------

Pinheiros Altos - Avenida do Ludo / Rua dos Pinheiros / Rua das Laranjeiras / Rua do Bosque / Rua das Oliveiras	5); 6)	DN90	625	31.28	20	27	30.80
Pinheiros Altos - Rua dos Sobreiros	5); 6)	DN110	125	35.73	4	8	7.20
Pinheiros Altos - Avenida do Ludo / Rua dos Sobreiros / Rua das Oliveiras	5); 6)	DN125	800	39.07	31	27	41.80
Pinheiros Altos - Avenida do Ludo	5); 6)	DN140	1150	42.4	49	40	65.00
Pinheiros Altos - Rua dos Pinheiros / Rua dos Ciprestes	5); 6)	DN160	500	46.85	23	23	32.20
Pinheiros Altos - Avenida das Palmeiras / Avenida do Ludo	5); 6)	DN200	900	66.88	60	4	61.6
Valverde - Avenida Almirante Mendes Cabeçadas / Avenida da Gondra / Rua Sacadura Cabral	5); 6)	DN90	650	31.28	20	10	24
Valverde - Rua Van Zanten	5); 6)	DN160	100	46.85	5	2	5.8
Valverde - Rua Van Zanten	5); 6)	DN125	30	39.07	1	1	1.4
Valverde - Rua Van Zanten / Rua Dina Maria	5); 7)	DN110	300	35.73	11	13	16.2
Valverde - Rua Van Zanten / Rua Dina Maria / Travessa Dina Maria	5; 6)	DN90	1150	31.28	36	38	51.2

Sub-Total							337.00
Custos Administrativos, Projecto, Imprevistos e Fiscalização - 10%							34.00
Total							371.00

Os investimentos previstos, no Quadro 8, abrangem a substituição integral das tubagens de fibrocimento (ver Figura 50).

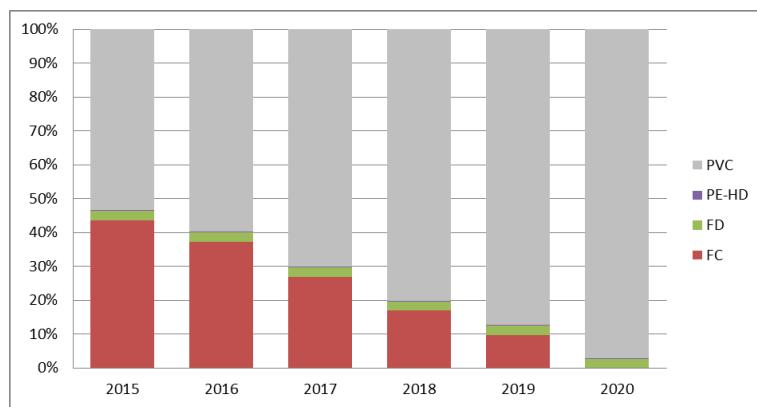


Figura 50 – Evolução do material das condutas no período 2016 a 2020.

Na Figura 51 é apresentada a evolução do IVI ao longo do período 2016-2020. Com os investimentos previstos no Quadro 8 é possível uma melhoria do IVI de 0.35 (valor atual) para 0.67 (valor previsto em 2020).

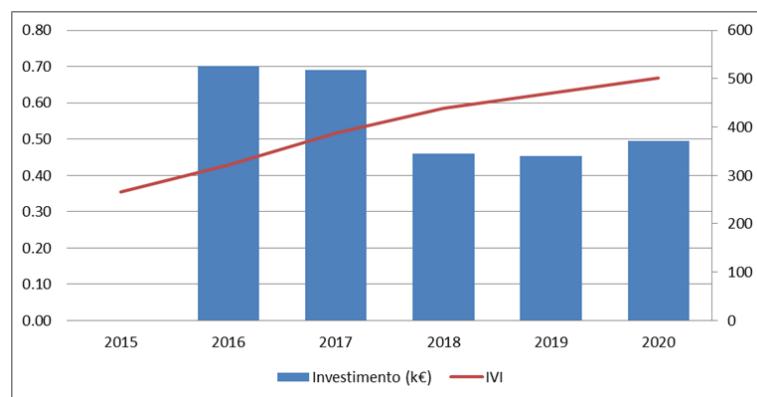


Figura 51 – Evolução do investimento e IVI no período 2016 a 2020.

Na Figura 52 indica-se a localização das condutas a reabilitar nos próximos 5 anos.



Figura 52 – Mapa das prioridades de investimento.

8.2 Outras táticas não infraestruturais

As táticas não infraestruturais incluídas no plano tático consistem, fundamentalmente, em táticas relativas a ativos de informação e consideradas relevantes para a adequada gestão patrimonial da infraestrutura. Em termos específicos são incluídos medidores de rede e, eventual, reposicionamento de sensores de caudal e pressão.

O custo estimado das táticas não infraestruturais é de 15 k€ por ano.

9. RECURSOS NECESSÁRIOS À IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO TÁTICO

9.1 Recursos humanos

Para implementação, monitorização e revisão do plano tático considera-se necessário o envolvimento e apoio da Administração, sendo o trabalho a executar da responsabilidade e coordenação da atual equipa do Departamento de Planeamento e Gestão de Ativos. Os restantes departamentos da Infraquinta serão chamados a colaborar nas áreas a que assistem.

9.2 Recursos tecnológicos

Os recursos tecnológicos que se prevê utilizar para a implementação do plano tático são os que se apresentam no Quadro 9.

Quadro 9 – Recursos tecnológicos necessários à implementação do plano tático.

Descrição de recursos
Sistema de Informação Geográfica: ArcGIS / QGIS / GISWater
Software de assistido por computador: AutoCAD
Sistema de Gestão de Clientes: PHC
Sistema de Gestão Documental: iPortal
Sistema de Gestão Operacional: NAVIA
Telegestão
AWARE P
Sistema de telecontagem domiciliária e de análise da distribuição de caudais de água: EVERBLUE e WIMS
Software de Modelação da rede de abastecimento: EPANET

9.3 Recursos financeiros

No Quadro 10 são indicados os investimentos, infraestruturais e não infraestruturais, previstos para o período 2010 a 2020. O Quadro 10 prevê uma margem de segurança de 3% para



eventuais oscilações de preços em relação aos preços usados como referência (função do custo da iniciativa GPI 2015).

De acordo com o Quadro 10 são necessários 2245 k€ para investimento, no período 2016 a 2020.

Quadro 10 – Sumário do investimento estimado para o período 2016 a 2020.

	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
Investimento k€	527	518	345	340	371	2101
Táticas não infraestruturais	15	15	15	15	15	75
Margem para possíveis oscilações nas funções de custos (+ 3%)	17	17	11	12	12	69
TOTAL						2245



10. MONITORIZAÇÃO E REVISÃO DO PLANO TÁTICO DE GPI

10.1 Procedimento de monitorização

O plano tático deverá ser monitorizado, anualmente, por comparação dos resultados das métricas de desempenho face às métricas definidas. Em caso de ocorrência de desvios, na evolução expectável das métricas de desempenho, dever-se-á proceder à identificação da causa e ajustar o plano de investimentos em conformidade.

No processo de monitorização do plano tático está contemplada a elaboração de táticas de mitigação para os eventuais desvios das métricas de desempenho.

10.2 Procedimento de revisão

Na revisão do plano tático proceder-se-á à análise dos resultados da monitorização.

O plano de investimento será ajustado (*i.e.* redefinido) considerando as razões dos desvios ocorridos e ponderação das táticas mitigadoras.

A revisão do plano tático deverá ter uma frequência anual.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



11. IDENTIFICAÇÃO DE ESTUDOS FUTUROS

No futuro pretende-se realizar os seguintes estudos:

- Caracterização dos consumos de rega, incluindo a previsão de futuras necessidades para rega decorrentes do risco de intrusão salina;
- Estudo de tendências de consumos e tipificação de padrões “clusters” de consumo para usar em cenários de expansão da rede;
- Tratamento e limpeza dos dados (tratamento de omissões e deteção de anómalos);
- Consequências do futuro regulamento na configuração da “rede ideal”;
- Estudo da eficiência energética dos grupos eletrobomba instalados;
- Estudo do modo de funcionamento em situação de emergência (sequência de operação para interligação entre zonas de patamares de pressão);
- Estudo da criticalidade; *i.e.* importância dos troços de tubagens. Avaliada por simulação e provocando a falha individualmente de cada troço de tubagem. Os resultados serão expressos por conduta individual e permitem: 1) comparar o consumo ocorrido, quando um determinado trecho de conduta está desativada, com o consumo total quando a rede está intacta; 2) o número de consumidores afetados; 3) identificar se existem consumidores críticos afetados;
- Reavaliação do desempenho em situação de incêndio em consequência do futuro regulamento;
- Modelação da qualidade da água e análise dos tempos de retenção;
- Elaboração de um plano de gestão da informação.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, H.; Baptista, J. M.; Hirner, W.; Parená, R. (2004). *Indicadores de desempenho para serviços abastecimento de água. Versão portuguesa atualizada e adaptada de Performance indicators for Water supply services.* Manual of Best Practice Series. IWA Publishing (2000). Guia Técnico nº. 1. Edição ERSAR/LNEC. Lisboa. 277 pp. (ISBN: 972-99354-2-4).

Alegre, H.; Covas, D. (2010). *Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Água. Uma Abordagem Centrada na Reabilitação,* Guia Técnico nº. 16. Edição ERSAR/LNEC/IST. Lisboa. Dezembro 2010. 472 pp. (ISBN: 978-989-8360-04-5).

ERSAR (2013). *Guia de Avaliação da Qualidade dos Serviços de Águas e Resíduos Prestados aos Utilizadores. 2.ª Geração do Sistema de Avaliação.* 2.ª Edição revista e atualizada. Guia Técnico nº. 19. Edição ERSAR/LNEC. Lisboa. Outubro 2013. 241 pp. (ISBN: 978-989-8360-11-3).

Caetano, J. (2014). *Valor Atual das Infraestruturas. Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais,* Relatório de estágio para ingresso na Ordem dos engenheiros.

Covas, D (2014). *Avaliação de Infraestruturas de Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais Geridas pela InfraQuinta, E.M.,* Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Jacob, A. (2006). *Avaliação de Perdas em Sistemas de Distribuição de água: o caso de estudo da ZMC 320 da Epal.* Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Silvestre, I., Caetano, J., Correia, T. (2015). *GISWater – Uma Solução Integrada para Gestão de Redes de Abastecimento de Água. Um Caso de Estudo na Quinta do Lago.* Em: Livro de Atas da 6.ª edição da SASIG – Conferência Nacional de Software Aberto para Sistemas de Informação Geográfica. ISCTE-IUL, Lisboa, 23 a 25 de Setembro de 2015.

iGPI 2015: Iniciativa Nacional para a Gestão Patrimonial de Infraestruturas 2.ª edição, projeto colaborativo com a coordenação e apoio técnico do LNEC, IST e Addition.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



Anexos



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



I – Métricas de avaliação

I.1 – Avaliação de desempenho hidráulico

I.1.1 – Considerações iniciais

Nesta secção propõe-se avaliar o comportamento de cada elemento da rede de abastecimento, no que se refere a aspetos hidráulicos, expressos em termos de variáveis de estado representativos: pressão e velocidade.

I.1.2 – Pressão na rede

A pressão na rede é um parâmetro que deve ser avaliado e controlado para um bom funcionamento do sistema de distribuição do ponto de vista da adequação da capacidade hidráulica da rede. Para um adequado funcionamento hidráulico da rede, a pressão, em cada nó da rede, deve situar-se entre um mínimo e um máximo admissível e não apresentar flutuações significativas ao longo do dia.

O artigo 21º do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, define a Equação (1) para cálculo da pressão mínima de serviço (p_{min}) em função da altura média dos edifícios a serem abastecidos sem a utilização de sobrepressoras.

$$p_{min} = 10 + 4 \cdot n \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

p_{min} = Pressão mínima de serviço (m.c.a.)

n = Número de pisos acima do solo incluindo o piso térreo

A pressão mínima de serviço é uma condição que, necessariamente, se deve acautelar em cada nó da rede. A não observância desta condição compromete o consumo e pode causar instabilidade hidráulica ou permitir a contaminação da água fornecida por depressões na rede (Jacob, 2006).

A pressão máxima está relacionada com as preocupações ao nível das fugas de água e desconforto na torneira do consumidor (Jacob, 2006). A pressão máxima admissível (p_{max}) é fixada pelo artigo 21º do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto em 60 m.c.a., medida ao nível do solo.

A flutuação de pressão, calculada em relação à pressão máxima e mínima verificada em cada nó ao longo do dia, não deve exceder os 30 m.c.a. (artigo 21º do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto).



Para avaliação do desempenho hidráulico ao nível da pressão de serviço foi utilizada a metodologia adotada por Jacob (2006). De acordo com esta metodologia, são construídas *curvas de penalidade* que relacionam os valores de velocidade em cada trecho com a respetiva classificação em termos de desempenho (Figura 53).

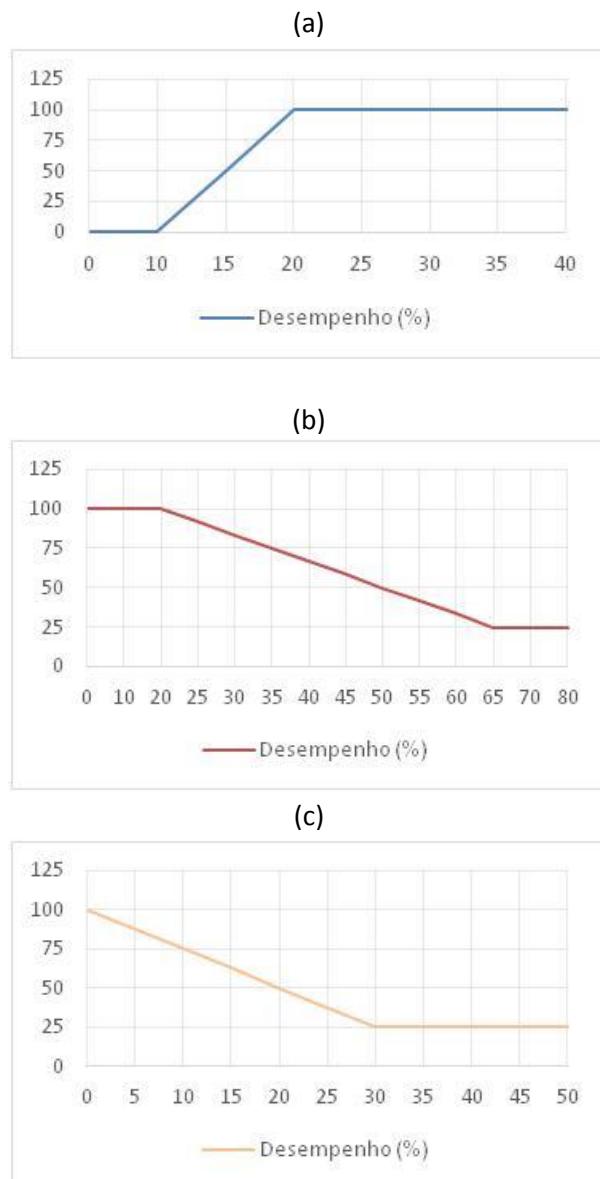


Figura 53 – Curvas de penalidade para: (a) Curva de penalidade para pressão mínima, (b) Curva de penalidade para pressão máxima e (c) Curva de penalidade para flutuação de pressão.

A separação da curva de penalidade de velocidade em três, onde se avaliam separadamente as pressões mínimas (Figura 53a), pressões máximas (Figura 53b) e flutuações de pressão (Figura

53c), permite uma análise independente em termos das questões de satisfação da pressão mínima, resistência infraestrutural e perdas reais.

Na curva de penalidade para pressão mínima atribui-se desempenho nulo (0%) às pressões inferiores à pressão mínima admissível fixada pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto (10 m.c.a.). O desempenho de 100% é atribuído para valores de pressão superiores à pressão mínima de serviço (20 m.c.a.). Para valores de pressão entre 10 m.c.a. e 20 m.c.a. a penalização aumenta linearmente com o aumento de pressão.

Na curva de penalidade da pressão máxima atribui-se 100% de desempenho para pressões inferiores à pressão de serviço (20 m.c.a.). Entre a pressão de serviço (20 m.c.a.) e a pressão máxima regulamentar acrescida de aproximadamente 10% (65 m.c.a.) a penalização decresce linearmente com o aumento de pressão.

Na curva de penalidade para a flutuação de pressão de serviço, o desempenho ótimo (100%) é atribuído à flutuação de pressão nula. Entre a flutuação de pressão nula e o máximo regulamentar (30 m.c.a.) o desempenho decresce linearmente até 25%.

A curva de penalidade para pressão global resulta da soma das condições impostas para as curvas de penalidade de pressão mínima e pressão máxima. De realçar que o desempenho ótimo das pressões (100%) é atribuído à pressão mínima de serviço (20 m.c.a.), uma vez que esta representa a menor pressão que satisfaz as exigências de consumo e, em simultâneo, a minimização de perdas reais e do custo de energia.

Após obtido o valor do desempenho para cada nó é usada uma função de generalização para cálculo do desempenho global. A função de agregação usada é uma média ponderada pelos consumos nodais sendo o peso nodal dado pelas Equações 2, 3 e 4 (Alegre e Covas, 2010).

$$P_P = \sum_{i=1}^N (w_{Pi} \cdot pm_{Pi}) \quad (\text{Equação 2})$$

$$P_{FP} = \sum_{i=1}^N (w_{FPI} \cdot pm_{PFi_i}) \quad (\text{Equação 3})$$

$$w_{Pi} = w_{FPI} = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_j} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

P_P = Desempenho de pressão global (%);

N = Número de nós do sistema;

w_{Pi} = Peso do desempenho de pressão no nó i ;

pm_{Pi} = Desempenho de pressão no nó i (%);

P_{FP} = Desempenho de flutuação de pressão global (%);

w_{FPI} = Peso do desempenho de flutuação de pressão no nó i (-);

pm_{PFi_i} = Desempenho de flutuação de pressão no nó i (%);

Q_i = Consumo no nó i (m^3/s).



I.1.3 – Velocidade de escoamento

A velocidade de escoamento na rede de distribuição de água é um parâmetro que deve ser avaliado e controlado no âmbito da adequação da qualidade da água, da sustentabilidade infraestrutural e da sustentabilidade económica.

As velocidades de escoamento demasiado baixas são de evitar pelo seu efeito na qualidade da água. Velocidades de escoamento baixas potenciam a deposição de sedimentos nas condutas e amplificam o decaimento de cloro residual pelo aumento do tempo de retenção nas condutas. As velocidades de escoamento baixas são, também, de evitar porque indicam um maior custo para condutas.

Velocidades excessivas são de evitar porque podem causar roturas nas condutas devido a transitórios hidráulicos e representam uma maior perda de carga nos trechos com um possível aumento dos encargos de exploração na componente de energia.

O artigo 21.º do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, estabelece que a velocidade de escoamento, para o caudal de ponta no ano de início de exploração, não deve ser inferior a 0.3 m/s. O mesmo artigo estabelece que a velocidade de escoamento não deverá, em caudal de ponta no horizonte de projecto, exceder o valor resultante da aplicação da Equação 5 (Jacob, 2006):

$$V_{max} = 0.127 \times D^{0.4} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

V_{max} = Velocidade máxima (m/s)
D = Diâmetro interior da conduta (mm)

Para avaliação do desempenho hidráulico ao nível da velocidade de escoamento foi utilizada a metodologia adotada por Jacob (2006). De acordo com esta metodologia, são construídas *curvas de penalidade* que relacionam os valores de velocidade em cada trecho com a respetiva classificação em termos de desempenho (Figura 54). Por sua vez, o desempenho da velocidade de escoamento constitui uma medida da proximidade entre os valores deste parâmetro nas condutas da rede de distribuição e na velocidade de referência (V_{ref}) definida em função do diâmetro (D) da respetiva conduta.

A separação da curva de penalidade de velocidade em duas, onde se avaliam separadamente as velocidades mínimas (Figura 54a) e as velocidades máximas (Figura 54b), facilita a identificação de eventuais problemas existentes (e.g. problemas estruturais e/ou qualidade da água).



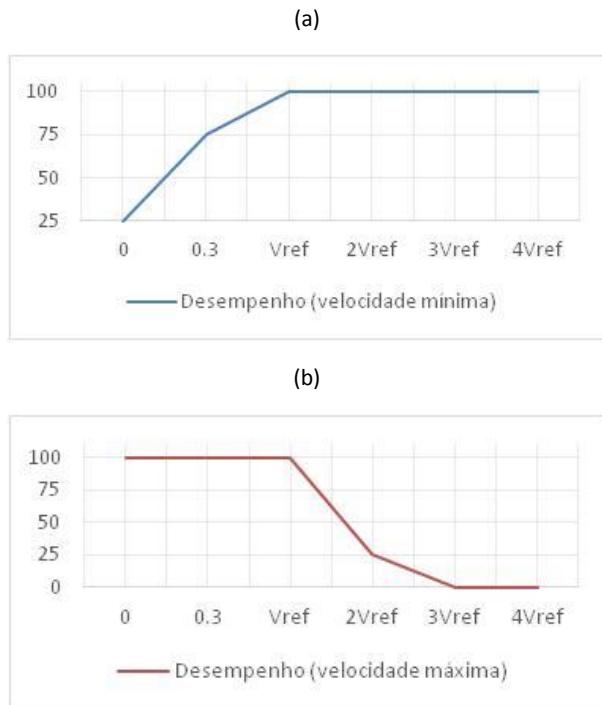


Figura 54 – Curvas de penalidade para: (a) Curva de velocidade mínima e (b) Curva de velocidade máxima.

Na curva de penalidade para velocidade mínima o desempenho ótimo de velocidade (100%) é atribuído à velocidade de referência do respetivo trecho. Abaixo da velocidade de referência, o desempenho reduz-se linearmente até um desempenho aceitável (75%) para a velocidade mínima admissível (0.3 m/s), seguindo a mesma tendência até atingir um desempenho inaceitável (25%) para a velocidade nula.

Na curva de penalidade para a velocidade máxima o desempenho acima da velocidade de referência reduz-se linearmente até um desempenho inaceitável (25%) para o dobro da velocidade de referência, continuando a diminuir, até se tornar nulo (0%) para o triplo desta velocidade.

Após obtido o valor do desempenho para cada trecho de conduta é usada uma função de generalização para cálculo do desempenho global. A função de agregação usada é uma média ponderada sendo o volume do trecho o fator de ponderação para, desta forma, ter em conta tanto o comprimento como o diâmetro das condutas, como apresentado na Equação 6 e 7 (Jacob, 2006).

$$P_V = \sum_{i=1}^{NL} (w_{Vi} \cdot pm_{Vi}) \quad (\text{Equação 6})$$

$$w_{Vi} = \frac{D_i^2 \cdot L_i}{\sum_{j=1}^{NL} (D_j^2 \cdot L_j)} \quad (\text{Equação 7})$$

Em que:

P_V = Desempenho de velocidade global (%);
 NL = Número de trechos do sistema;
 W_{Vi} = Peso do desempenho de velocidade no trecho i;
 p_{mVi} = Desempenho de velocidade no trecho i (%);
 D_i = Diâmetro do trecho i;
 L_i = Comprimento do trecho i.

I.2 – Avaliação do desempenho energético

As motivações para reduzir os consumos energéticos são variadas e incluem as componentes económicas (*i.e.* relacionadas com os custos de energia) e ambientais (*i.e.* relacionadas com a redução do consumo de energia com origem em combustíveis fosseis).

As métricas selecionadas para avaliação do desempenho energético visam analisar o potencial de poupança energética de diferentes alternativas de operação por: *i)* redefinição da configuração do sistema; *ii)* alteração do modo de operação; *iii)* substituição de condutas com alteração de diâmetro e materiais ou; *iv)* reabilitação de componentes individuais. Cinco foram selecionados os seguintes índices para avaliar a eficiência energética (Alegre e Covas, 2010):

- E1 – Energia em excesso por unidade de volume fornecido (kWh/m³)

$$E1 = \frac{E_{excesso}}{V_{fornecido}}$$

Este índice representa o potencial teórico de redução de energia por m³ de volume fornecido à zona funcional ($V_{fornecido}$). Este índice é sempre positivo e o seu valor deve ser o mais baixo possível. Trata-se de um índice adequado para avaliar o impacto das diferentes alternativas de funcionamento. Este índice apresenta a limitação de não permitir avaliar o impacto das medidas de minimização de água na eficiência energética.

- Consumo específico de energia nas Estações Elevatórias (kWh/m³)

Dado pelo rácio da energia total consumida nas Estações Elevatórias (EE) durante o período de referência pelo consumo autorizado.

- Energia de bombagem (kWh/ano)



Energia total consumida nas EE no período de 1 ano.

- E3 – Excedente de energia (adimensional):

$$E3 = \frac{E_{fornecida}}{E_{mínima}}$$

Este índice quantifica a energia em excesso que é fornecida ao sistema em comparação com a energia mínima necessária.

- Índice de desempenho associado à velocidade máxima (%)

Ver página 112.

I.3 – Índice do valor da infraestrutura (IVI)

O índice de valor da infraestrutura, IVI, é um índice de desempenho que representa o rácio entre o valor⁴ atual da infraestrutura e o seu valor de substituição por tecnologia equivalente à atual como apresentado na Equação 8 (Alegre e Covas, 2010).

$$IVI(t) = \frac{\sum_{i=1}^N (cs_{i,t} \cdot \frac{vr_{i,t}}{vu_i})}{\sum_{i=1}^N cs_{i,t}} \quad (\text{Equação 8})$$

Em que:

T = Ano em que se está a fazer a avaliação (ano)
 IVI (t) = Índice de valor da infraestrutura no ano t
 N = Número total de ativos
 cs_{i,t} = Custo de substituição do ativo i no ano t
 vr_{i,t} = Vida útil residual do ativo i no ano t
 vu_i = Vida útil técnica total do ativo i

O índice de valor da infraestrutura deve ser interpretado da seguinte forma (Alegre e Covas, 2010):

- Valores de IVI compreendidos entre 40 e 60% correspondem a infraestruturas “maduras” bem mantidas;

⁴ Valor justo da infraestrutura que, muito provavelmente, não será igual ao valor contabilístico.

- Valores de IVI superiores a 60% correspondem a infraestruturas jovens, infraestruturas velhas sujeitas a expansão recente ou infraestruturas velhas sujeitas a sobre investimentos em reabilitação;
- Valores de IVI inferiores a 40% correspondem a défice acumulado de reabilitação.

O IVI constitui uma ferramenta que permite relacionar a vida útil dos ativos com a estimativa de investimento, a longo prazo, ao nível da renovação da rede de abastecimento de águas.



II – Será que existe um padrão de consumo para verão e inverno?

Para identificação de hipotéticas diferenças no padrão de consumo mensal foi efetuada uma análise de “clusters”, apresentada na Figura 1, com base nos caudais horários à saída do reservatório no período de Janeiro 2013 a Dezembro 2014.

Para possibilitar a comparação entre séries temporais de diferentes amplitudes, foram calculados os valores normalizados das séries temporais, obtidos pelo rácio entre a diferença de cada valor da série temporal com a média da respetiva série a dividir pelo seu desvio padrão. As séries temporais resultantes, séries temporais normalizadas, apresentam valores médios de zero e desvio padrão unitário.

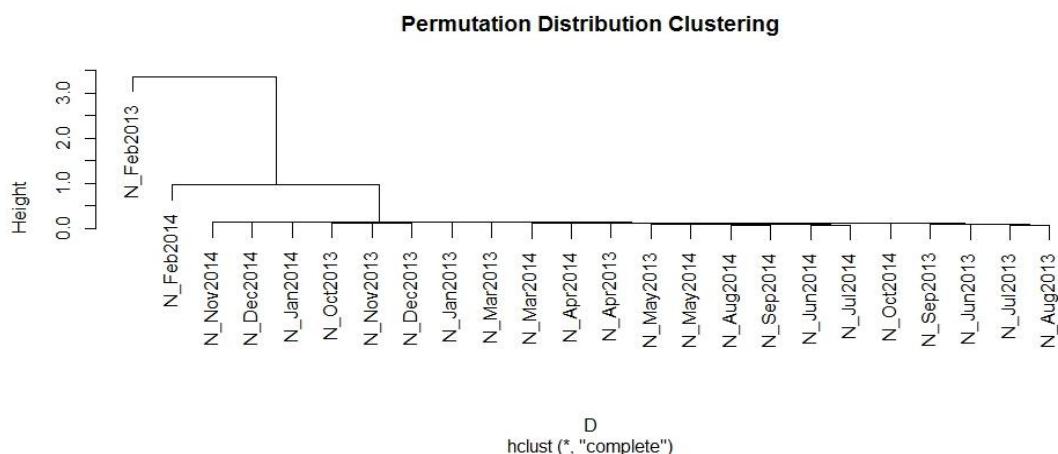


Figura 1 – Análise de clusters para o período 2013 a 2014.

Da análise da Figura 1 deduz-se que aparte dos meses de Fevereiro 2013 e Fevereiro 2014 todos os restantes meses parecem pertencer ao mesmo “cluster” e, assim, evidenciam semelhanças no seu padrão horário de consumo. Conclui-se, ainda, não existir semelhança entre o padrão de Fevereiro 2013 e Fevereiro de 2014.

Por forma a diferenciar o padrão de consumos com maior detalhe foram removidos da análise os meses de Fevereiro 2013 e Fevereiro 2014 (*i.e.* foram considerados como “outliers”) e efetuada nova análise de clusters, representada na Figura 2.

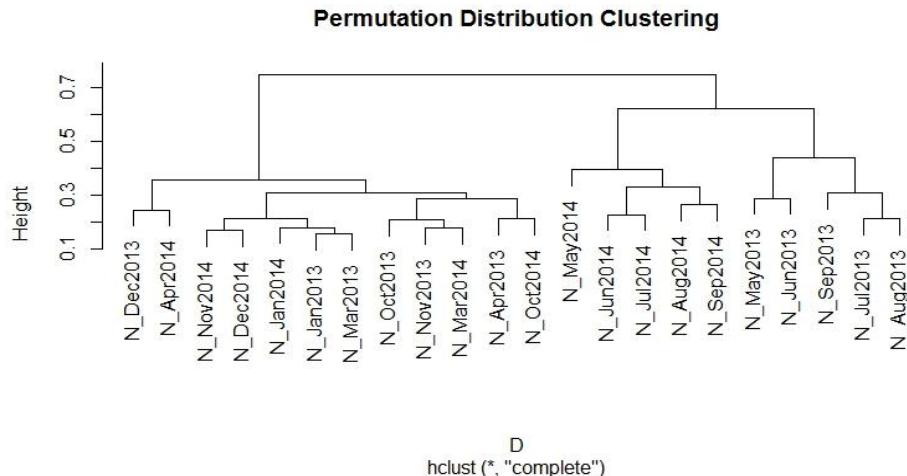


Figura 2 – Análise de *clusters* para o período 2013 a 2014, excluindo os meses de Fevereiro.

Da análise da Figura 2 podemos deduzir que a diferença entre *clusters*, medida pelo parâmetro “*Height*”, é mínima (da ordem dos 0.4) o que evidencia uma grande similaridade de padrão horário de consumo para os vários meses.

Para verificação visual dos *clusters*, é representada na Figura 3 a série associada a cada mês. Da análise da Figura 3 pode deduzir-se que o agrupamento de *clusters* parece coerente face ao andamento das séries normalizadas de caudal (Figura 2).

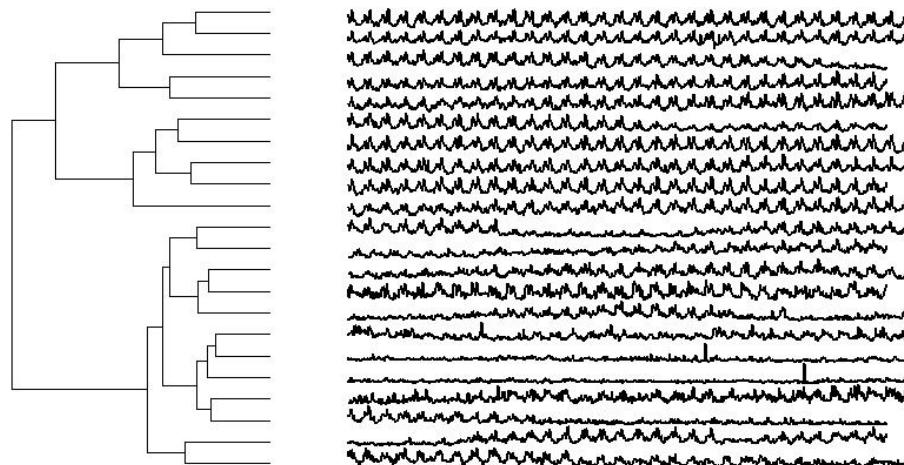


Figura 3 – Verificação visual dos *clusters*.

Em conclusão, e com exceção dos meses de Fevereiro 2013 e Fevereiro de 2014, todos os restantes meses apresentam um padrão horário de consumo muito semelhante o que pressupõe não existir necessidade de considerar padrões distintos para inverno e verão no modelo de simulação hidráulica.

O tema deste anexo carece de um estudo mais aprofundado com recurso a ferramentas estatísticas específicas.



PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



III – Análise do padrão horário de cada consumidor

Para estimativa do padrão horário de consumo típico de cada consumidor, foram usados os dados de consumo horário no período de 1 de Maio 2015 a 29 Junho 2015. O período selecionado permite, com fiabilidade, usar os dados de telemetria em pleno funcionamento desde finais de Abril de 2015.

Para o cálculo do padrão horário de cada consumidor foi efetuada a média horária de consumo para o período temporal considerado.

Para simplificação foi usado o mesmo padrão em período de verão e período de inverno. Esta simplificação tem como fundamento o facto dos pesos relativos de cada consumidor se manterem, praticamente, inalteráveis para diferentes períodos temporais (Quadro 5) e do padrão horário do caudal à saída do reservatório não registar alterações significativas ao longo dos vários meses (Anexo II).

Com base nos valores horários do sistema de telemetria procurou-se identificar o número e características dos padrões a inserir no modelo hidráulico. Para tal, efetuou-se uma análise Multidimensional Scaling (MDS) para “descobrir” similaridades nos padrões horários de consumo.

A Figura 4 representa o resultado da análise MDS. Como conclusão da Figura 4 poderá evidenciar-se a dificuldade de conseguir similaridades marcantes entre os padrões horários de consumo e, consequentemente, a necessidade de inserir todos os padrões individuais no modelo hidráulico.

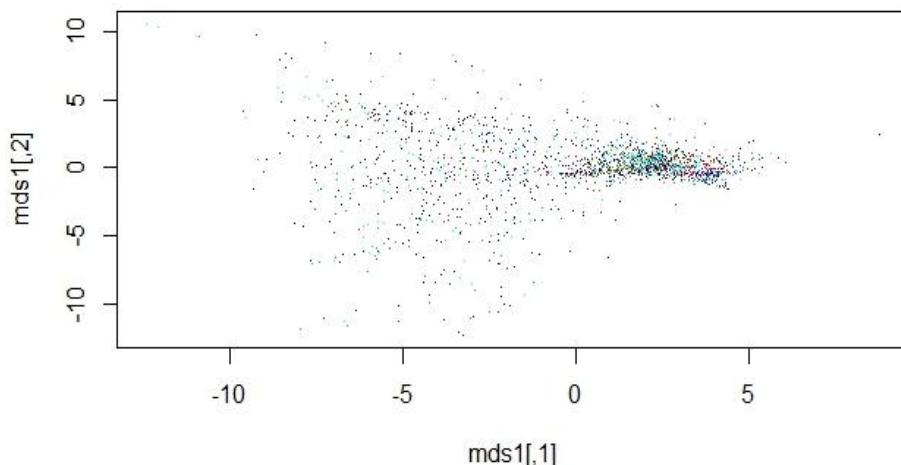


Figura 4 - Análise Multidimensional Scaling (MDS) para os padrões horários de consumo.

O tema deste anexo carece de um estudo mais aprofundado com recurso a ferramentas estatísticas específicas.

PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



IV – Estratégia financeira de longo prazo

O valor atual do índice de valor infraestrutural (de valor inferior a 0.5) mostra que os meios financeiros disponibilizados na reabilitação da infraestrutura têm sido insuficientes para evitar a degradação inevitável do património imobilizado. Este défice acumulado de reabilitação a manter-se poderá comprometer, a curto-médio prazo, os níveis de serviço desejados (conforme demonstrado em 6.3.3).

A problemática da renovação das infraestruturas está diretamente ligada ao seu financiamento. Na ausência de subversões (programas comunitários ou estatais), a InfraQuinta só poderá usar dois modos de financiamento: empréstimo bancário ou autofinanciamento através de capitais próprios.

O recurso a empréstimos bancários poderá, numa primeira análise, ser apelativo na presença de condições económicas de taxas de juros baixas. Mas os empréstimos financeiros arrastam, também, um encargo sobre as gerações futuras e comprometem a capacidade de endividamento da entidade gestora. Por outro lado, o financiamento recorrendo a capitais próprios constitui, *per si*, um ato que requer uma previsão *a priori* do seu impacto na formulação do preço da água enquanto o recurso a empréstimo tem consequências *a posteriori* na formação do preço da água. Em contrapartida, o recurso a empréstimo bancário apresenta a vantagem de provocar um efeito de alavanca entre as poupanças disponíveis e o capital mobilizado por empréstimo, o que permite atenuar, pontualmente, os picos de investimento através da repartição, pelo tempo, do valor de reembolso.

No que se refere ao financiamento por capitais próprios, convém referir que a prática de amortização do imobilizado (*i.e.*, tradução orçamental da amortização por depreciação do imobilizado) constitui uma obrigação legal mas não garante o autofinanciamento necessário à renovação. As dotações para amortização são, por definição, fluxos monetários em valor histórico de aquisição, sem considerar subsequentes revalorizações ou depreciações (por obsolescência, por exemplo), que não permitem, por si só, financiar a substituição de um ativo imobilizado por outro novo. Acresce ainda o facto do valor de amortização poder ser total ou parcialmente consumido pelos reembolsos decorrentes de empréstimos anteriores.

Do acima exposto resulta uma decalagem substancial entre o valor acumulado amortizado (amortização contabilística obrigatória) e o custo de substituição, por novo, de um dado ativo imobilizado. Será pois necessário recorrer a financiamentos complementares, por empréstimo ou capitais próprios (*i.e.* entesouramento⁵), para renovação dos ativos imobilizados.

A decisão entre o financiamento por empréstimo e o autofinanciamento suplementar depende de múltiplos fatores, como por exemplo, da taxa de inflação e da taxa de juro do empréstimo. Valores elevados de inflação privilegiam o empréstimo com detimento do autofinanciamento porque os reembolsos são efetuados em moeda desvalorizada. Pelo contrário, valores

⁵ A poupança diz-se entesourada quando é mantida sob a forma de moeda (liquidez; disponibilidade imediata).

elevados de inflação penalizam a poupança pela perda subsequente de poder de compra. A título de exemplo, é preferível perder 4% (taxa de inflação) por ano sobre as reservas acumuladas do que pagar uma taxa real de juro de 6% (taxa bruta de 10%) no empréstimo.

Porque a renovação das infraestruturas está diretamente ligada à sua estratégia de financiamento, julgou-se oportuno construir uma ferramenta simplificada, mas importante para a decisão a médio-longo prazo, que permita avaliar o impacto da estratégia de financiamento de renovação a longo prazo, nas seguintes componentes:

- Custo da estratégia de financiamento;
- Impacto inicial sobre o preço da água;
- Variações sobre o preço da água na fase de renovação.

A estratégia de financiamento estudada corresponde a um esforço intergeracional⁶ uniformemente distribuído no tempo (*i.e.*, respondendo às exigências das atuais gerações sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas próprias exigências). Esta estratégia caracteriza-se, após um ajustamento inicial, por um preço da água relativamente constante no tempo. Com esta estratégia as várias gerações, atuais e futuras, contribuem equitativamente na manutenção do estado do património.

O efeito da variação das condições económicas, na estratégia financeira de longo prazo estudada, foi analisado em três diferentes contextos de taxas de juro (taxas de juro baixas, moderadas e elevadas). Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 5, 6 e 7 e foram baseados nos seguintes pressupostos (hipóteses de base):

- As necessidades de trabalho de renovação são agrupadas por década;
- Os cenários baseiam-se numa “ferramenta precisa” de avaliação das necessidades de renovação que define no tempo as necessidades de trabalhos que não poderão ser adiados;
- Um contexto económico invariável no decurso de cada cenário estudado;
- Eventuais variações na base de faturação são desprezáveis;
- Os custos operacionais mantêm-se constantes no tempo;
- Receitas iniciais de 2 000 k€ com um valor de referência de preço inicial de água 1€/m³ (*i.e.* o do preço atual da água é usado como referência e analisadas as variações a este preço de referência);

⁶ Como exemplo de estratégias de financiamento alternativas podem ser citadas: a estratégia de financiamento a custo nulo e a estratégia de financiamento com recurso sistemático a empréstimo.

A estratégia de financiamento a custo nulo caracteriza-se por, ao longo do tempo, proceder ao ajuste do preço da água para fazer, exatamente, corresponder os meios financeiros decorrentes da atividade às necessidades dos trabalhos de renovação, para o mesmo período.

A estratégia de recurso sistemático ao empréstimo caracteriza-se pela total ausência de previsão de longo, médio ou curto prazo das necessidades financeiras, *i.e.* as necessidades financeiras são totalmente satisfeitas por sucessivos empréstimos. Nesta estratégia de financiamento não é necessário o planeamento prévio: (1) da parcela de “autofinanciamento” (necessária na estratégia de esforço intergeracional uniforme) ou (2) do ajuste do preço da água (necessário na estratégia de custo nulo).



- Necessidades em renovação acumuladas de 10 895 k€ (valor de 2015): no período de 2015 a 2020 são propostos investimentos de 300 k€/ano e após 2020 são propostos investimentos de 125 k€/ano;
- Um orçamento anual disponível para renovação (100 k€ para receitas de 2000 k€, i.e., 5% de receitas);
- As grandezas financeiras são expressas em valor económico 2015;
- Tipo de empréstimo é anuidade constante (parcelas fixas) e o prazo de amortização do empréstimo de 15 anos;
- Degradação linear no tempo dos componentes ao longo da sua vida útil;
- Vidas úteis estabelecidas no contexto do projecto iGPI 2;
- Desprezam-se eventuais remunerações sobre as poupanças;
- Desprezam-se eventuais diferenças entre a taxa de desvalorização (alteração no custo do trabalho) e a taxa de inflação;

Os cálculos visam encontrar o montante da rúbrica de “autofinanciamento complementar” que garanta um saldo financeiro ao final da década de 2095 de 600 k€ (cerca de metade do valor de investimento da década).

Alguns cálculos de custo foram efetuados de forma aproximada: i) o custo associado à erosão monetária (decorrente da taxa de desvalorização) que é calculado por sequência de decénio; ii) o autofinanciamento disponibilizado durante uma década é submetido a uma estimativa de erosão monetária de meio período.

Apesar de ser possível efetuar uma análise de sensibilidade ao impacto dos pressupostos assumidos no resultado final, a análise dos resultados tornar-se-ia complexa e de difícil interpretação, razão pela qual não foi efetuada. Apesar dos cenários estudados assentarem sobre ferramentas de previsão ideais, as conclusões gerais permanecem aceitáveis já que o foco da análise reside, simplesmente, na identificação das grandes tendências e suas implicações.

IV.1 – Análise dos resultados

O Quadro 1 permite avaliar o impacto da estratégia de financiamento de renovação a longo prazo, nas componentes: *i*) custo da estratégia de financiamento; *ii*) no impacto inicial sobre o preço da água e *iii*) nas variações sobre o preço da água.

Da observação do Quadro 1 podemos observar que o custo de financiamento (rácio entre custos de financiamento e investimento) aumenta com aumento da taxa de juro.



A necessidade de investimento suplementar na primeira década foi tida em conta em cada uma das simulações estudadas, por forma a recuperar o défice histórico na componente de renovação.

A rúbrica referente ao “autofinanciamento complementar” foi ajustada em função das condições económicas para garantir um saldo financeiro ao final da década de 2095 no valor de 600 k€ (cerca de metade do valor de investimento da década). No Quadro 1 é apresentado o valor percentual da rúbrica “autofinanciamento complementar” relativamente à receita inicial.

Quadro 1 – Impacto da estratégia de financiamento.

	Taxa baixa (%)	Taxa moderada (%)	Taxa elevada (%)
Custo do Financiamento	19.3	4.0	48.6
Impacto inicial no preço da água	3.7	4.0	5.2
Autofinanciamento complementar	3.0	3.0	5.0
Variação máxima do preço da água	0.4	0.3	0.0

Do ponto de vista orçamental, a estratégia estudada assimila-se à inclusão adicional de uma rúbrica de “autofinanciamento complementar” que procura adaptar o valor da amortização dos ativos (autofinanciamento disponível e baseado no valor histórico de aquisição) ao verdadeiro valor de substituição.

No que se refere à variação máxima no preço da água, Quadro 1, as diferenças detetadas são negligenciáveis pois é precisamente este ponto que caracteriza a estratégia estudada (esforço intergeracional uniforme).

IV.2 – Principais conclusões

Procurou-se estudar, de forma simplificada, uma estratégia de financiamento a longo prazo, estratégia de esforço intergeracional uniforme, que não faz suportar o peso financeiro para as gerações futuras de utilizadores. Com esta estratégia o financiamento por capitais próprios poderá ser dividido entre duas componentes: a proveniente da amortização (amortização contabilística obrigatória) e a criação de uma reserva líquida para renovação (autofinanciamento complementar). A primeira componente (obrigatória) tem em conta os custos históricos de aquisição, a segunda componente considera os custos reais de renovação (voluntária e dependente da iniciativa dos decisores). Para evitar subidas bruscas do preço de água, a estratégia delineada faz recurso pontual a empréstimo.



As estratégias “tipo” devem ser analisadas de forma cuidada e o bom senso do decisor deve prevalecer. Com a estratégia de esforço intergeracional uniforme é imposto um preço “constante” de água, o que gera, em fim de ciclo, um montante de autofinanciamento não utilizado que pesa significativamente sobre o custo financeiro.

A estratégia financeira de longo prazo das necessidades de renovação é um assunto delicado, porque se fundamenta em variáveis imprecisas, nomeadamente, no calendário de necessidades de renovação, na variação da base de faturação e nas condições económicas. Uma unidade de gestão financeira não ficará, totalmente, satisfeita com esta ferramenta. Sem a mesma não existirá planeamento e, principalmente, não existirá determinação de executar a necessária renovação dos ativos imobilizados.

Para fazer face às incertezas da ferramenta esboçada, uma análise prospetiva de curto-médio prazo poderá assegurar, de forma sistemática, a progressiva atualização da política de financiamento de longo prazo da renovação dos ativos imobilizados.

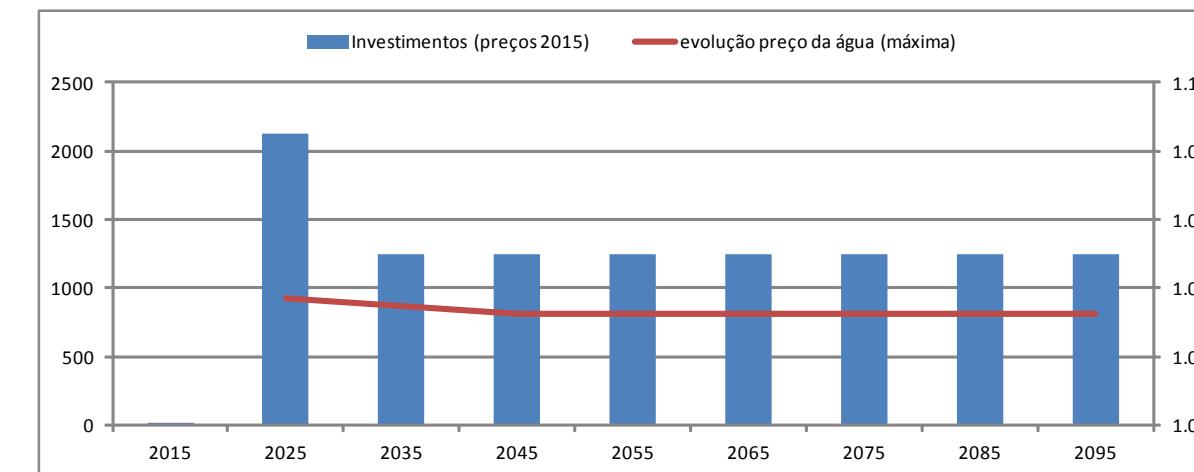


PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água



**contexto: baixas taxas de juro
sem depósito de poupanças**

0.03 taxa de desvalorização: 3%
0.035 taxa anual empréstimo: 3.5%
15 duração do empréstimo



década		2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	TOTAL
Investimentos (preços 2015)		20	2125	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	10895
Total autofinanciamento por década		450.0	1648.8	1648.8	1648.8	1648.8	1648.8	1648.8	1648.8	1648.8	
autofinanciamento disponível	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
autofinanciamento complementar 1)		350	649	649	649	649	649	649	649	649	
Saldo financeiro da década	0	430.0	-476.2	398.8	398.8	398.8	398.8	398.8	398.8	398.8	
Saldo financeiro ao final da década	0	370.9	-276.0	138.6	447.2	676.8	0.0	0.0	344.0	600.0	
necessidade empréstimo	0	0	105.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	
Custo da acumulação de reservas financeiras		59.08	94.92	0.00	90.27	169.23	227.98	902.38	398.81	142.83	
Custo empréstimo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.20	0.00	0.00	0.00	
Custo total de acumulação de reservas/ empréstimo		59.08	94.92	0.00	90.27	169.23	250.18	902.38	398.81	142.83	2107.70
											custo de financiamento 19.3%

receita ao longo da década	20000	20740.21	20694.51	20648.81	20648.81	20648.81	20648.81	20648.81	20648.81	20648.81
evolução preço da água (máxima)	1	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03

acrescimo inicial 3.7%
variação max/min 0.4%

empréstimo anuidade pour 1	0.08683
Taxa de desvalorização ao longo de 10 anos	0.74409
Taxa de desvalorização ao longo de 5 anos	0.86261

reservas/cálculo do saldo de reservas no final da década	370.9218	-276.033	138.624	447.167	676.753	847.586	344.018	344.018	600.000
empr/cálculo taxa de desvalorização monetária	1.0	1.3439	1.8061	2.4273	3.2620	4.3839	5.8916	7.9178	10.6409
custos reservas financeiras	59.0782	94.9211	0.0000	90.2679	169.2261	227.9783	902.3790	398.8113	142.8295
custo empréstimo valor 2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.20	0.00	0.00	0.00
anuidade no decurso da década	0.0000	91.3980	45.6990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

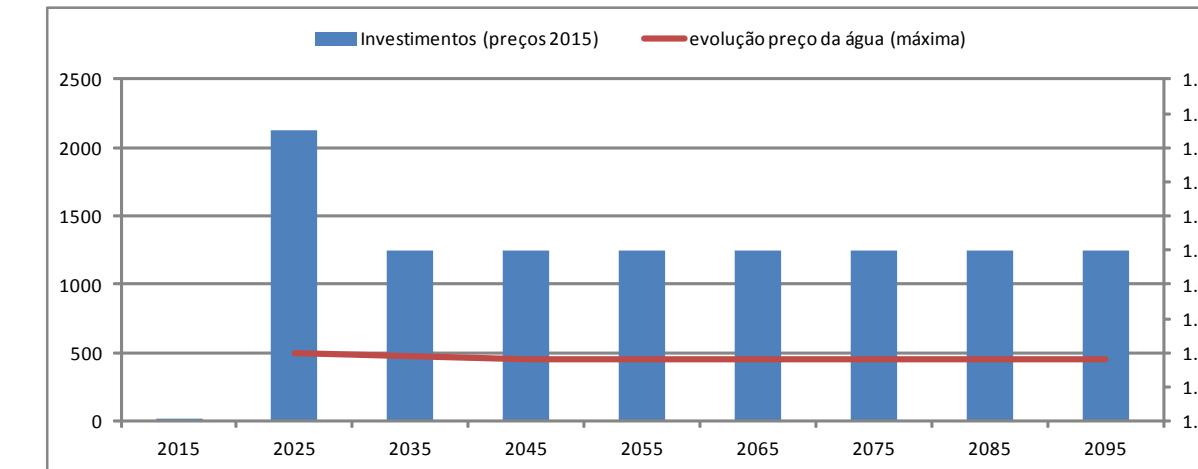
Nota:

- 1) Obtido para que saldo financeiro da década no final da simulação (em 2095) seja 398.811347622405 milhares de euros.
2) autofinanciamento complementar da ordem de 3% do valor da receita anual, sendo a componente 'autofinanciamento disponível' (i.e. amortização) 100 milhares de euros por ano

Figura 5 – Estratégia financeira de longo prazo em contexto de baixas taxas de juro.

**contexto: moderadas taxas de juro
sem depósito de poupanças**

0.05 taxa de desvalorização: 5%
0.07 taxa anual empréstimo: 7%
15 duração do empréstimo



década		2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	TOTAL
		20	2125	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	
Investimentos (preços 2015)		450.0	1724.5	1724.5	1724.5	1724.5	1724.5	1724.5	1724.5	1724.5	10895
Total autofinanciamento por década		100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
autofinanciamento disponível		350	724	724	724	724	724	724	724	724	
autofinanciamento complementar 1)		0	430.0	-400.5	474.5	474.5	474.5	474.5	474.5	474.5	
Saldo financeiro da década		0	336.9	-304.3	184.9	485.3	669.7	0.0	0.0	371.8	600.0
Saldo financeiro ao final da década		0	0	63.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
necessidade empréstimo		93.08	130.08	0.00	174.11	290.08	361.27	885.62	474.48	246.25	
Custo da acumulação de reservas financeiras		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	0.00	0.00	0.00	
Custo empréstimo		93.08	130.08	0.00	174.11	290.08	366.48	885.62	474.48	246.25	2660.17
Custo total de acumulação de reservas/ empréstimo											custo de financiamento 24.4%

receita ao longo da década	20000	20794.31	20759.40	20724.48	20724.48	20724.48	20724.48	20724.48	20724.48	20724.48
evolução preço da água (máxima)	1	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04

acrescimo inicial 4.0%
variação max/min 0.3%

empréstimo anuidade pour 1	0.10979
Taxa de desvalorização ao longo de 10 anos	0.61391
Taxa de desvalorização ao longo de 5 anos	0.78353

reservas/cálculo do saldo de reservas no final da década	336.9163	-304.339	184.929	485.298	669.698	782.904	371.767	371.767	600.000
empr/cálculo taxa de desvalorização monetária	1.0	1.6289	2.6533	4.3219	7.0400	11.4674	18.6792	30.4264	49.5614
custos reservas financeiras	93.0837	130.0789	0.0000	174.1111	290.0794	361.2739	885.6160	474.4796	246.2468
custo empréstimo valor 2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	0.00	0.00	0.00
anuidade no decurso da década	0.0000	69.8339	34.9170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

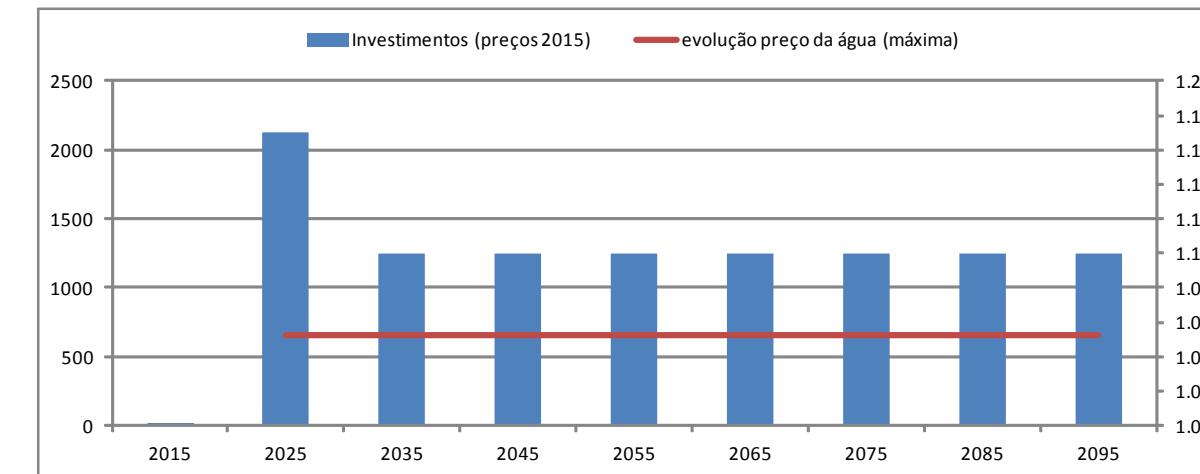
Nota:

- 1) Obtido para que saldo financeiro da década no final da simulação (em 2095) seja 474.479613956935 milhares de euros.
2) autofinanciamento complementar da ordem de 3% do valor da receita anual, sendo a componente 'autofinanciamento disponível' (i.e. amortização) 100 milhares de euros por ano

Figura 6 – Estratégia financeira de longo prazo em contexto de moderadas taxas de juro.

**contexto: elevadas taxas de juro
sem depósito de poupanças**

0.12 taxa de desvalorização: 12%
0.13 taxa anual empréstimo: 13%
15 duração do empréstimo



década		2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095	TOTAL
Investimentos (preços 2015)		20	2125	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	10895
Total autofinanciamento por década		450.0	2049.9	2049.9	2049.9	2049.9	2049.9	2049.9	2049.9	2049.9	
autofinanciamento disponível	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
autofinanciamento complementar 1)		350	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050	
Saldo financeiro da década	0	430.0	-75.1	799.9	799.9	799.9	799.9	799.9	799.9	799.9	
Saldo financeiro ao final da década	0	244.0	-53.8	436.5	594.4	645.3	0.0	0.0	453.9	600.0	
necessidade empréstimo	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	
Custo da acumulação de reservas financeiras		186.01	165.43	309.49	641.98	749.03	783.50	1007.62	799.87	653.74	
Custo empréstimo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Custo total de acumulação de reservas/ empréstimo		186.01	165.43	309.49	641.98	749.03	783.50	1007.62	799.87	653.74	5296.67

custo de financiamento 48.6%

receita ao longo da década	20000	21049.87	21049.87	21049.87	21049.87	21049.87	21049.87	21049.87	21049.87
evolução preço da água (máxima)	1	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

acrescimo inicial 5.2%
variação max/min 0.0%

empréstimo anuidade pour 1	0.15474
Taxa de desvalorização ao longo de 10 anos	0.32197
Taxa de desvalorização ao longo de 5 anos	0.56743

reservas/cálculo do saldo de reservas no final da década	243.9935	-53.848	436.529	594.418	645.254	661.621	453.867	453.867	600.000
empr/cálculo taxa de desvalorização monetária	1.0	3.1058	9.6463	29.9599	93.0510	289.0022	897.5969	2787.7998	8658.4831
custos reservas financeiras	186.0065	165.4342	309.4916	641.9804	749.0329	783.5009	1007.6231	799.8687	653.7357
custo empréstimo valor 2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
anuidade no decurso da década	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Nota:

1) Obtido para que saldo financeiro da década no final da simulação (em 2095) seja 799.868696772558 milhares de euros.

2) autofinanciamento complementar da ordem de 5% do valor da receita anual, sendo a componente 'autofinanciamento disponível' (i.e. amortização) 100 milhares de euros por ano

Figura 7 – Estratégia financeira de longo prazo em contexto de elevadas taxas de juro.

PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE INFRAESTRUTURAS
Sistema de Abastecimento de Água





InfraQuinta

