

1.º RELATÓRIO

**PLANO TÁTICO DE GESTÃO PATRIMONIAL DE
INFRAESTRUTURAS**

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

**2016
2020**



Monitorização de 2016

FICHA TÉCNICA

Título	1.º Relatório do Plano Tático de Gestão Patrimonial de Infraestruturas – Sistema de Abastecimento de Água
Referência	
Tipo	Monitorização de 2016
Equipa Técnica	Regina Casimiro Tiago Correia
Data de Emissão	Janeiro de 2017
Revisão	
Aprovação	

ÍNDICE

PRESSUPOSTOS DA ANÁLISE	1
1. SUMÁRIO EXECUTIVO.....	6
2. ANÁLISE DA RESILIÊNCIA DA SITUAÇÃO <i>STATU QUO</i>	10
2.1 Análise estrutural (IVI).....	10
2.2 Análise do comportamento hidráulico.....	10
2.2.1 Para os atuais consumos (período 2014-2015)	10
2.2.2 Face ao aumento de caudal	12
2.3 Análise da capacidade de bombagem instalada.....	12
2.3.1 Estação elevatória do reservatório principal.....	12
2.3.2 Estação elevatória de Pinheiros Altos.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO DA ESCOLHA DA ALTERNATIVA	18
3.1 Caracterização da alternativa	21
3.1.1 Alternativa 1	21
3.1.2 Alternativa 2.....	21
3.2 Viabilidade da implementação das alternativas	21
3.3 Avaliação do desempenho hidráulico da alternativa	22
3.3.1 Para os atuais consumos	22
3.3.2 Face ao aumento de consumo	22
3.4 Avaliação da qualidade da água.....	24

3.4.1	Tempo de percurso	24
3.5	Avaliação do desempenho em situação de emergência	27
3.6	Importância relativa dos componentes da rede de distribuição	29
4.	ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO	36
4.1	Custo de investimento para implementação do modo de operação alternativo	36
4.2	Avaliação do desempenho energético	37
4.3	Análise comparativa da pressão nos pontos de consumo	39
5.	ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS	46
5.1	Monitorização do investimento proposto no Plano Tático (2016-2017)	46
5.2	Investimento em reabilitação (período 2018-2020)	47
5.3	Localização das condutas a reabilitar	48
ANEXO I - Cálculo do rendimento das estações elevatórias.....		53
ANEXO II – Avaliação da alteração de pressão em Pinheiros Altos		57
ANEXO III – Plano de Investimento (período 2017-2020)		59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do IVI e do nível de serviço na ausência de investimento em reabilitação.....	10
Figura 2 - Estimativa da capacidade de bombagem.....	13
Figura 3 - Modelo digital do terreno (MDT) e a distribuição espacial de pressões para a situação <i>Statu Quo</i> , à hora de menor consumo em agosto 2016.	19
Figura 4 - Proposta de sectorização de patamares de pressão.	20
Figura 5 – Diagramas de sistema do parâmetro pressão mínima, em cenário de verão, à hora de maior consumo, para a situação <i>Statu Quo</i> (a) e modo de operação alternativo (b).....	23
Figura 6 – Alteração no tempo de percurso entre modos de operação (Alternativa Vs <i>Statu Quo</i>) nas principais tubagens (≥ 200) em inverno janeiro 2016.	26
Figura 7 - Localização dos marcos-de-incêndio e sua funcionalidade em resposta a situações de emergência	28
Figura 8 - Peso relativo dos consumidores (dados de agosto 2016)	30
Figura 9 - Importância relativa dos vários troços da rede de distribuição no modo de operação <i>Statu Quo</i> (dados de agosto 2016).....	31
Figura 10 - Representação espacial de velocidades nos troços para o modo de operação <i>Statu Quo</i> (dados de agosto 2016).....	32
Figura 11 - Importância relativa dos vários troços da rede de distribuição no modo de operação alternativo (dados de agosto 2016).....	33
Figura 12 - Representação espacial de velocidades nos troços para o modo de operação alternativo (dados de agosto 2016).	34
Figura 13 – Comparação de pressão entre <i>Statu Quo</i> e a alternativa para a hora de maior consumo (a) e a hora de menor consumo (b).....	40

Figura 14 - Evolução horária da pressão para o maior consumidor dos Pinheiros Altos (IdSIG=000404092 – Condomínio 92)	41
Figura 15 - Evolução horária da pressão para o maior consumidor dos Pinheiros Altos (IdSIG=000404092 – Condomínio 92) com altura de elevação de 15 m.c.a.	42
Figura 16 – Impacto do incremento da altura manométrica nas estações elevatórias, nos pontos de consumo.	44
Figura 17 – Evolução do material das condutas no período 2016 a 2020.	47
Figura 18 – Evolução do investimento e IVI no período 2016 a 2020.	48
Figura 19 – Mapa das prioridades de investimento.....	49
Figura 20 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404093 (2º maior consumidor PA)	57
Figura 21 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404043 (3º maior consumidor PA) Lote 8.	57
Figura 22 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404043 (4º maior consumidor PA) Lote 43.	58
Figura 23 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404094 (5º maior consumidor PA) Condomínio 94.....	58

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Número de troços com diferentes gamas de tempo de percurso na situação <i>Statu Quo</i> e alternativa, para a situação de inverno (janeiro 2016)...	24
Quadro 2 - Tempo de percurso, nos dez troços de maior volume, para a situação <i>Statu Quo</i> e alternativa.	25
Quadro 3 - Custo do investimento para remodelação das estações elevatórias.	36
Quadro 4 – Análise comparativa do consumo energético (considerando a remodelação da estação elevatória de Pinheiros Altos).	38
Quadro 5 - Resultado das simulações para o modo de operação <i>Statu Quo</i> e alternativa, para a hora de maior e menor consumo.	39
Quadro 6 - Investimentos previstos para 2017	46
Quadro 7 - Rendimento mensal estimado para as estações elevatórias.....	55

PRESSUPOSTOS DA ANÁLISE

Modelação matemática (capítulo 2 e 3)

Componente física:

Os pontos de consumo são em alguns casos agrupados em baterias (relação 1-n) ou seja a um ponto de consumo podem corresponder um, dois ou mais contadores.

A cota a que se encontram as tubagens é de um metro abaixo da superfície do Modelo Digital de Terreno.

As estações elevatórias são simuladas através de reservatórios de nível fixo com uma carga hidráulica (cota + altura piezométrica) equivalente à altura manométrica fornecida pelas bombas.

Componente não – física:

Cada consumidor tem o seu próprio padrão de consumo.

Os valores de consumo utilizados para fazer as simulações do presente relatório são medianas horárias do mês de agosto de 2016 (modelo de Verão) e do mês de janeiro de 2016 (modelo de Inverno).

Índice de Valor Infraestrutural (secção 2.1)

O cálculo do Índice de Valor Infraestrutural (IVI) considerou as seguintes vidas úteis:

- Fibrocimento (FC): 30 anos;
- Ferro Fundido Dúctil (FFD): 60 anos;
- Polietileno de Alta Densidade (PEAD): 45 anos;
- Polivinilo de Vinil (PVC): 45 anos.

Os custos de substituição utilizados no cálculo do IVI tiveram como base o relatório POSEUR ("Custos de referência de infraestruturas do ciclo urbano da água, de valorização de resíduos sólidos urbanos e de proteção costeira"). A estimativa dos custos de investimento, incluídos no Plano Tático, também teve como base a informação do relatório POSEUR.

Diagramas dinâmicos e diagramas de sistema (secção 2.2 e secção 3.3)

Os diagramas dinâmicos e de sistema foram efetuados com recurso a simulações hidráulicas para o período de verão.

Para a velocidade mínima e pressão máxima os diagramas de sistema e os diagramas dinâmicos são realizados para a hora de menor consumo.

Para a velocidade máxima e pressão mínima os diagramas de sistema e diagramas dinâmicos são realizados para a hora de maior consumo.

Para a flutuação de pressão é realizada a subtração entre a pressão máxima (hora de menor consumo) e a pressão mínima (hora de maior consumo) registadas nos pontos de consumo.

Este procedimento visa simular as condições mais desfavoráveis para os desempenhos dos respetivos parâmetros.

Simulação de incêndio – situação de emergência (secção 3.5)

A simulação de incêndio teve como base o Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto. No artigo 22º, do Decreto Regulamentar, está explícito que, em caso de incêndio, não é exigível qualquer limitação de velocidade nas condutas e admitem-se alturas piezométricas inferiores a 100kPa (10 m.c.a.). Foi também considerada a hora de maior consumo para a realização da simulação de incêndio, correspondente à condição mais desfavorável.

Peso relativo das tubagens e dos consumidores (secção 3.6)

A análise do peso relativo das tubagens tem como pressuposto a escolha da hora de maior consumo para o mês de agosto de 2016.

A análise do peso relativo dos consumidores tem como pressuposto a utilização da mediana diária do consumo para o mês de Agosto de 2016.

Avaliação do desempenho energético (secção 5.2)

A redução de rendimento causada pela utilização de variadores de frequência não foi considerada.

Para o cálculo do período de retorno do investimento, também designado por período de *payback*, foram consideradas negligenciáveis degradações de rendimento ao longo do tempo de funcionamento dos grupos eletrobomba.

Os grupos eletrobomba da estação elevatória foram reunidos num "grupo equivalente", representativo de toda a estação elevatória, com rendimento global igual ao rendimento médio anual desta. Para o grupo equivalente considerou-se um funcionamento diário de 8h e 365 dias de funcionamento.

Para os novos grupos eletrobomba consideraram-se rendimentos globais (motor + bomba) de 75%.

1

SUMÁRIO EXECUTIVO

2016
2020





1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente documento foi elaborado com o objetivo principal de dar seguimento ao processo de implementação do Plano Tático de Gestão Patrimonial de Infraestruturas da Infraquinta para o sistema de abastecimento de água (Plano Tático), consolidando toda a informação envolvida no seu desenvolvimento e monitorização.

O capítulo 2 (secção 2.1) salienta a necessidade de reabilitar a rede de distribuição de água pois parte dos ativos já excedeu o período de vida útil expectável. Os ativos com menor tempo de vida útil remanescente são, na sua maioria, em fibrocimento (material em desuso) e constituem eixos importantes na rede de abastecimento.

A reabilitação da rede representa uma oportunidade de melhoria estrutural e, em simultâneo, uma oportunidade para melhoria funcional do sistema.

No capítulo 2 (secção 2.2) é feita uma análise da resiliência da situação *Statu Quo* para resposta aos atuais consumos e expectável comportamento em caso do aumento generalizado de caudal.

O Plano Tático apresentou modos de operação alternativos com o objetivo de selecionar a melhor opção que, simultaneamente, permitisse minimizar a flutuação de pressão, assegurar a resiliência face a eventuais aumentos de consumo e garantir a qualidade da água.

A escolha do modo de operação mais adequado implica um compromisso entre vantagens e desvantagens. Após a elaboração do Plano Tático foram realizadas múltiplas reuniões para analisar as várias opções, no que se refere ao desempenho e ao quadro político-estratégico.

O presente documento fundamenta a escolha do modo de operação alternativo para a rede de distribuição (capítulo 3) e inclui o resultado dos estudos complementares realizados para consolidar a informação de apoio à decisão.

As alterações propostas, pelo modo de operação alternativo, podem ser consideradas de pequeno impacto e visam introduzir vantagens elementares em termos de flutuação de pressão, qualidade da água e custos energéticos. De realçar que o modo de operação alternativo (em patamares de pressão) pode, em qualquer momento, ser revertido para a situação *Statu Quo* por operação de válvulas.

A implementação do modo de operação alternativo implica a realização de investimento. No capítulo 4 é realizada a análise custo-benefício, estimando-se que os investimentos requeridos correspondem a um período de *payback* aceitável (17 anos). No capítulo 4 é também analisado o impacto da alteração da altura de elevação da estação elevatória de Pinheiros Altos na pressão disponível nos pontos de consumo. Conclui-se que o modo de operação alternativo permite uma melhor gestão da pressão e, adicionalmente, confere uma maior estabilidade da pressão no ponto de consumo, situação valorizada pelo consumidor.

Por último, no capítulo 5 são apresentados os resultados da monitorização do Plano Tático. Os desvios à evolução expectável do plano de reabilitação foram avaliados e procedeu-se ao ajuste no plano de investimentos em conformidade.

2

ANÁLISE DA RESILIÊNCIA DA
SITUAÇÃO STATU QUO

2016
2020





2. ANÁLISE DA RESILIÊNCIA DA SITUAÇÃO STATU QUO

2.1 Análise estrutural (IVI)

A análise do Índice de Valor Infraestrutural (IVI) permite avaliar a situação atual da infraestrutura e a sua eventual necessidade de reabilitação. Esta análise foi efetuada sobre diferentes abordagens (secção 6.33 do “Plano Tático”), utilizando-se como ferramenta auxiliar de visualização o software AWARE-P.

O valor atual de IVI (aproximadamente 0.35) traduz um défice acumulado de reabilitação da rede de abastecimento de água. A manter-se uma política de ausência de investimento de reabilitação 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 1).

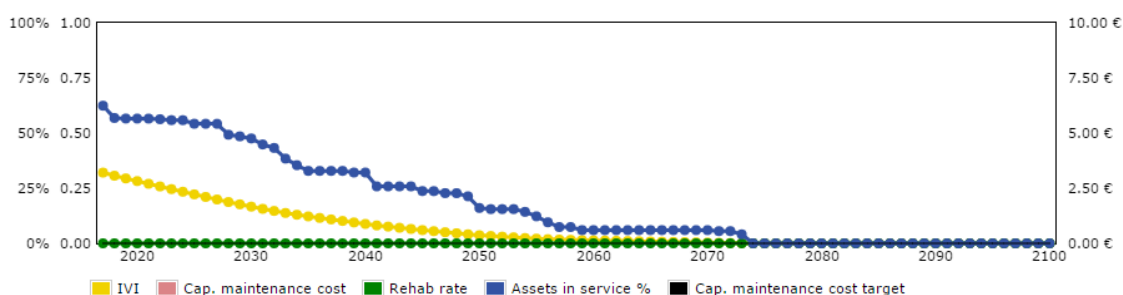


Figura 1 - Evolução do IVI e do nível de serviço na ausência de investimento em reabilitação.

2.2 Análise do comportamento hidráulico

2.2.1 Para os atuais consumos (período 2014-2015)

Considerando como referência os consumos observados no período 2014 a 2015, a análise efetuada no Plano Tático (secção 6.3 do “Plano Tático”) permitiu apontar para alguns constrangimentos da atual rede de distribuição de água.

O desempenho da pressão mínima não é preocupante tendo sido registados, pontualmente, alguns desempenhos baixos em pontos de consumo específicos (Figura 28 do “Plano Tático”).



Os baixos desempenhos da velocidade mínima predominam na rede de distribuição de água e ocorrem, de forma generalizada, em todos os loteamentos sendo indicativo de sobredimensionamento da rede de distribuição (e.g. para resposta a situações de emergência).

Os desempenhos da velocidade máxima, pressão máxima e flutuação de pressão são relativamente baixos e representam algumas limitações ao nível hidráulico que deverão ser corrigidas.

O desempenho insatisfatório verificado ao nível da velocidade máxima não ocorre de forma generalizada registrando-se, unicamente, em dois troços da rede: à entrada do loteamento Pinheiros Altos e num troço da Av. Ayrton Senna (troço entre o lote 15 loteamento Pinheiros I e o lote 20 do loteamento Golfe Norte – Figura 31 (a) “Plano Tático”). Em termos práticos este desempenho insatisfatório no parâmetro velocidade máxima representa um estrangulamento na capacidade de transporte de algumas tubagens (i.e. diâmetro de tubagem inferior ao que seria adequado) para fazer face aos atuais consumos.

Os baixos desempenhos ao nível de pressão máxima surgem à hora de menor consumo (15h em período de verão) e ocorrem, predominantemente, na zona sul (cotas mais baixas) e no loteamento de Pinheiros Altos (Figura 28 (a) do “Plano Tático”). Estes desempenhos representam uma sobrecarga de pressão na rede nas horas de menor consumo.

Os baixos desempenhos a nível da flutuação de pressão ocorrem de forma generalizada nos loteamentos periféricos da rede de distribuição (Encosta do Lago, Bovis Lakeside Village, Pinheiros Altos Lago, Atlântico, Atlântico Sul, Atlântico Norte, Palmeiras, Bovis São Lourenço e Victory Village – Figura 28 (c) “Plano Tático”) e refletem a grande sensibilidade do sistema de distribuição a alterações de consumo. A excessiva flutuação de pressão é indesejável por afetar o conforto dos consumidores e poderá ser minimizada caso a rede de distribuição funcione por patamares de pressão.



2.2.2 Face ao aumento de caudal

O desempenho da situação *Statu Quo* face à variação generalizada de consumo, igualmente distribuída por toda a rede de distribuição de água, foi analisado através de diagramas de sistema que representam os desempenhos expressos em bandas de percentis (Figura 29(a), (b) e (c) do “Plano Tático”).

Da análise efetuada no relatório Plano Tático concluiu-se que para fatores de carga de 1.1 a 1.4 (i.e. aumentos de consumo compreendidos entre 10% e 40%), 25% dos consumidores terão, à hora de maior consumo, 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 valores próximos de 50% (pressão na rede de aproximadamente 15 m.c.a.) podendo afetar aproximadamente 50% dos consumidores.

2.3 Análise da capacidade de bombagem instalada

A capacidade de bombagem de uma estação elevatória, face ao consumo solicitado ao sistema, foi definida como a capacidade de bombagem com o grupo de maior capacidade fora de serviço. Esta será inadequada caso a estação elevatória não consiga fornecer o caudal máximo diário, com a unidade de maior capacidade fora de serviço.

2.3.1 Estação elevatória do reservatório principal

A estação elevatória do reservatório principal é composta por sete grupos eletrobomba dispostos em paralelo: três grupos eletrobomba (B1, B2 e B3) de caudal nominal de 90 m³/h e quatro grupos eletrobomba (B4, B5, B6 e B7) de caudal nominal de 64 m³/h.

A estação elevatória associada ao reservatório principal foi auditada pela equipa do Instituto Superior Técnico nos dias 31 de maio e 1 de junho de 2016 (“Auditoria a Estações Elevatórias Geridas pela Infraquinta E.M.”).



A campanha de medições consistiu na auditoria a quatro dos sete grupos eletrobomba instalados, nomeadamente um grupo eletrobomba representativo dos grupos de maior potência (B3) e três dos grupos de menor potência (B4, B6 e B7).

A auditoria ao grupo eletrobomba de maior dimensão (B3) revelou, para as condições normais de funcionamento (22 m.c.a.), um caudal debitado pela bomba de 25 l/s (90 m³/h) e um rendimento global de 62%.

A auditoria aos grupos de menor dimensão (B4, B6 e B7) revelou, para as condições normais de funcionamento (22 m.c.a.), caudais de 22 l/s (B4), 15 l/s (B6) e 19 l/s (B7). O rendimento máximo (54%) foi registado para os grupos B4 e B7 e o rendimento mínimo (44%) para o grupo B6.

O valor da capacidade de bombagem instalada pode ser estimado com base nos valores observados em auditoria. Considerando o grupo B3 representativo dos grupos de maior dimensão (B1 e B2) e os valores obtidos com o grupo B7 representativo do grupo de menor dimensão não auditado (B5), o valor estimado da capacidade de bombagem, com todos os grupos em funcionamento, é de aproximadamente 150 l/s (Figura 2).

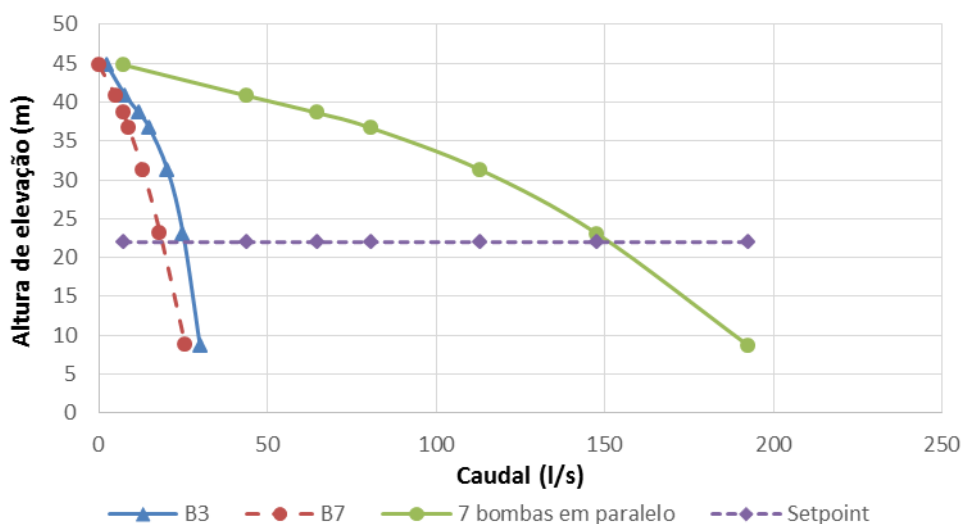


Figura 2 - Estimativa da capacidade de bombagem.

Comparando a capacidade de bombagem (150 l/s ou seja 540 m³/h) com o pico de consumo registado em agosto de 2016 (447 m³/h) verifica-se que



existe uma folga, em termos de capacidade de bombagem, de 93 m³/h a que corresponde um grupo eletrobomba de maior dimensão fora de serviço e, portanto, uma adequada capacidade de bombagem para os valores atuais de consumo.

2.3.2 Estação elevatória de Pinheiros Altos

A estação elevatória de Pinheiros Altos é composta por quatro grupos eletrobomba idênticos, instalados em paralelo, de caudal nominal de 45 m³/h.

A estação elevatória de Pinheiros Altos não foi objeto de auditoria, pelo que a análise à capacidade de bombagem instalada, será efetuada com base no catálogo fornecido pelo fabricante.

Os grupos apresentam em catálogo, para as condições normais de funcionamento (25 m.c.a.), um caudal bombeado de 55 m³/h e um rendimento global de 55.5 %.

A capacidade máxima instalada é de 220 m³/h (=4 × 55 m³/h) que face ao pico de consumo registado em 2016 (147 m³/h) corresponde a uma folga de capacidade de 73 m³/h, ou seja, mais do que um grupo fora de serviço. No entanto, existem limitações ao nível da rede de distribuição que limitam o pleno funcionamento da capacidade de bombagem.

O estrangulamento conferido pelo troço à entrada do loteamento Pinheiros Altos, é um fator limitativo na capacidade de transporte do sistema. Tratando-se de uma tubagem de diâmetro interno aproximado de 144 mm, a velocidade de escoamento máxima¹, para o caudal de ponta, não deverá exceder o valor de 0.93 m/s a que corresponde um caudal máximo da ordem dos 55 m³/h.

Em 2016 registou um pico de consumo horário de 106 m³/h, valor superior ao recomendado (55 m³/h), o que representa, para os atuais valores de consumo, uma velocidade excessiva na tubagem (1.8 m/s).

¹ Por aplicação da equação apresentada no artigo 21º do Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto.



Em conclusão, existe um estrangulamento ao nível da capacidade de transporte (pela limitação do diâmetro da tubagem de acesso ao loteamento Pinheiros Altos) que limita a capacidade de resposta do sistema face ao aumento de consumo no loteamento.

3

FUNDAMENTAÇÃO DA ESCOLHA DO MODO DE OPERAÇÃO ALTERNATIVO

2016 2020





3. FUNDAMENTAÇÃO DA ESCOLHA DA ALTERNATIVA

A alternativa ao modo atual de operação surge na tentativa de retificar os constrangimentos da situação *Statu Quo*, face aos atuais e futuros aumentos de consumo, nomeadamente significativa flutuação de pressão e pressão excessiva em horas de baixo consumo.

O modo de operação alternativo proposto visa a estabilização de pressões na rede de distribuição. Esta é conseguida através da sectorização da rede, estabelecendo diferentes “patamares” de pressão consoante as características locais da rede.

A Figura 3 apresenta o Modelo Digital do Terreno (MDT) e a distribuição espacial de pressões para a situação *Statu Quo*, à hora de menor consumo em agosto 2016, obtida por modelação hidráulica. A distribuição espacial da pressão permite representar os pontos de consumo com pressão excessiva e, conjuntamente com a informação de altimetria do MDT verificar que, na situação *Statu Quo*, os pontos de consumo a cotas mais baixas recebem água com pressão excessiva.

Os limites da zona de pressão podem ser alterados para que os pontos de consumo a cotas mais baixas sejam alocados a zonas de pressão mais baixa. Esta alteração contribuirá, também, para uma redução do consumo energético pois significa que menos volume de água será bombeado a pressões elevadas.

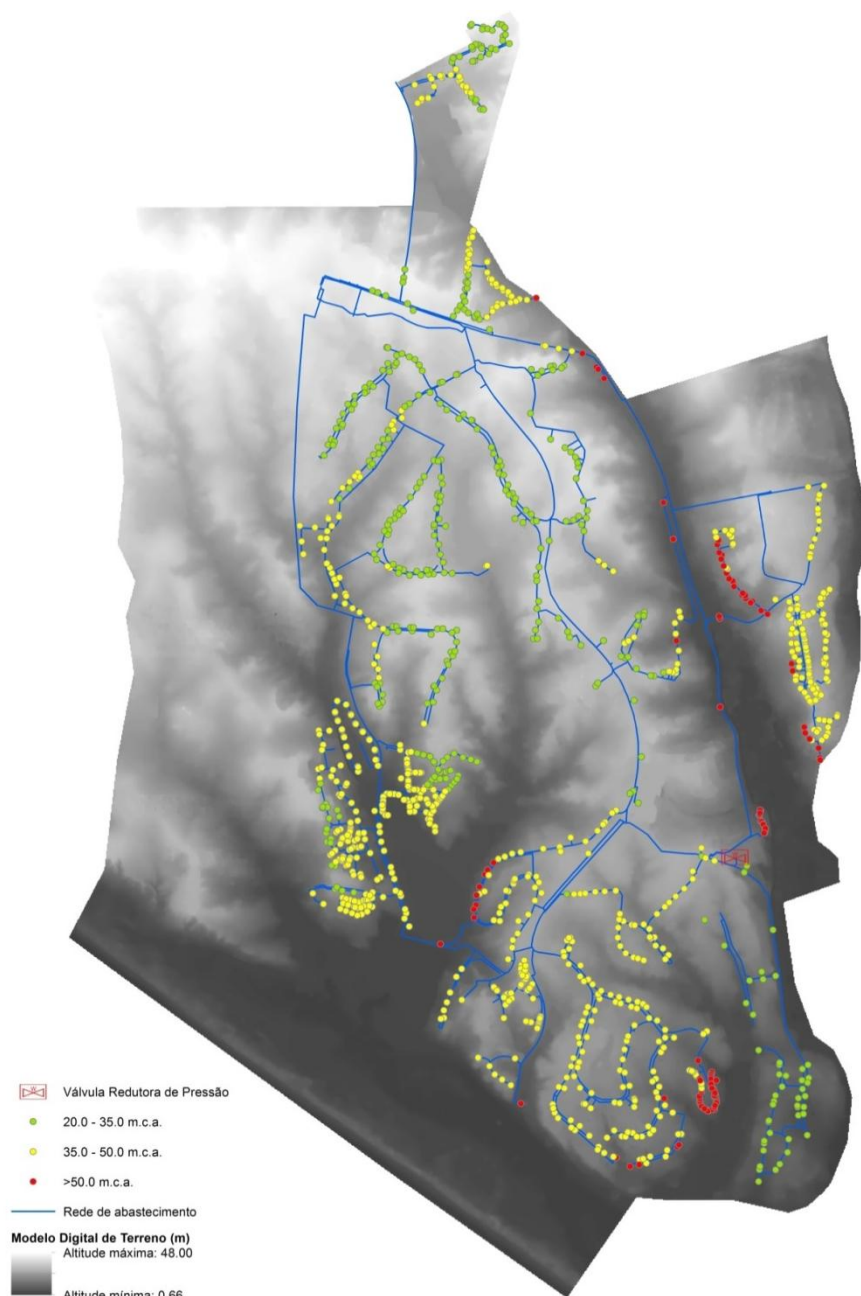


Figura 3 - Modelo digital do terreno (MDT) e a distribuição espacial de pressões para a situação *Statu Quo*, à hora de menor consumo em agosto 2016.

Na Figura 4 os pontos de consumo com pressão superior a 35 m.c.a. (representados a amarelo e vermelho) podem ser movidos para um patamar de pressão mais baixo (zona funcional de baixa pressão), em alternativa a estarem ligados à zona de maior pressão (zona funcional de alta pressão).

A divisão por patamares de pressão requer alteração da atual estação elevatória de Pinheiros Altos, aumento da capacidade de transporte ao

loteamento Pinheiro Altos (e.g. construção de uma segunda ligação) e manobra de válvulas.

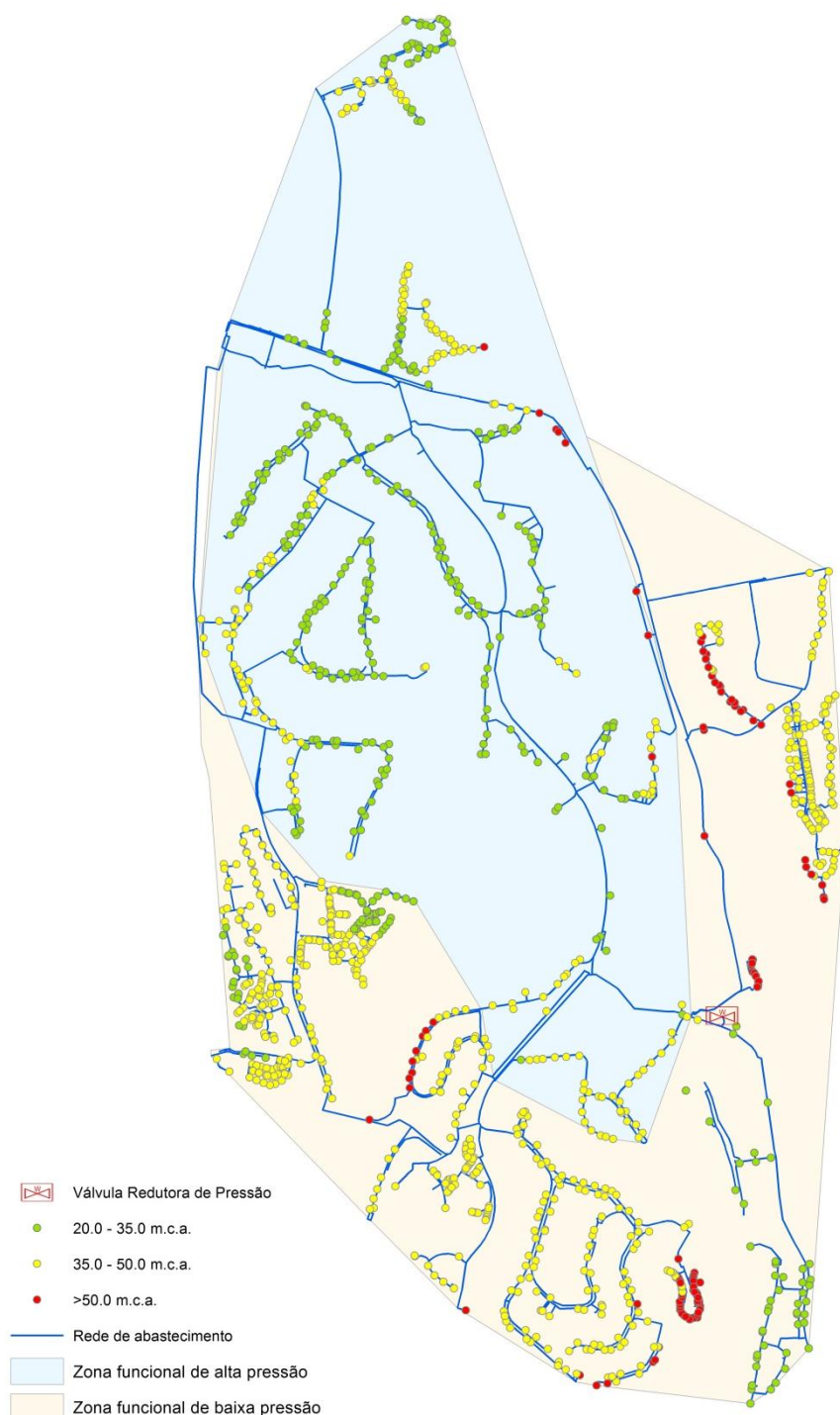


Figura 4 - Proposta de sectorização de patamares de pressão.



3.1 Caracterização da alternativa

3.1.1 Alternativa 1

A “alternativa 1” corresponde a um modo de operação por distintos patamares de pressão (Figura 4). Esta alternativa introduz as seguintes alterações ao atual modo de operação da rede de distribuição:

- Na atual conduta gravítica é incluída uma bombagem (altura de elevação mínima de 11 m.c.a.) e a área servida por esta conduta abrangerá cerca de 70% da área total (correspondente a um caudal médio próximo de 400 m³/h);
- A atual conduta pressurizada abastecerá uma área mais reduzida (aproximadamente 30% da área total a que corresponde um caudal médio próximo de 200 m³/h) e mantêm a altura de elevação das bombas (altura de elevação de 22 m.c.a.);
- É proposta uma segunda ligação para o loteamento Pinheiros Altos, para melhorar as limitações de transporte (secção 2.3.2) e conferir maior redundância do sistema;
- A altura de elevação da bombagem para Pinheiros Altos será reduzida, de uma altura de elevação atual de 22 m.c.a. para uma altura de elevação de 11 m.c.a.

3.1.2 Alternativa 2

A alternativa 2 é idêntica à alternativa 1 no que se refere a traçado e modo de operação. Apresenta, no entanto, a possibilidade da ligação à conduta do litoral (propriedade e gestão da Câmara Municipal de Loulé) com desativação (total ou parcial) das estações elevatórias e reservatórios.

3.2 Viabilidade da implementação das alternativas

Comparativamente com a alternativa 1, a única vantagem da alternativa 2 está na redução de custos de operação e manutenção associados à gestão das estações elevatórias e reservatórios. A principal desvantagem da alternativa 2 está no aumento do risco operacional decorrente da perda de

autonomia da Infraquinta (inviabilizando a aquisição de água diretamente à empresa Águas do Algarve) e aumento da dependência de terceiros, em particular da Câmara Municipal de Loulé.

A alternativa 2 foi objeto de análise e foi considerada, do ponto de vista político-estratégico, inviável. Esta decisão baseou-se, principalmente, no facto de a alternativa 2 apresentar elevado risco operacional, perda de autonomia e desativação de ativos (reservatórios e estações elevatórias). Acresce ainda a desvantagem de que a conduta do litoral não terá, provavelmente, sido concebida para comportar o consumo de Infralobo, Infraquinta e áreas adjacentes (facto que necessitaria de confirmação e negociação com a Câmara Municipal de Loulé).

No presente documento a designação da alternativa 1 será doravante referida, de forma abreviada, como “modo de operação alternativo” ou “alternativa”.

3.3 Avaliação do desempenho hidráulico da alternativa

3.3.1 Para os atuais consumos

A análise efetuada no Plano Tático demonstra um desempenho, ao longo das 24 horas do dia, mais adequado da proposta alternativa comparativamente à situação *Statu Quo*, em particular para os parâmetros flutuação de pressão, pressão máxima e velocidade máxima (capítulos 6 e 7 do “Plano Tático”). O desempenho dos restantes parâmetros hidráulicos (velocidade mínima e pressão mínima) é idêntico em ambos os modos de operação.

3.3.2 Face ao aumento de consumo

O cumprimento da pressão mínima é condição indispensável para assegurar que não está em risco o abastecimento de água na torneira do consumidor face ao aumento de consumo.

A Figura 5 (a) e (b) apresentam, respetivamente, o diagrama de sistema de pressão mínima para a situação *Statu Quo* e modo de operação alternativo. A

análise comparativa da Figura 5 permite concluir que o modo de operação alternativo apresenta uma resiliência consideravelmente superior face ao aumento de caudal. Para a situação *Statu Quo* um ligeiro aumento no caudal (um aumento superior a 10%, i.e. fator de carga superior a 1.1) resulta num desempenho médio inferior a 100%. Para o modo de operação alternativo é necessário um acréscimo de 80% no consumo (fator de carga 1.8) para que o desempenho médio registe decaimento.

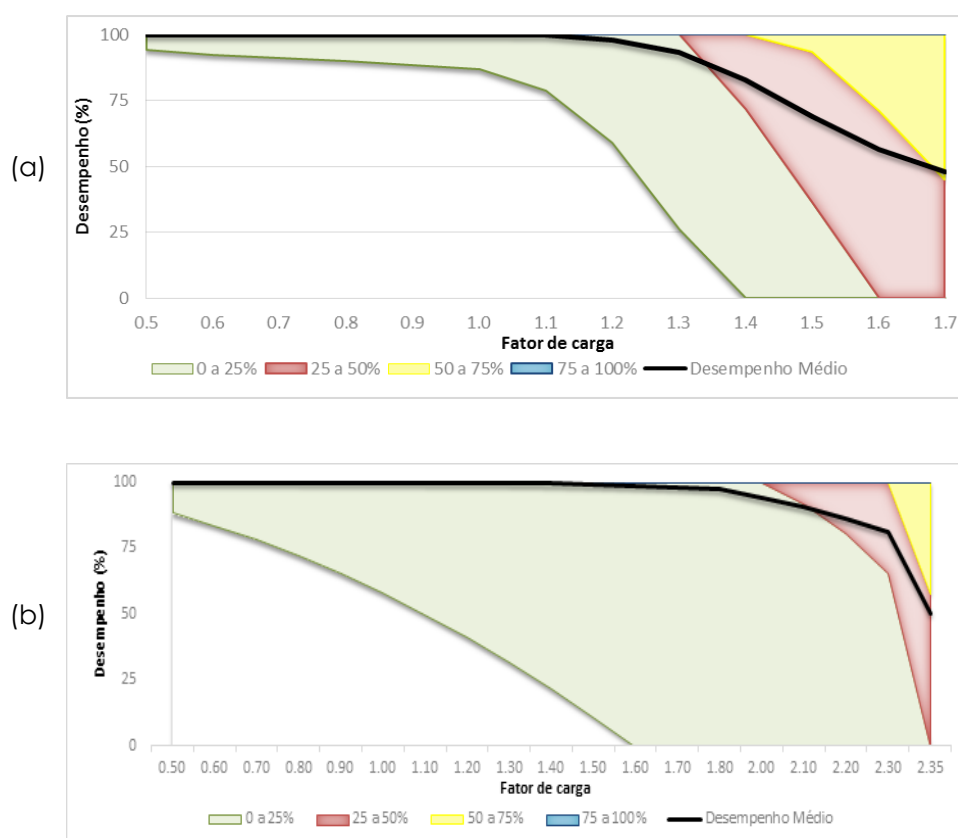


Figura 5 – Diagramas de sistema do parâmetro pressão mínima, em cenário de verão, à hora de maior consumo, para a situação *Statu Quo* (a) e modo de operação alternativo (b).

Na Figura 5 os cenários pressupõem uma variação generalizada do consumo em toda a rede de distribuição (i.e., todos os consumidores refletem a mesma variação). Uma análise detalhada da tipologia de consumo, em cada ponto de consumo, permitiria quantificar de forma mais precisa a resiliência a requerer em vários pontos da rede e, desta forma, idealizar a configuração de rede de abastecimento mais adequada.

3.4 Avaliação da qualidade da água

A previsão de potenciais problemas de degradação de qualidade da água pode ser inferida por simulação hidráulica através do cálculo do tempo de percurso entre a origem e os pontos de consumo. O tempo de percurso (também designado por tempo de residência no sistema, ou ainda, idade da água) não constitui um problema em si mesmo, no entanto, é um indicador geral da qualidade da água porque alguns dos principais problemas de qualidade da água (e.g. decaimento do teor em cloro, crescimento microbiológico) são consequência das zonas de menor movimento ou de estagnação na rede.

3.4.1 Tempo de percurso

O tempo de percurso nos troços da rede está diretamente relacionado com o consumo de água, sendo expectável tempos de percurso maiores (i.e. mais desfavoráveis) em período de inverno.

O Quadro 1 apresenta o número de troços, para diferentes gamas da variável tempo de percurso, considerando os consumos de janeiro 2016. A análise do Quadro 1 permite concluir que a situação *Statu Quo* apresenta a desvantagem de ter um maior número de troços (215) com tempo de percurso superior a 150 horas comparativamente à situação alternativa (63 troços).

Quadro 1 - Número de troços com diferentes gamas de tempo de percurso na situação *Statu Quo* e alternativa, para a situação de inverno (janeiro 2016)

Tempo de percurso (horas)	<i>Statu Quo</i>	Alternativa
> 150 h	215	63
100 h < & <150 h	113	148
50 h < & <100 h	658	806
< 50 h	1117	1093

Considerando que a importância dos diferentes troços de tubagem é função do volume de água contido na mesma (depende do diâmetro e comprimento), o Quadro 2 identifica os dez troços da rede mais desfavoráveis (i.e. que contêm maior volume).



Quadro 2 - Tempo de percurso, nos dez troços de maior volume, para a situação *Statu Quo* e alternativa.

Tubagens				Statu Quo	Alternativa
ID	Diâmetro (m)	Comprimento (m)	Volume (m3)	Tempo de percurso (h)	Tempo de percurso (h)
aTU1331150205	361.8	1074.01	110.36	56.61	8.68
aTU287150205	350	374.52	36.01	112.77	16.68
aTU699150205	350	349.31	33.59	45.95	43.99
aTU587150205	350	322.92	31.05	146.14	21.08
aTU1610150205	285	486.86	31.04	24.51	29.22
aTU1621150205	226.2	703.38	28.25	16.76	Fora de serviço
aTU1312150205	300	398.14	28.13	7.06	9.03
aTU1151150205	350	290.78	27.96	72.49	34.84
aTU552150205	250	558.11	27.38	10.32	15.94
aTU588150205	350	270.26	25.99	165.48	24.11

Da análise do Quadro 2 podemos concluir que, de forma geral, a alternativa apresenta tempos de percurso mais baixos nos dez troços de tubagem de maior volume. O valor máximo de tempo de percurso na situação alternativa é de 44 horas comparativamente o modo de operação *Statu Quo* contém seis troços com tempo de percurso compreendidos entre 46 e 165 horas.

A Figura 7 apresenta a alteração no tempo de percurso entre os dois modos de operação (*Statu Quo* e Alternativa), para os principais troços de tubagem. A cor verde estão representados os troços em que o tempo de percurso diminui (mais do que cinco horas) no modo de operação alternativo, comparativamente ao modo de operação *Statu Quo*. Os troços nos quais os tempos de percurso aumentam (mais do que cinco horas) estão representados a laranja. As diferenças de tempo de percurso, entre modo de operação alternativo e *Statu Quo*, estão indicadas a negrito.

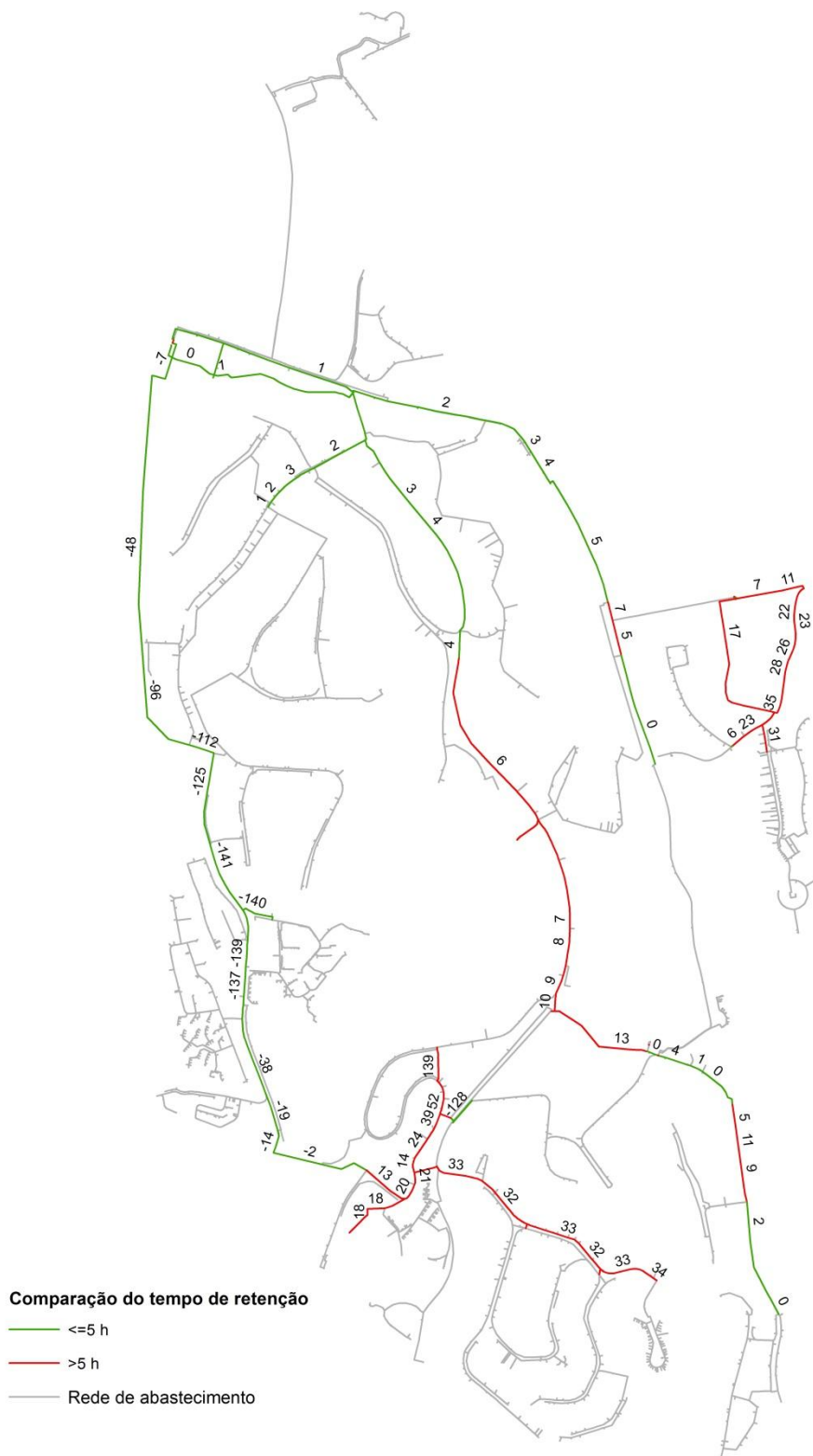


Figura 6 – Alteração no tempo de percurso entre modos de operação (Alternativa Vs Statu Quo) nas principais tubagens (≥ 200) em inverno janeiro 2016.



3.5 Avaliação do desempenho em situação de emergência

Uma das funções da rede de abastecimento de água consiste no fornecimento de um caudal adicional em equipamentos específicos - hidrantes (marcos-de-incêndio ou bocas-de-incêndio), para satisfazer as necessidades em situações de combate a incêndio.

O consumo adicional nos hidrantes, em situação de incêndio, poderá causar em determinados pontos de consumo caudais insuficientes e eventuais problemas de qualidade da água, devido a pressões demasiado baixas. Em situação de combate a incêndio há que garantir que, ao mesmo tempo que se utiliza o hidrante, a pressão nos outros nós de consumo se mantém a um nível mínimo (e.g. 4 a 5 m.c.a.) independentemente da velocidade nos troços da rede.

As exigências para combate a incêndio são função do risco da sua ocorrência e propagação na zona a proteger. A área de intervenção da Infraquinta está classificada como “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 simulação hidráulica apresenta uma forma prática de avaliação da capacidade de combate em situação de incêndio. O procedimento adotado consistiu em adicionar, ao consumo médio horário de período de verão, o caudal expectável durante o incêndio (15 l/s) ao hidrante em análise e verificar a respetiva distribuição de pressões, quer no nó que representa o hidrante quer no sistema.

A fiabilidade do sistema de distribuição de água, em termos de combate a incêndio, foi testada nos marcos-de-incêndio localizados em passeios ou cruzamentos de fácil acesso aos bombeiros. As bocas-de-incêndio foram assumidas como complementares e não substitutas dos marcos-de-incêndio. Para o teste de desempenho em situação de combate a incêndio foram selecionados, em primeira instância, os marcos-de-incêndio hidráulicamente mais desfavoráveis, *i.e.* mais afastados do reservatório e em cotas altimétricas

mais elevadas. O teste de desempenho baseia-se no pressuposto de que se os marcos-de-incêndio, hidraulicamente mais desfavoráveis, podem ser usados em situação de combate a incêndio também os restantes o poderão ser.

O desempenho em situação de emergência é idêntico em ambos modos de operação (*Statu Quo* e alternativa). A Figura 7 representa todos os marcos-de-incêndio existentes na área de intervenção da Infraquinta e a sua respetiva capacidade de resposta a uma situação de incêndio. Nos marcos-de-incêndio assinalados a verde é possível a extração de 15 l/s em resposta a uma situação de incêndio. Nos marcos-de-incêndio assinalados a vermelho, a extração de 15 l/s, causa pressões negativas, em pelo menos um ponto de consumo. Em caso de situações de incêndio nestas áreas, estes marcos-de-incêndio não poderão fornecer a quantidade de água requerida, em Decreto Regulamentar.



Figura 7 - Localização dos marcos-de-incêndio e sua funcionalidade em resposta a situações de emergência



Os dois marcos-de-incêndio representados a vermelho na Figura 7 partilham o facto de estarem ligados a tubagens de pequeno diâmetro (diâmetro interno de 99.4 mm). O aumento do diâmetro das tubagens é um meio eficaz para melhorar as capacidades de combate a incêndio. Contudo, o alargamento de tubagens conduz a um sistema sobredimensionado para resposta em condições normais de consumo. Um sistema sobredimensionado acarreta custos de investimento e de manutenção superiores e, igualmente importante, terá como implicações a redução de velocidade da água e aumento do tempo de retenção. No caso particular, e dada a existência de outros marcos-de-incêndio nas proximidades que poderão ser utilizados, entende-se não ser necessário o aumento do diâmetro de tubagem.

3.6 Importância relativa dos componentes da rede de distribuição

Para a importância relativa dos vários troços da rede de distribuição considerou-se a consequência de falha de cada troço. Esta consequência é avaliada em função das necessidades de consumo não satisfeitas e/ou da importância relativa de cada ponto de consumo em termos funcionais (e.g. escolas, hospitais são considerados consumidores críticos comparativamente a casas particulares).

Não existindo, na área de influência da Infraquinta, hospitais, escolas, lares, etc., considerou-se como críticos os hotéis e centros comerciais que simultaneamente são também grandes consumidores relativos. Na presente análise pressupôs-se a coincidência entre o peso relativo (em termos de consumo) e a criticalidade funcional dos pontos de consumo.

A Figura 8 permite relacionar a posição de determinado ponto de consumo com o seu peso relativo (rácio do consumo mensal de cada consumidor pelo consumo total mensal, dados de agosto 2016). Da observação da Figura 8 podemos identificar um “eixo” onde predominam grandes consumidores e que corresponde, em termos de traçado, à Avenida André Jordan.

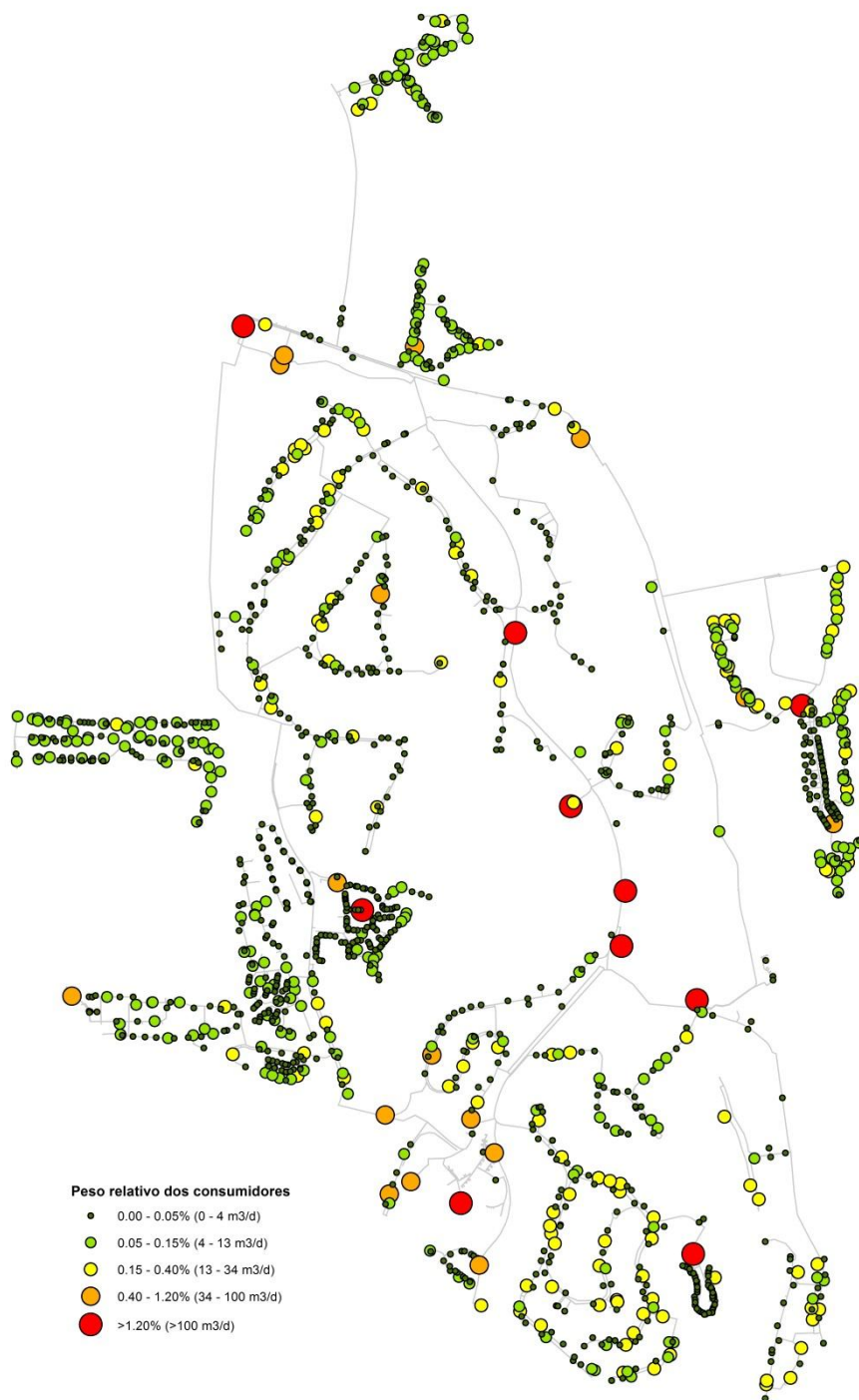


Figura 8 - Peso relativo dos consumidores (dados de agosto 2016)

Com base no critério das necessidades de consumo, a importância individual de cada troço (Figura 9) é calculada pela comparação do consumo não satisfeito (quando o referido troço está fora de serviço) com as necessidades totais (quando a rede não apresenta falhas).



Figura 9 - Importância relativa dos vários troços da rede de distribuição no modo de operação *Statu Quo* (dados de agosto 2016).

A Figura 9 identifica a Avenida André Jordan, a ligação ao loteamento Pinheiros Altos e alguns troços intercalares como de importância crítica (a vermelho). Estes troços críticos são, de um modo geral, coincidentes com a localização dos consumidores mais relevantes (Figura 8).

Em termos funcionais os troços considerados críticos não deverão apresentar estrangulamentos em termos de capacidade de transporte (avaliada pela velocidade máxima no referido troço). A não observância desta condição acarreta consequências ao nível de um maior risco estrutural do troço, por

desgaste e maior probabilidade de roturas. A existência de velocidades máximas superiores à recomendada (Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto) representa também desvantagens funcionais por limitar futuros incrementos no consumo.

A Figura 10 permite localizar, espacialmente, os troços que apresentam velocidades superiores à recomendada. Por observação da Figura 10 podemos identificar alguns troços (a vermelho e a laranja) que apresentam velocidades excessivas (à entrada do loteamento Pinheiros Altos, na Avenida André Jordan e na Avenida Ayrton Senna) que, simultaneamente, são identificados na Figura 9 com elevada importância relativa.



Figura 10 - Representação espacial de velocidades nos troços para o modo de operação *Statu Quo* (dados de agosto 2016).

Na Figura 11 apresenta-se a importância relativa dos troços para o modo de operação alternativo. De forma geral a criticalidade dos troços é alterada. De salientar que o troço aTU1331150205 (conhecido como conduta gravítica) passa a ser considerado crítico neste modo de operação devido ao aumento de caudal. Os troços da Avenida André Jordan e a ligação a Pinheiros Altos apresentam uma importância relativa mais baixa, em comparação com a situação *Statu Quo*, devido ao aumento de redundância conseguido com a segunda ligação a Pinheiros Altos e desvio parcial do caudal da Avenida André Jordan.



Figura 11 - Importância relativa dos vários troços da rede de distribuição no modo de operação alternativo (dados de agosto 2016).

O aumento de redundância do modo de operação alternativo pode ser confirmado pela correção do problema de velocidade excessiva (Figura 12), nos troços que abastecem os consumidores mais importantes em termos de consumo (nomeadamente Av. André Jordan e acesso ao loteamento de Pinheiros Altos).



Figura 12 - Representação espacial de velocidades nos troços para o modo de operação alternativo (dados de agosto 2016).

4

ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

2016
2020





4. ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

4.1 Custo de investimento para implementação do modo de operação alternativo

Para implementação do modo de operação alternativo é condição, necessária e suficiente, a criação de um patamar de pressão de 15 m.c.a. (zona baixa) através de alterações na estação elevatória de Pinheiros Altos e construção de uma segunda ligação ao loteamento Pinheiros Altos.

O Quadro 3 apresenta uma estimativa dos custos de investimento para remodelação da estação elevatória de Pinheiros Altos (para criação da zona baixa de pressão) e remodelação da estação elevatória do reservatório principal (para substituição dos grupos existentes por grupos de maior rendimento na zona alta de pressão).

Quadro 3 - Custo do investimento para remodelação das estações elevatórias.

ZONA	EQUIPAMENTO	VALOR k€
Zona Baixa	3 grupos electrobomba (3 x 150 m ³ /h @ 15 m.c.a)	
	2 grupos electrobomba (2 x 65 m ³ /h @ 15 m.c.a)	
	Quadro eléctrico	
	(inclui variadores de frequência 3 x 11 kW + 2 x 4 kW)	
	Coletor de aspiração	
	Outros (e.g. projecto)	
	TOTAL (Zona Baixa)	100
Zona Alta	4 grupos electrobomba (4 x 85 m ³ /h @ 25 m.c.a)	
	Quadro eléctrico	
	(inclui variadores de frequência 4 x 11 kW)	
	Válvulas e acessórios	
	Outros (e.g. projecto)	
	TOTAL (Zona Alta)	60
	TOTAL (Zona Baixa + Zona Alta)	160

O valor estimado para remodelação da estação elevatória de Pinheiros Altos é de 100 k€ (Quadro 3). A estimativa de custo para a construção da segunda



ligação ao loteamento Pinheiros Altos é de 30 k€ (custos de referência do relatório POSEUR). Os custos totais de implementação do modo de operação alternativo são de 130 k€ (100k€ + 30 k€).

Os custos de investimento da zona alta, referidos no Quadro 3, são opcionais pois referem-se a melhorias de rendimento na estação elevatória do reservatório principal, que serão justificáveis se o ganho de rendimento compensar, do ponto de vista financeiro, o investimento requerido.

4.2 Avaliação do desempenho energético

Para uma análise da situação atual, em termos de rendimento dos grupos eletrobomba, procedeu-se, em Julho de 2016, a uma auditoria aos grupos instalados no reservatório principal. Em termos gerais, todos os grupos auditados apresentaram rendimentos inferiores aos indicados pelos catálogos. Uma das principais razões poderá ser a degradação dos grupos com data de instalação próximo da vida útil técnica (15 a 20 anos)².

A estação elevatória de Pinheiros Altos não foi objeto de auditoria. Esta estação elevatória apresenta necessariamente rendimentos baixos por se tratar de grupos com capacidade de elevação superior à necessária, estando o grupo a funcionar fora do ponto ótimo de funcionamento.

Considerando que os grupos eletrobomba instalados apresentam rendimentos globais (motor + bomba) relativamente baixos, para águas de abastecimento, será desejável analisar a poupança, em termos de custos energéticos e período de *payback*, caso se opte pela substituição por novos grupos (mais eficientes). Neste capítulo pretende-se avaliar se a substituição dos atuais grupos eletrobomba da estação elevatória de Pinheiros Altos (para implementação do modo de operação alternativo) justifica, por si só, o investimento.

De forma abreviada, os cálculos do período de *payback*, apresentados no Quadro 4, revelam que a situação alternativa (*i.e.* grupos mais eficientes e a

² Segundo o guia técnico ERSAR n.º16



implementação do modo de operação alternativo) reduz o consumo anual de energia em 5 969 kWh (aproximadamente 28% do atual consumo energético). A esta poupança energética corresponderá um período de *payback* de 17 anos para um investimento da ordem dos 100 k€ correspondente à remodelação da estação elevatória de Pinheiros Altos.

Quadro 4 – Análise comparativa do consumo energético (considerando a remodelação da estação elevatória de Pinheiros Altos).

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA RESERVATÓRIO PRINCIPAL**Dados Requeridos**

	Statu Quo	Alternativa
Operação do grupo - Horas/Dia	8	8
Operação do grupo - Dias/Ano	365	365
Volume anual - m ³	1 300 000	656 000
Altura elevação - m	22	22
Rendimento global - %	62%	62%
Custos de energia - €/kWh	0.13	0.13

Resultados

Caudal médio horário - m ³ /h	445.21	224.66
Potência hidráulica - kW	26.64	13.44
Consumo (P1) - kW	42.97	21.68
Custo energético anual - €	16 311	8 231
kW por 1000 m ³	96.52	96.52
Custo energético por 1000 m ³	12.55	12.55

Payback

Poupança anual - €	5 969
Poupança anual - %	28%
Custo da Opção 1 - €	100 000
Payback - anos	17

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA PINHEIROS ALTOS

	Statu Quo	Alternativa
Operação do grupo - Horas/Dia	8	8
Operação do grupo - Dias/Ano	365	365
Volume anual - m ³	340 000	984 000
Altura elevação - m	25	15
Rendimento global - %	62%	75%
Custos de energia - €/kWh	0.13	0.13

Caudal médio horário - m ³ /h	116.44	336.99
Potência hidráulica - kW	7.92	13.75
Consumo (P1) - kW	12.77	18.33
Custo energético anual - €	4 848	6 959
kW por 1000 m ³	109.68	54.40
Custo energético por 1000 m ³	14.26	7.07

ESTIMATIVA DO CONSUMO ENERGÉTICO:

Compara o consumo energético entre diferentes modos de operação (Statu Quo e Pinheiros Altos) e considera a substituição dos atuais grupos da estação elevatória de Pinheiros Altos.

O período de *payback* obtido no Quadro 4 (17 anos) corresponde a um período aceitável quando comparado com a vida útil dos grupos eletrobomba (15-20 anos)

Os cálculos apresentados no Quadro 4 partiram do pressuposto geral que degradações de rendimento ao longo do tempo de funcionamento são negligenciáveis. No Anexo I são detalhados os pressupostos específicos de cada estação elevatória para os cálculos apresentados no Quadro 4.



4.3 Análise comparativa da pressão nos pontos de consumo

Uma das alterações que a alternativa propõe é a redução da altura de elevação na estação elevatória de Pinheiros Altos (secção 3.1). Apresenta-se como pertinente a análise mais detalhada das consequências desta alteração na pressão expectável nos pontos de consumo.

Para o modo de operação atual (*Statu Quo*) e para o modo de operação proposto (alternativa) realizaram-se duas simulações hidráulicas:

- para a hora de maior consumo para verificar o comportamento da pressão mínima;
- para a hora de menor consumo para verificar o comportamento da pressão máxima.

O Quadro 5 apresenta a gama de valores de pressão entre os dois modos de operação (*Statu Quo* e alternativa), considerando os valores médios, máximos e mínimos nos pontos de consumo, à hora de maior e menor consumo. No Quadro 5 é também apresentada a diferença de pressão (Δ Pressão), entre os dois modos de operação, considerando como referência os valores do *Statu Quo*.

Quadro 5 - Resultado das simulações para o modo de operação *Statu Quo* e alternativa, para a hora de maior e menor consumo.

Pressão	Hora de maior consumo			Hora de menor consumo		
	<i>Statu Quo</i>	Alternativa	Δ Pressão	<i>Statu Quo</i>	Alternativa	Δ Pressão
Média	30.78	33.37	+2.59	39.51	35.85	-3.66
Mínima	17.84	15.80	-2.04	19.47	19.47	0.00
Máxima	62.08	53.18	-8.90	63.69	55.56	-8.13

Pela análise comparativa do Quadro 5 verifica-se que, em média, a pressão aumenta para a hora de maior consumo (+2.59 m.c.a.) e diminui na hora de menor consumo (-3.66 m.c.a.). As diferenças observadas para a pressão mínima são relativamente baixas (-2.04 m.c.a. e 0.00 m.c.a., respetivamente para a hora de maior e menor consumo). Na pressão máxima é onde se

registam as maiores diferenças (diminui 8.90 m.c.a. para a hora de maior consumo e 9 m.c.a. para a hora de menor consumo).

Na Figura 13 (a) e (b) é apresentada a georreferenciação da Δ Pressão para a hora de maior e menor consumo, respetivamente. A verde estão representados os pontos de consumo em que a pressão aumenta na alternativa, comparativamente ao modo de operação *Statu Quo*. Os pontos de consumo nos quais a pressão diminui estão representados a laranja.

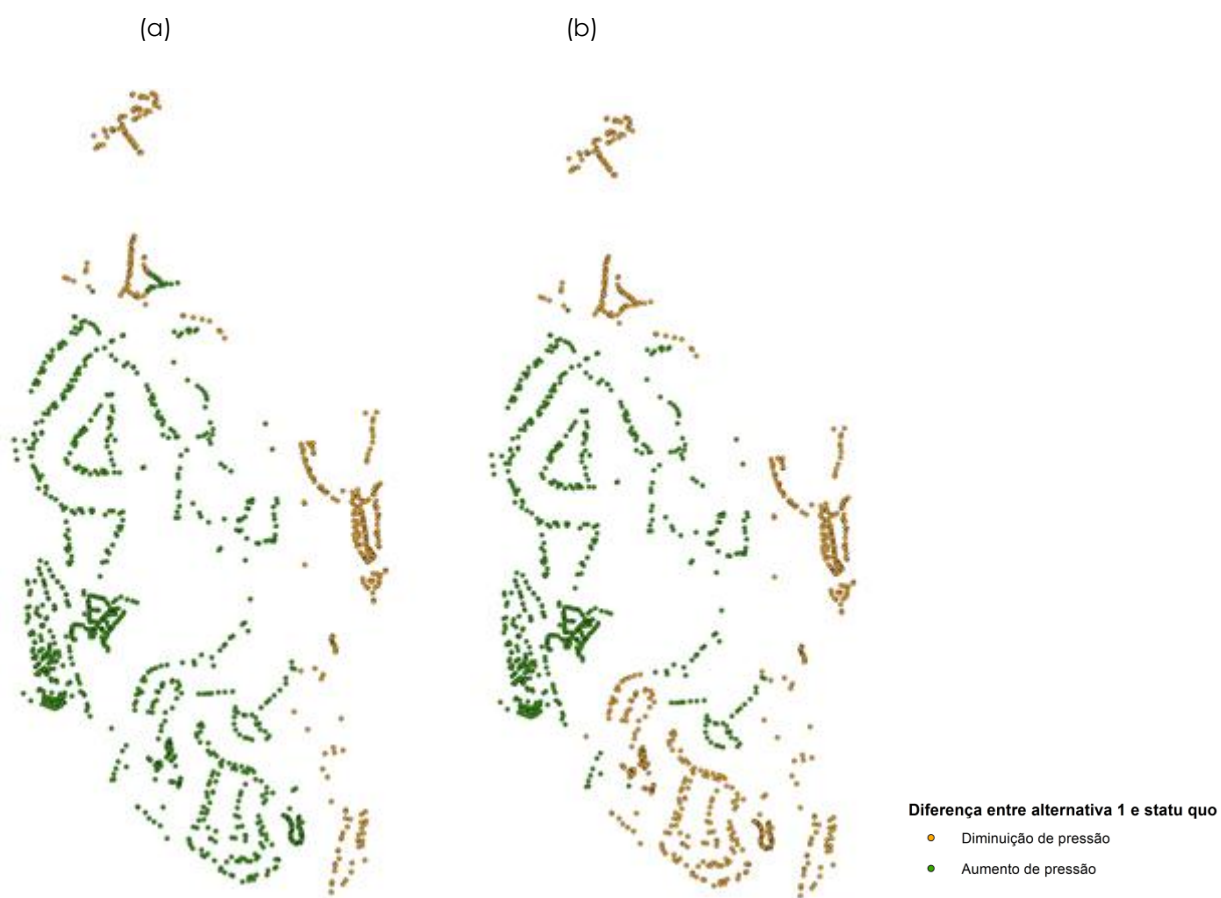


Figura 13 – Comparação de pressão entre *Statu Quo* e a alternativa para a hora de maior consumo (a) e a hora de menor consumo (b)

Pela análise da Figura 13 (a) verifica-se, de modo geral, um aumento de pressão à hora de maior consumo (em cerca de 73% dos pontos de consumo). A exceção (27%) é verificada nos loteamentos Pinheiros Altos, São Lourenço, Quinta Verde e parcialmente Valverde onde se verificam, na situação *Statu Quo*, pressões mais elevadas (Figura 3).



Para a hora de menor consumo verifica-se que o aumento de pressão ocorre em cerca de 51% dos pontos de consumo enquanto a diminuição de pressão estende-se a cerca de 49% dos pontos de consumo (Figura 13 b).

A Figura 13 vem complementar as conclusões extraídas do Quadro 5, salientando que no modo de operação alternativo ocorre um aumento generalizado de pressão à hora de maior consumo e uma redução de pressão à hora de menor consumo. Esta característica torna a alternativa mais vantajosa quando comparada com a situação *Statu Quo*.

Para analisar com maior rigor a diferença de pressão, nas horas de maior consumo, será verificada a pressão no loteamento de Pinheiros Altos. Este loteamento apresenta um peso relativo bastante elevado na rede (enquanto consumidor) e com as alterações propostas, no modo de operação alternativo, é previsível uma diminuição de pressão pelo que deve ser analisado com detalhe.

Na Figura 14 é apresentado o resultado da simulação de pressão para o maior consumidor dos Pinheiros Altos (IdSIG=00404092 – Condomínio 92).

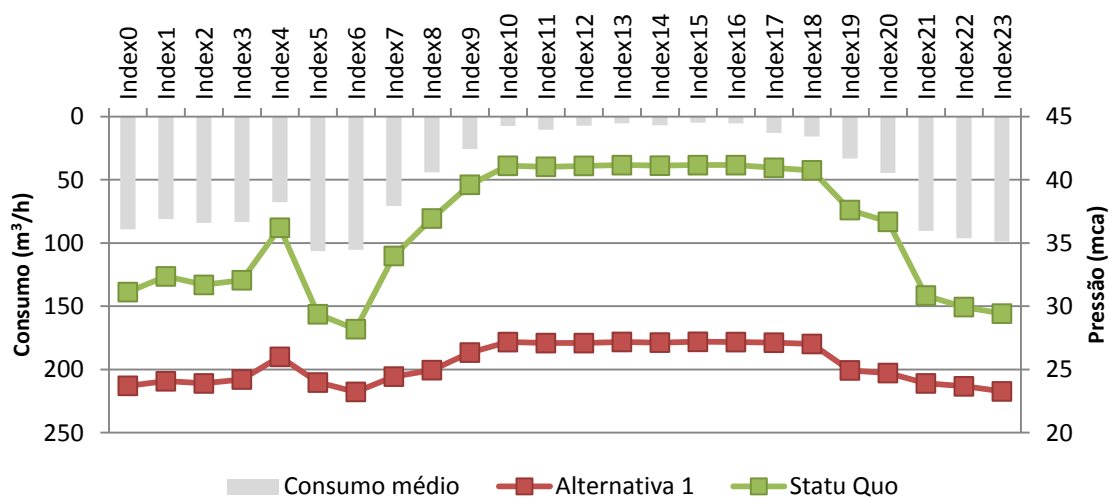


Figura 14 - Evolução horária da pressão para o maior consumidor dos Pinheiros Altos (IdSIG=000404092 – Condomínio 92)

Pela análise da Figura 14 verifica-se que de facto ocorre uma diminuição da pressão ao longo do dia. Quando o consumo aumenta a pressão tende a



diminuir, no entanto esta diminuição é menos significativa no modo de operação alternativo. A diferença de pressão entre os modos de operação é de cerca de 5 m.c.a. (nas horas de maior consumo – Index 5) a 15 m.c.a. (nas horas de menor consumo – Index 16). Verifica-se ainda uma diminuição de flutuação de pressão com a adoção do modo de operação alternativo.

Foram analisados os cinco maiores consumidores dos Pinheiros Altos e extraídas conclusões similares. No Anexo II apresentam-se os resultados da simulação dinâmica para os restantes quatro pontos de consumo.

Com o intuito de conseguir, para o modo de operação alternativo nas horas de maior consumo, valores de pressão idênticos aos observados em situação *Statu Quo*, procedeu-se a um aumento da altura de elevação na estação elevatória de Pinheiros Altos (11 m.c.a para 15 m.c.a.). Os resultados desta simulação encontram-se na Figura 15 (ponto de consumo “Condomínio 92”). O aumento da altura de elevação aproximou, nas horas de maior consumo, os resultados obtidos em ambos modos de operação. Nas horas de menor consumo o modo de operação alternativo apresenta a vantagem de fornecer uma pressão relativamente mais baixa diminuindo assim a sobrecarga de pressão na rede de abastecimento.

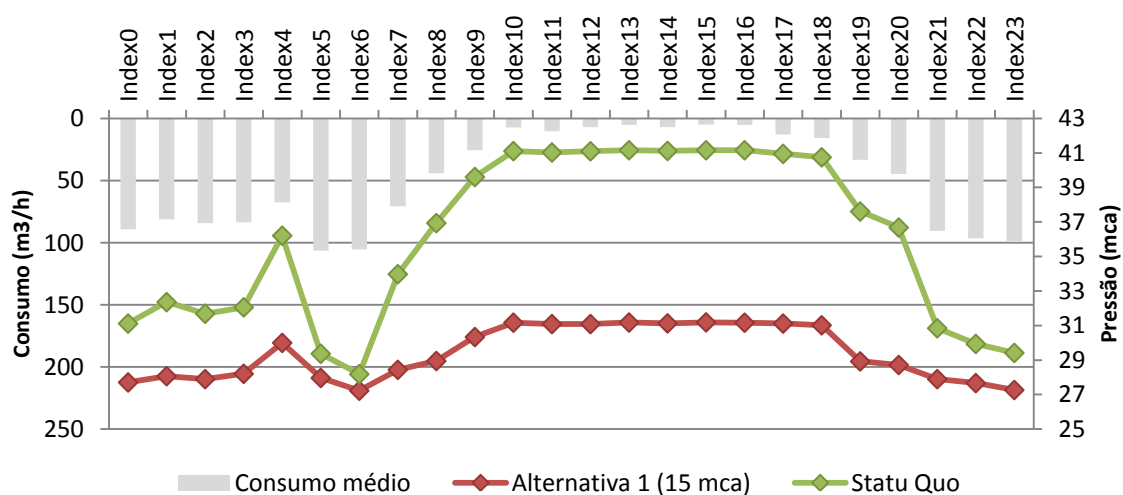


Figura 15 - Evolução horária da pressão para o maior consumidor dos Pinheiros Altos (IdSIG=000404092 – Condomínio 92) com altura de elevação de 15 m.c.a.



O consumo referenciado na Figura 15 corresponde ao consumo global da zona funcional a que pertence o ponto de consumo (i.e., todos os consumos do loteamento Pinheiros Altos). A representação do consumo global permite compreender a flutuação de pressão ao longo do dia (i.e., os maiores valores de pressão ocorrem à hora de menor consumo e os menores valores de pressão à hora de maior consumo).

Para verificar o impacto do incremento da altura de elevação, na pressão disponível nos pontos de consumo, foi realizada uma simulação hidráulica e analisados os resultados para ambos modos de operação (Figura 16).

Da análise da Figura 16 verifica-se que o aumento de pressão na estação elevatória, em situação *Statu Quo*, não tem um reflexo direto na pressão disponível nos pontos de consumo, i.e., um aumento de 10 m.c.a. nas estações elevatórias causa um aumento de pressão nos pontos de consumo inferior a 5 m.c.a. (>50%). Pelo contrário, para a alternativa, um aumento de 10 m.c.a. na estação elevatória tem um reflexo direto nos pontos de consumo sendo expectável um aumento de 8 m.c.a. a 10 m.c.a. (80 a 100%).

De referir que os pontos assinalados a vermelho na Figura 16 (loteamentos São Lourenço e São Lourenço Norte) são consequência da existência da válvula redutora de pressão (localizada na Rua Tejo).

Em conclusão, verifica-se que o modo de operação *Statu Quo* apresenta uma reduzida flexibilidade de operação, no que respeita à gestão de pressão nos pontos de consumo, comparativamente ao modo de operação alternativo.

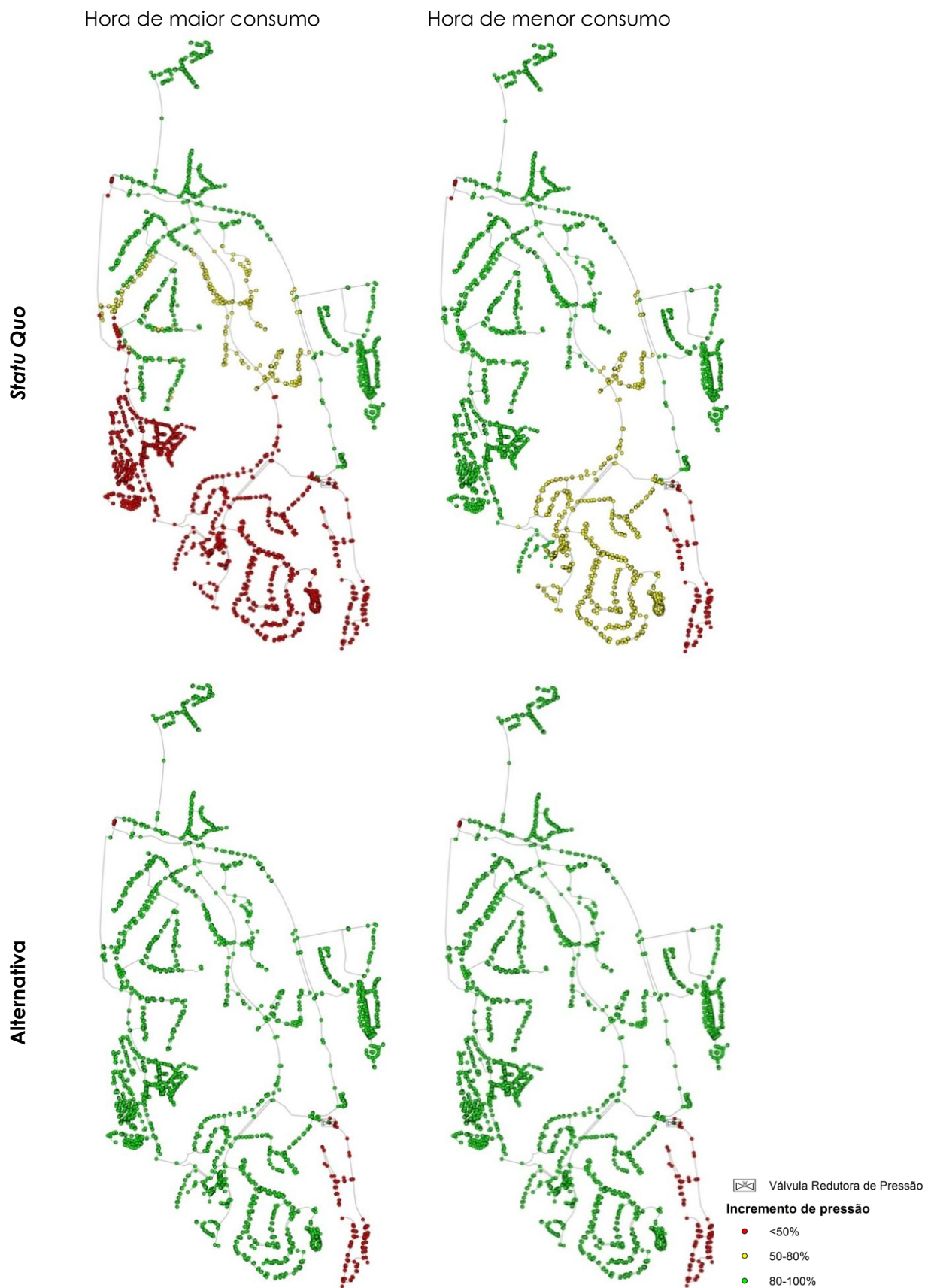


Figura 16 – Impacto do incremento da altura manométrica nas estações elevatórias, nos pontos de consumo.

5

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTO

2016 2020





5. ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS

5.1 Monitorização do investimento proposto no Plano Tático (2016-2017)

Para reabilitação das atuais infraestruturas de distribuição de água, o Plano Tático referia a necessidade de um investimento médio anual da ordem dos 300 k€, para o período de 2015 a 2020, e nos anos posteriores um investimento médio anual aproximado de 125 k€.

Para o período de 2016 a 2020, de acordo com o Plano Plurianual de Investimentos (Anexo III), pretendia-se a substituição integral das tubagens de fibrocimento e uma melhoria do IVI de 0.35 (valor de 2015) para 0.67 (valor previsto em 2020).

Os investimentos previstos para 2016 não se concretizaram como expectável. Os investimentos para 2017 foram reajustados para assimilar a derrapagem decorrente de 2016 e alterações introduzidas na priorização de investimento a curto prazo.

Em 2017 está previsto um investimento global de 955 k€ como especificado no Quadro 6.

Quadro 6 - Investimentos previstos para 2017

Remodelação e reabilitação da rede abastecimento	k€
Remodelação da rede de abastecimento – Av. Ayrton Senna	160
Remodelação rede abastecimento Pinheiros Altos – Av. Palmeiras	30
Reabilitação rede abastecimento Golfe Leste	140
Reabilitação rede abastecimento Rua Formosa	55
Reabilitação rede abastecimento Av André Jordan	270
Reabilitação do reservatório 1ª célula	150
Remodelação da estação elevatória - abastecimento água	150

5.2 Investimento em reabilitação (período 2018-2020)

Para o período de 2018-2020, 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;
5. Material e vida útil remanescente;
6. Maior diferença entre o diâmetro ideal e o diâmetro existente;
7. Incumprimento de DN mínimos de acordo com o futuro regulamento;
8. Custo de investimento (desempate; sem custo viável para orçamento).

Os critérios acima descritos são os critérios considerados na elaboração do Plano Plurianual de Investimentos. Na prática, os investimentos anteriormente previstos para 2017 (no Plano Plurianual de Investimentos - Anexo III) foram adiados para 2018 e assim sucessivamente. Com base nesta alteração, em 2020, aproximadamente, 10% das condutas serão em fibrocimento (Figura 17) e o Índice de Valor Infraestrutural (IVI) previsto será ligeiramente acima dos 0.6 (Figura 18).

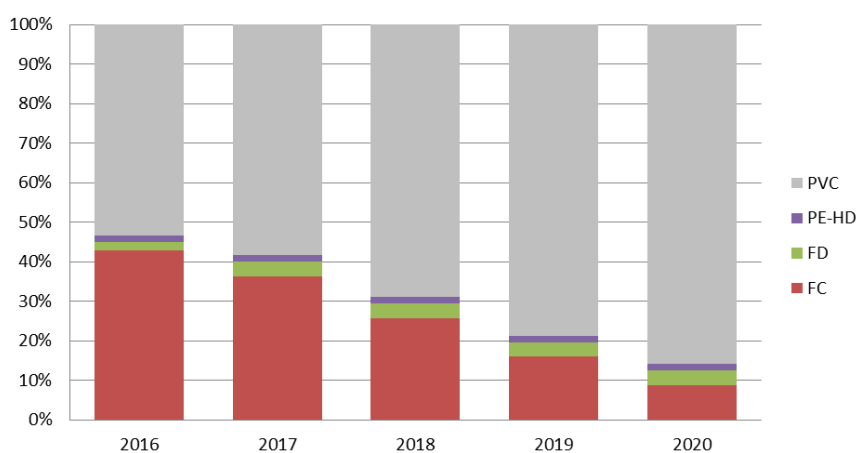


Figura 17 – Evolução do material das condutas no período 2016 a 2020.

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

O montante de investimento referenciado na Figura 18 corresponde ao investimento em tubagem, i.e., não inclui o investimento na remodelação de estações elevatórias (150 k€) e reabilitação das células do reservatório (150k€).

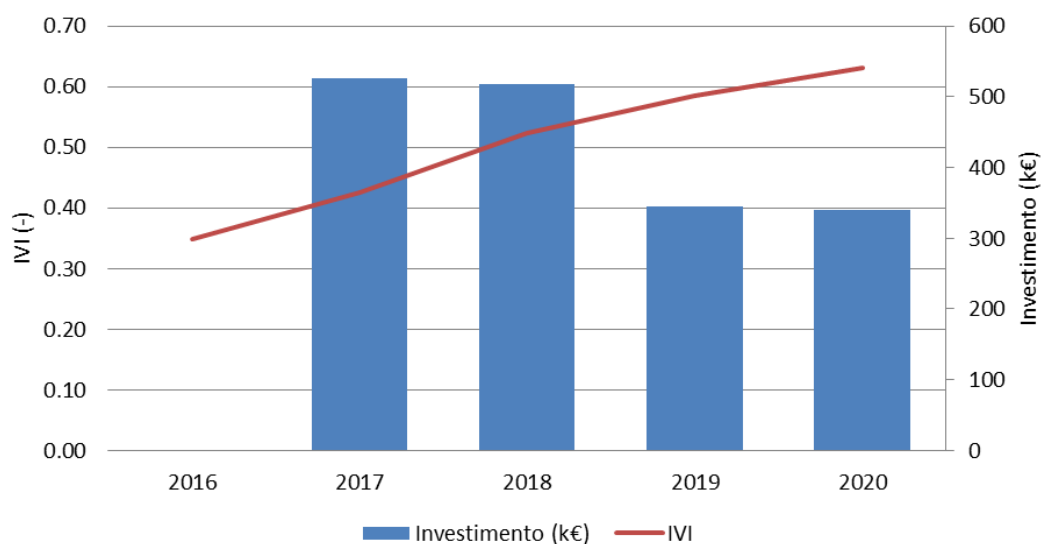


Figura 18 – Evolução do investimento e IVI no período 2016 a 2020.

5.3 Localização das condutas a reabilitar

Na Figura 19 indica-se a localização das condutas a reabilitar nos próximos 4 (quatro) anos.



Figura 19 – Mapa das prioridades de investimento.

ANEXOS

2016

2020





ANEXO I - Cálculo do rendimento das estações elevatórias

Rendimento da estação elevatória do reservatório principal

Considerando como referência os dados de volume bombeado e consumo energético de fevereiro de 2016 e agosto de 2016, obtêm-se rendimentos médios mensais de 51% (consumo específico de 0.12kW/m³) e 31% (consumo específico de 0.19kW/m³), respetivamente (Quadro 7).

Os valores de rendimento, por grupo eletrobomba, obtidos em auditoria (compreendidos entre 44% e 62%) tendem a ser superiores aos estimados para os meses de fevereiro e agosto de 2016. Esta diferença pode ser justificada pela inclusão, no consumo energético medido, de outros consumos (e.g. consumos energéticos com os grupos eletrobomba do hotel Conrad e Quinta Verde que não parecem ter sido negligenciáveis, particularmente, em agosto de 2016).

Os resultados referentes ao rendimento da estação elevatória do reservatório principal, estimados no Quadro 7, são meramente indicativos e não poderão ser usados como referência.

Para os cálculos do período de retorno do investimento, também designado por período de payback (Quadro 4 do capítulo 4) foi usado como indicativo o maior valor de rendimento obtido em auditoria (i.e., 62% para o grupo de maior dimensão B3). O facto de se considerar o maior rendimento⁴ torna o cálculo de período de payback majorado.

Rendimento da estação elevatória de Pinheiros Altos

As atuais condições de funcionamento dos grupos eletrobomba instalados na estação elevatória de Pinheiros Altos diferem das condições nominais de funcionamento. Os grupos operam a uma altura de elevação de

⁴ Para os grupos de menor dimensão (B4, B6 e B7) o rendimento máximo (54%) foi registado para os grupos B4 e B7 e o rendimento mínimo (44%) para o grupo B6.



aproximadamente 25 m.c.a. e foram dimensionados para uma altura nominal de 38.7 m.c.a..

Grupos com capacidade de elevação superior à necessária funcionam fora do ponto ótimo de funcionamento (i.e. o ponto de máximo rendimento). Os variadores de frequência instalados na estação elevatória de Pinheiros Altos podem reduzir, de alguma forma, esta perda de rendimento para os caudais baixos. Contudo alguma perda de rendimento perdura.

Considerando a informação de catálogo, para o funcionamento a 25 m.c.a. o rendimento global máximo (bomba + motor) estimado é de 62% para um caudal bombeado da ordem dos 35 m³/h. Rendimentos mais elevados (65%) obtêm-se para as condições nominais de funcionamento.

No Quadro 7, é apresentado o rendimento global obtido em março e maio de 2016 com base nos valores de consumo energético medido e caudal bombeado. Os dados do mês de março de 2016 apontam para um rendimento médio mensal de 54% (consumo específico de 0.125 kW/m³). O valor máximo de rendimento, 62%, foi obtido em maio de 2016 (consumo específico de 0.114 kW/m³).

Para o cálculo do período de *payback* (Quadro 4) assumiu-se uma posição conservadora e igualou-se o rendimento médio anual para o máximo valor obtido: 62%.

**Quadro 7** - Rendimento mensal estimado para as estações elevatórias**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA RESERVATÓRIO PRINCIPAL****Dados**

	fev/16	ago/16
Operação do grupo - Horas/Dia	8	8
Operação do grupo - Dias/Mês	29	31
Volume mensal - m3	46 810	202 586
Altura elevação - m	22	22
Consumo energético mensal - kW	5531	38543
Custos de energia - €/kWh	0.13	0.13

Resultados

Caudal médio horário - m3/h	201.77	816.88
Potência hidráulica - kW	12.07	48.88
Consumo (P1) - kW	23.84	155.42
Custo energético mensal - €	719	5 011
Rendimento global - %	51%	31%

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA PINHEIROS ALTOS

	mar/16	mai/16
Operação do grupo - Horas/Dia	8	8
Operação do grupo - Dias/Mês	29	31
Volume mensal - m3	13 767	26 808
Altura elevação - m	25	25
Consumo energético mensal - kW	1726	2940
Custos de energia - €/kWh	0.13	0.13

Caudal médio horário - m3/h	59.34	108.10
Potência hidráulica - kW	4.04	7.35
Consumo (P1) - kW	7.44	11.85
Custo energético mensal - €	224	382
Rendimento global - %	54%	62%



ANEXO II – Avaliação da alteração de pressão em Pinheiros Altos

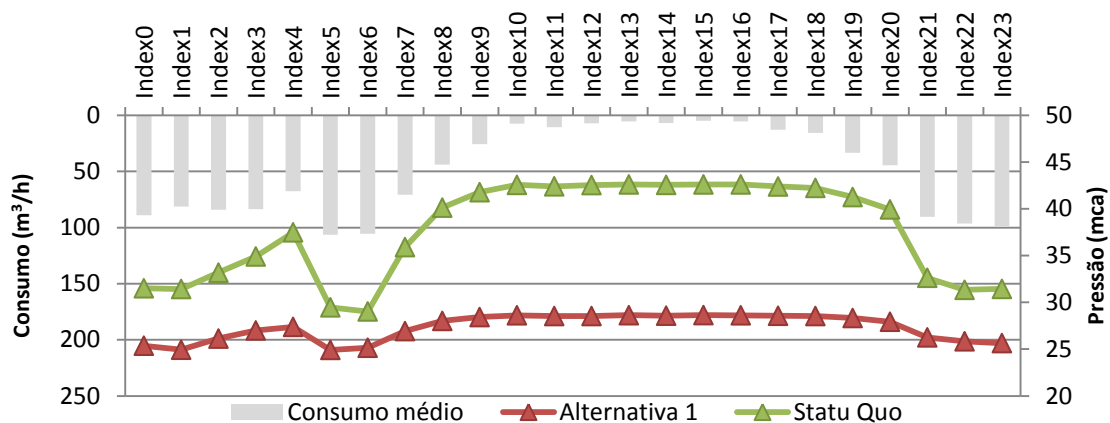


Figura 20 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404093 (2º maior consumidor PA)

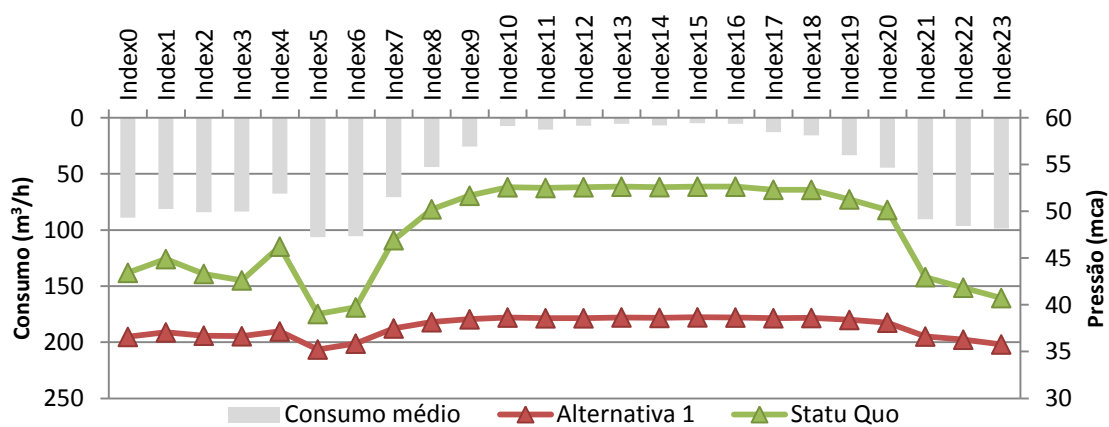


Figura 21 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404043 (3º maior consumidor PA) Lote 8.

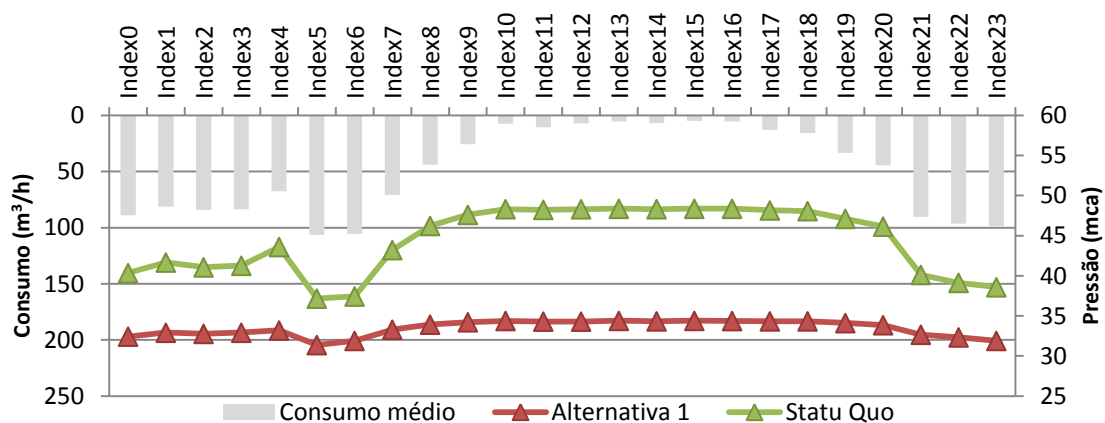


Figura 22 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404043 (4º maior consumidor PA) Lote 43.

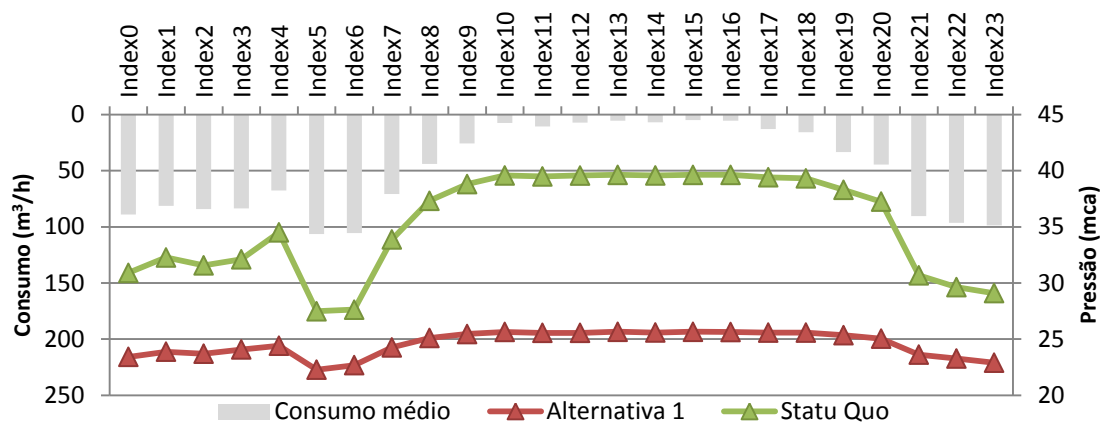


Figura 23 – Evolução da pressão para o ponto de consumo 000404094 (5º maior consumidor PA) Condomínio 94.



ANEXO III – Plano de Investimento (período 2017-2020)

O plano plurianual de investimentos apresentado é parte integrante do documento “Anexo IV – Plano Plurianual de Investimentos”.



PLANO ANUAL DE INVESTIMENTOS A MÉDIO E LONGO PRAZO (Anos 2016 a 2030)																		
			5 anos					10 anos										
ANOS		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
TOTAL DO IMOBILIZADO Valor de aquisição a preços constantes 2015	AA	15 137	599 000	565 000	391 000	406 000	418 000	326 000	301 000	281 000	301 000	316 000	336 000	286 000	286 000	286 000	286 000	5 384 000
	AR	163	153 750	307 500	196 800	209 100	209 100	55 350	55 350	55 350	55 350	49 200	49 200	43 050	43 050	43 050	43 050	1 568 250
	RU	55 582	110 700	110 700	24 600	24 600	24 600	246 000	24 600	55 350	55 350	276 750	55 350	55 350	55 350	55 350	55 350	1 230 000
INVESTIMENTO no ano n	TT	70 883	863 450	983 200	612 400	639 700	651 700	627 350	380 950	391 700	411 700	641 950	440 550	384 400	384 400	384 400	384 400	8 182 250
INVESTIMENTO ACUMULADO no ano n		70 883	863 450	1 846 650	2 459 050	3 098 750	3 750 450	4 377 800	4 758 750	5 150 450	5 562 150	6 204 100	6 644 650	7 029 050	7 413 450	7 797 850	8 182 250	



INVESTIMENTOS SISTEMA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

PLANO PLURIANUAL DE INVESTIMENTOS - ABASTECIMENTO DE ÁGUA -2016-2020 ⁽¹⁾											
Serviço	TIPO	Designação - Localização	DN	Unida de Km	Ramais	Total	2016	2017	2018	2019	2020
AA	C	Av Almirante Mendes Cabeçadas	DN 400	1	10	109	109				
AA	R	Av Ayrton Sena	DN 400	1	0	121	121				
AA	R	Av das Palmeiras	DN 250	0,3	3	29	29				
AA	R	Av. Almirante Mendes Cabeçadas	DN 315	0,9	5	91	91				
AA	R	Av. André Jordan	DN 200	0,8	1	66	66				
AA	R	Av. André Jordan	DN 250	0,8	5	66	66				
AA	R	Golfe Leste/Rua Lima/Rua Vizela	DN 110	1,1	29	61	61				
AA	A	Motores (Equip.Bomb.) - Reservatórios (Depósito)				25	25				
AA	A	Telegestão				16	16				
AA	A	Equipamento de medição e controle				15	15				
AA	Total 2016					599	599				
AA	R	Golfe - Rua Mondego	DN 125	1,3	15	64		64			
AA	R	Golfe - Rua Cávado	DN 90	0,26	7	12		12			
AA	R	Golfe - Rua Ave	DN 90	0,31	4	14		14			
AA	R	Rua Arade	DN 110	1,6	28	77		77			
AA	R	Av Ayrton Sena	DN 250	0,21	0	16		16			
AA	R	Av Ayrton Sena	DN 200	0,22	5	19		19			
AA	R	Av Ayrton Sena	DN 400	0,35	2	41		41			
AA	R	Av Ayrton Sena	DN 315	0,95	2	88		88			
AA	R	Av. André Jordan	DN 200	0,55	3	43		43			
AA	R	Av. André Jordan	DN 140	0,2	2	11		11			
AA	R	Av. André Jordan (travessia)	DN 250	0,085	0	7		7			
AA	R	Atlântico - Rua Douro	DN 250	0,45	4	36		36			
AA	R	Atlântico - Rua Paiva	DN 160	0,65	12	39		39			
AA	R	Atlantico - Bovis S. Lourenço	DN 140	0,25	2	14		14			
AA	R	Atlantico - Travessia Rua Paiva	DN 200	0,02	0	2		2			
AA	R	Atlantico - Rua Douro /Alva	DN 125	0,95	19	51		51			
AA	A	Motores (Equip.Bomb.) - Reservatórios (Depósito)				0		0			
AA	A	Telegestão				16		16			
AA	A	Equipamento de medição e controle				15		15			
AA	Total 2017					565	565				

⁽¹⁾ Milhares de euros

A - Aquisição; C - Construção; R - Reabilitação / Renovação

Nota: os Valores de Construção e Reabilitação incluem os custos de Projeto na ordem de 10 %

do Custo da Obra (vide anexo V - EVEF - Investimento AA - Projeto / Planeamento, com os valores do "Projeto / Planeamento" discriminados)

Na rubrica do Anexo V - Investimentos AA - "Remodelação de rede" incluem-se os dois tipos de Investimento: "Construção" e "Reabilitação / Renovação"

Serviço	TIPO	Designação - Localização	DN	Unidade Km	Ramais	Total	2016	2017	2018	2019	2020
AA	R	Atlântico - Travessa do Douro/Rua Douro/Rua Minho/ Rua Alva	DN 110	4,35	80	210			210		
AA	R	Lago - Rua André Gonçalves Pereira	DN 125	0,37	10	20			20		
AA	R	Lago - Rua André Gonçalves Pereira	DN 90	2,3	37	98			98		
AA	R	Palmeiras - Rua das Palmeiras	DN 125	0,4	6	21			21		
AA	R	Encosta do Lago - Rua da Encosta do Lago	DN 160	0,07	0	4			4		
AA	R	Encosta do Lago - Rua da Encosta	DN 125	0,035	0	2			2		
AA	A	Motores (Equip.Bomb.) - Reservatórios (Depósito)				0			0		
AA	A	Telegestão				16			16		
AA	A	Equipamento de medição e controle				20			20		
AA		Total 2018				391			391		
AA	R	Rua Formosa	DN 140	0,27	1	14				14	
AA	R	Pinheiros Altos	DN 200	0,6	0	45				45	
AA	R	Pinheiros Altos	DN 250	0,46	0	35				35	
AA	R	Lakeside Village - Av. dos Pinheiros/Rua da Oliveirinha	DN160	0,13	0	7				7	
AA	R	Lakeside Village - Av. dos Pinheiros/Rua da Oliveirinha	DN 140	0,025	0	2				2	
AA	R	Lakeside Village - Av. dos Pinheiros/Rua da Oliveirinha	DN 110	0,25	9	14				14	
AA	R	Lakeside Village - Av. Ayrton Senna da Silva/ Rua da Oliveirinha /Av. Dos Pinheiros/ Caminha 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	DN 90	2,15	114	127				127	
AA	R	Av. André Jordan	DN 110	0,57	0	22				22	
AA	R	Atlântico Sul - Rua Guadiana	DN 90	0,58	10	25				25	
AA	R	Victory Village	DN 90	0,85	63	59				59	
AA	A	Motores (Equip.Bomb.) - Reservatórios (Depósito)				25				25	
AA	A	Telegestão				16				16	
AA	A	Equipamento de medição e controle				15				15	
AA		Total 2019				406				406	

⁽¹⁾ Milhares de euros

A - Aquisição; C - Construção; R – Reabilitação / Renovação

Nota: os Valores de Construção e Reabilitação incluem os custos de Projeto na ordem de 10 % do Custo da Obra (vide anexo V - EVEF - Investimento AA - Projeto / Planeamento, com os valores do "Projeto / Planeamento" discriminados)

Na rubrica do Anexo V - Investimentos AA - "Remodelação de rede" incluem-se os dois tipos de Investimento: "Construção" e "Reabilitação / Renovação"



Serviço	TIP O	Designação - Localização	DN	Unidade Km	Ramais	Total	2016	2017	2018	2019	2020
AA	R	Pinheiros Altos - Av. do Ludo/ Rua dos Pinheiros/ Rua das Laranjeiras/ Rua do Bosque/ Rua das Oliveiras	DN 90	0,625	27	35					35
AA	R	Pinheiros Altos - Rua dos Sobreiros	DN 110	0,125	8	8					8
AA	R	Pinheiros Altos - Av. do Ludo/ Rua dos Sobreiros/ Rua das Oliveiras	DN 125	0,8	27	48					48
AA	R	Pinheiros Altos - Av. do Ludo	DN 140	1,15	40	73					73
AA	R	Pinheiros Altos - Rua dos Pinheiros/ Rua dos Ciprestes	DN 160	0,5	23	36					36
AA	R	Pinheiros Altos - Av. das Palmeiras/ Av. do Ludo	DN 200	0,9	4	70					70
AA	R	Valverde - Avenida Almirante Mendes Cabeçadas/ Av. da Gondra/ Rua Sacadura Cabral	DN 90	0,65	10	27					27
AA	R	Valverde - Rua Van Zanten	DN 160	0,1	2	7					7
AA	R	Valverde - Rua Van Zanten	DN 125	0,03	1	2					2
AA	R	Valverde - Rua Van Zanten/ Rua Dina Maria	DN 110	0,3	13	18					18
AA	R	Valverde - Rua Van Zanten/ Rua Dina Maria / Travessa Dina Maria	DN 90	1,15	38	58					58
AA	A	Motores (Equip.Bomb.) - Reservatórios (Depósito)				0					0
AA	A	Telegestão				16					16
AA	A	Equipamento de medição e controle				20					20
AA		Total 2020				418					418
		Total do período 2016-2020				2 379					2 379

⁽¹⁾ Milhares de euros

A - Aquisição; C - Construção; R - Reabilitação/ Renovação

Nota: os Valores de Construção e Reabilitação incluem os custos de Projeto na ordem de 10 % do Custo da Obra (vide anexo V - EVEF - Investimento AA - Projeto / Planeamento, com os valores do "Projeto / Planeamento" discriminados)

Na rubrica do Anexo V - Investimentos AA - "Remodelação de rede" incluem-se os dois tipos de Investimento: "Construção" e "Reabilitação / Renovação"