



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

**Gestão Patrimonial de Infraestruturas de
Abastecimento de Água
Modelo de apoio à GPI com base em Análise de Custos -
Caso de estudo ADC,EM**

Pedro Miguel de Melo Bernardo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha

Covilhã, junho de 2015

... à minha família,

... a ti G.L.B.

Agradecimentos

Agradeço ao Professor João Lanzinha, orientador científico, por toda a sua dedicação e colaboração ao longo do tempo de elaboração da presente dissertação. Na pessoa do Administrador Executivo da ADC,EM, Engenheiro José Miguel Oliveira, agradeço toda a cooperação por parte dos técnicos e elementos da administração da empresa Águas da Covilhã, EM.

Sendo este trabalho o objeto final de um percurso académico na Universidade da Beira Interior, não poderia deixar de agradecer de forma especial a algumas daquelas que foram as pessoas que me acompanharam ao longo desta etapa e que de poucas, algumas ou muitas formas contribuíram para que pouco ou nada ficasse por viver e aprender, num tal percurso que suplantou o meu desenvolvimento científico enquanto profissional, repleto de recordações e lições que jamais esquecerei enquanto indivíduo. Este foi um ciclo, em que por tudo o que passámos e lutámos, chorando e rindo em conjunto, este agradecimento que aqui vos escrevo, por mais que tente, dificilmente irá exprimir tudo o que realmente tenho para agradecer, nomeadamente:

- Aos meus pais, Miguel e Isabel. Por todo o apoio, compreensão, paciência, confiança e oportunidade para que este percurso fosse feito sempre convosco ao meu lado.
- À minha irmã, Ana. Pelos conselhos na tua saudável loucura.
- A ti. Pelos valores de lealdade, respeito e determinação por ti transmitidos, essenciais para aquilo que sou hoje, que me acompanharam e acompanham diariamente. Pela tua presença naqueles que foram os momentos menos fáceis e solitários.
- Aos amigos. Vocês que me acompanharam ao longo da licenciatura em Engenharia Civil, no mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, na AAUBI e em tantos outros desafios, sem nunca me abandonarem.

Resumo

Os serviços de abastecimento de água desempenham um papel fundamental na sociedade atual, sendo indispensáveis para o bem-estar da população humana no que respeita à saúde, preservação ambiental e desenvolvimento económico. Por essa razão é fundamental procurar as melhores soluções na gestão destes recursos, de uma forma economicamente viável que não comprometa a capacidade de resposta ao aumento das exigências dos consumidores. Tendo em conta este desafio, o objetivo desta dissertação consiste no desenvolvimento e na aplicação de um modelo de análise de custos, capaz de apoiar a gestão patrimonial de infraestruturas (GPI) de sistemas de abastecimento de água. O presente modelo pretende refletir-se em entidades gestoras com características idênticas à empresa Águas da Covilhã, EM (ADC, EM), com base na qual este trabalho foi desenvolvido.

O primeiro passo no desenvolvimento de um modelo fundamentado, traduz-se aqui numa revisão bibliográfica sobre os sistemas de abastecimento de água. Nesta revisão bibliográfica pretende-se distinguir o que foi, o que é, e o que se prevê vir a ser a evolução do sector da água em Portugal nomeadamente através da estratégia setorial definida no PENSAAR 2020. Considerando a importância que a GPI assume para uma gestão eficiente dos ativos associados a um sistema de abastecimento de água, nesta dissertação é também desenvolvido o estado da arte no domínio da GPI. Nesta segunda revisão bibliográfica, a GPI é analisada num contexto nacional e internacional.

Com base no estado de arte dos sistemas de abastecimento de água e da GPI, desenvolveu-se um modelo de análise de custos de apoio à GPI. O modelo apresentado tem por base uma análise do ciclo de vida dos componentes, dos níveis de serviço associados aos mesmos, e a informação atualmente existente na ADC,EM. É também apresentada uma metodologia de aplicação estruturada em seis fases, que procura responder numa perspetiva da entidade gestora, às questões: O que possuímos? Quanto vale? Quanto custa substituir? Quando existe necessidade de substituição? Qual a prioridade de intervenção?

Por forma a verificar a aplicabilidade e os pressupostos de melhoria do modelo de análise de custos presente neste trabalho, é apresentado o resultado da sua aplicação em dois subsistemas geridos pela ADC, EM. Esta amostra é referente aos aglomerados populacionais da freguesia do Paúl e de Verdelhos do concelho da Covilhã. A aplicação deste modelo nestas freguesias, revela a importância do Índice de Valor da Infraestrutura (IVI) como parâmetro da análise do estado de conservação de uma infraestrutura. IVI que se apresenta igualmente útil na definição das estratégias de investimento para a substituição de tubagens integradas num sistema de abastecimento de águas.

Palavras-chave

Sistemas de abastecimento de água, gestão patrimonial de infraestruturas (GPI), análise de custos, Índice de Valor da Infraestrutura (IVI)

Abstract

The water supply services play a crucial role in our society, imperative for human well-being regarding health, environmental preservation and economic development. Therefore is crucial to find the best solutions for managing these resources, in an economically viable way but without compromising the capacity of response to the increase of consumers' demands. Taking this challenge into account, the aim of this dissertation is the development and implementation of a cost analysis model able to support the infrastructure asset management (IAM) of water supply systems. The present cost analysis model was developed at Águas da Covilhã, EM (ADC, EM), and therefore is intended to be reflected on the management of management entities with similar characteristics.

A bibliographic review on the water supply systems, translates here the first step towards the development of a grounded cost analysis model. In this first state of art, is described what was, what is and what is predicted to be the evolution of the water sector in Portugal, specially through the sectorial strategy defined by PENSAAR 2020. Taking into consideration the importance of IAM of water supply systems on an efficient management of assets associated with a water supply service, in this dissertation is also developed the state of art regarding IAM. In this second bibliographic revision, IAM is analysed in a national and international context.

Considering the state of art of the water supplies and IAM, the present dissertation proceeds into the development of a cost analysis model that intends to support IAM. This model is based on the analysis of components' life cycle, service levels associated with those components, and the information currently available at ADC, EM. Furthermore it is presented an implementation methodology structured into six phases that intends to answer, in the perspective of the management entity, to the following questions: What do we have? What is the monetary value? How much it costs to replace? When should it be replaced? What is the intervention's priority?

In order to evaluate the applicability and improvement's premises of this cost analysis model, the same was applied to two subsystems managed by ADC,EM. This sample comprised the settlements of Paúl and Verdelhos located in Covilhã. The implementation of the cost analysis model, in these subsystems, showed an important role of the Infrastructure Value Index (IVI) as a parameter for the analysis of the conservation status of an infrastructure. IVI has also been shown to be useful in defining investment strategies for replacing pipes integrated in a water supply system.

Keywords

Water supply system, infrastructure asset management, cost analysis, Infrastructure Value Index,

Índice

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 Enquadramento do tema	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Organização do trabalho	5
Capítulo 2 - Sistemas de Abastecimento de Água	7
2.1 - Considerações gerais	9
2.2 - Sistemas de abastecimento de água.....	9
2.2.1 - Caracterização de um Sistema de Abastecimento de Água.....	10
2.2.2 - Componentes dos Sistemas de Abastecimento de Águas.....	11
2.2.3 - Agentes dos Sistemas de Abastecimento de Água	11
2.3 - Sistemas de abastecimento de água em Portugal.....	12
2.3.1 - Evolução legal do setor em Portugal	14
2.3.2 - Entidades Gestoras e Modelos de gestão de serviços de abastecimento de águas em Portugal.....	19
2.3.3 - Sistemas “em alta” e “em baixa”	22
2.3.4 - Caracterização económico-financeira das entidades gestoras em Portugal	22
2.3.5 - Caracterização da qualidade do serviço prestado em Portugal.....	23
2.4 - Objetivos PENSAAR 2020.....	25
2.5 - Considerações finais.....	28
Capítulo 3 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas	29
3.1 - Considerações gerais	31
3.2 - Origem da Gestão Patrimonial de infraestruturas	31
3.3 - Objetivos da Gestão Patrimonial de Infraestruturas	33
3.4 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Águas	35
3.4.1 - Objetivos da Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Águas	36
3.4.2 - Conceitos associados	37

3.4.3 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas integrada numa Entidade Gestora de Serviços de Abastecimento de Águas	38
3.4.4 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas - Abordagem simplificada.....	40
3.4.5 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas - Abordagem integrada.....	41
3.4.6 - Estabelecimento de prioridades de reabilitação	41
3.4.7 - Modelos de apoio à Gestão Patrimonial de Infraestruturas	42
3.4.8 - Construção de um modelo de apoio à GPI.....	46
3.4.9 - Planeamento na Gestão Patrimonial de Infraestruturas	46
3.5 - Plano de Gestão Patrimonial de Infraestruturas	48
3.5.1 - Princípios para a implementação	48
3.5.2 - Processo de elaboração.....	49
3.5.3 - Compromisso do Conselho de Administração	51
3.5.4 - Recursos Humanos necessários	51
3.5.5 - Definição dos objetivos a atingir.....	52
3.5.6 - Construção de um plano GPI com base na informação disponível	53
3.6 - GPI no panorama internacional	54
3.6.1 - Austrália e Nova Zelândia	54
3.6.2 - Canadá.....	54
3.6.3 - Reino Unido	55
3.6.4 - Projeto Europeu - CARE-W	55
3.7 - Considerações finais.....	56
Capítulo 4 - Desenvolvimento de modelo de apoio à GPI com base na Análise de Custos .	59
4.1 - Considerações Gerais	61
4.2 - Características do modelo	61
4.2.1 - Objetivos do modelo	62
4.2.2 - Pressupostos e requisitos de desenvolvimento do modelo	62
4.3 - Metodologia de aplicação do modelo	63
4.4 - Parâmetros do modelo.....	64
4.5 - Valores e índices	67
4.6 - Resultados.....	71

4.6.1 - Plano de investimentos	71
4.6.2 - Priorização de investimentos	71
Capítulo 5 - Aplicação Prática.....	73
5.1 - Considerações gerais	75
5.2 - Caracterização da ADC, EM	75
5.3 - Primeira aplicação do modelo - Paúl.....	77
5.3.1 - Fase 1 - Planeamento do modelo.....	77
5.3.2 - Fase 2 - Descrição física do sistema através dos parâmetros definidos para o modelo	78
5.3.3 - Fase 3 - Normalização de dados	81
5.3.4 - Fase 4 - Processamento de dados e resultados	82
5.3.5 - Fase 5 - Recomendações a partir da análise de resultados.....	85
5.3.6 - Fase 6 - Exploração do modelo	90
5.4 - Segunda aplicação do modelo - Verdelhos	91
5.4.1 - Fase 1 - Planeamento do modelo.....	91
5.4.2 - Fase 2 - Descrição física do sistema através dos parâmetros definidos para o modelo	92
5.4.3 - Fase 3 - Normalização de dados	94
5.4.4 - Fase 4 - Processamento de dados e resultados	95
5.4.5 - Fase 5 - Recomendações a partir da análise de resultados.....	97
5.4.6 - Fase 6 - Exploração do modelo	101
5.5 - Considerações finais.....	102
Capítulo 6 - Conclusões e recomendações	105
6.1 - Conclusões	107
6.2 - Recomendações e trabalhos futuros.....	108
Referências Bibliográficas.....	111
Referências Bibliográficas.....	113
Anexos.....	117

Lista de Figuras

Figura 1 - Sistema de Abastecimento de Água, adaptado de [3]	10
Figura 2 - Evolução do investimento anual na criação de infraestruturas de abastecimento de água em Portugal [5]	13
Figura 3 - Índice de cobertura de abastecimento de água por concelho em Portugal [5]	13
Figura 4- Distribuição em Portugal das Entidades Gestoras que prestam o serviço "em alta" (mapa da esquerda) e serviço "em baixa" (mapa da direita), adaptado de [3]	19
Figura 5 - Desempenho infraestrutural das entidades gestoras reguladas, de acordo com o RASARP 2008, ERSAR [16].....	23
Figura 6 - Eixos de ação PENSAAR 2020 [18]	26
Figura 7 - Relação entre os ativos infraestruturais e os restantes ativos de uma Entidade Gestora [16]	38
Figura 8 - Cubo da GPI [27]	39
Figura 9 - Curva da banheira do ciclo de vida de uma tubagem enterrada [31].....	43
Figura 10 - Faseamento do desenvolvimento de um modelo [15]	46
Figura 11 - Características do nível de planeamento [29].....	47
Figura 12 - Fases de um processo de elaboração de um plano de GPI [29].....	49
Figura 13 - Abordagem PDCA [29].....	50
Figura 14 - Esquema geral do sistema de abastecimento de água do Paúl	78
Figura 15 - Evolução do valor da infraestrutura SAA-A.17, entre 2015 e 2043.....	86
Figura 16 - Evolução do IVI do SAA-A.17, entre 2015 e 2043.....	87
Figura 17 - Plano de investimentos para o SAA-A.17	88
Figura 18 - Esquema geral do sistema de abastecimento de água de Verdelhos	92
Figura 19 - Evolução do valor da infraestrutura SAA-A.28, entre 2015 e 2043.....	98
Figura 20 - Evolução do IVI do SAA-A.28, entre 2015 e 2043.....	99
Figura 21 - Plano de investimentos para o SAA-A.28	100
Figura 22 - Plano de investimento para os SAA A.17 e A.28, entre 2015 e 2043	102

Lista de Tabelas

Tabela 1-Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água, adaptado de [5].....	11
Tabela 2 - Modelos de gestão de serviços de abastecimento de águas em Portugal, adaptado de [3]	20
Tabela 3 - Distribuição das Entidades Gestoras em Portugal, adaptado de [14]	21
Tabela 4 - Objetivos operacionais e estimativa de investimentos associados, adaptado de [18]	27
Tabela 5 - Objetivos da GPI associados aos objetivos de uma organização, adaptado de [16]	34
Tabela 6 - Sigla de materiais da tubagem	64
Tabela 7 - Tipos de pavimento, adaptado de [39]	65
Tabela 8 - Vida útil técnica de materiais da tubagem [40]	66
Tabela 9 - Níveis de prioridade de investimento	72
Tabela 10 - Caracterização do sistema de abastecimento de água da entidade gestora ADC, EM, adaptado de [42].....	76
Tabela 11 - Subsistemas de abastecimento de água da ADC, EM e respetivos códigos de identificação.....	76
Tabela 12 - Informação sobre o subsistema de abastecimento de água do Paúl	79
Tabela 13 - Código de identificação dos elementos do SAA - A.17	79
Tabela 14 - Vida útil técnica dos elementos do SAA-A.17	80
Tabela 15 - Normalização do ano de instalação dos elementos do SAA-A.17	81
Tabela 16 - Normalização do número de ramais existentes em cada elemento do SAA-A.17..	82
Tabela 17 - Ano de investimento recomendado para cada um dos elementos do SAA-A.17....	83
Tabela 18 - Custo atualizado de substituição de cada um dos elementos do SAA-A.17	83
Tabela 19 - Valor atual de cada componente do SAA-A.17	84
Tabela 20 - Índice de valor de cada componente do SAA-A.17	84
Tabela 21 - Prioridade de investimento de cada componente do SAA-A.17.....	85
Tabela 22 - Distribuição de investimentos para o SAA-A.17.....	89
Tabela 23 - Quadro resumo da proposta de estratégia de substituição de cada componente do SAA-A.17.....	90

Tabela 24 - Informação sobre o subsistema de abastecimento de água de Verdelhos	93
Tabela 25 - Código de identificação dos elementos do SAA-A.28	93
Tabela 26 - Vida útil técnica dos elementos do SAA-A.28	93
Tabela 27 - Ano de instalação dos componentes do SAA-A.28	93
Tabela 28 - Normalização do número de ramais existentes em cada elemento do SAA-A.28..	95
Tabela 29 - Ano de investimento recomendado para cada um dos elementos do SAA-A.28 ...	95
Tabela 30 - Custo atualizado de substituição de cada um dos elementos do SAA-A.28.....	96
Tabela 31 - Valor atual de cada componente do SAA-A.28.....	96
Tabela 32 - Índice de valor de cada componente do SAA-A.28.....	96
Tabela 33 - Prioridade de investimento de cada componente do SAA-A.28.....	97
Tabela 34 - Distribuição de investimentos para o SAA-A.28	100
Tabela 35 - Quadro resumo da proposta de estratégia de substituição de cada componente do SAA-A.28.....	101
Tabela 36 - Quadro resumo da proposta de estratégia de substituição de cada componente dos SAA A.17 e A.28	103

Lista de Acrónimos

ADC, EM	Águas da Covilhã, EM
CEE	Comunidade Económica Europeia
EG	Entidade Gestora
EPAL	Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal
GPI	Gestão Patrimonial de Infraestruturas
ICOVI - EEM	Infra-Estruturas e Concessões da Covilhã, EEM
IRAR	Instituto Regulador de Águas e Resíduos
IVI	Índice de Valor Infraestrutural
LCC	Life Cycle Costing
NRC	National Research Council
OfWAT	<i>Office of Water Services</i>
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAAS	Serviços de Abastecimento de Água e Saneamento
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
VAL	Valor atual líquido
WLC	Whole Life Costing

Capítulo 1 - Introdução

ÍNDICE

1.1 - Enquadramento do tema

1.2 - Objetivos

1.3 - Organização do trabalho

1.1 Enquadramento do tema

Os serviços de abastecimento de água (SAA) constituem serviços públicos de carácter estrutural, essenciais ao bem-estar da população, à melhoria da saúde pública, à preservação ambiental e ao desenvolvimento económico de uma sociedade. Desta forma, estas características conferem a estes serviços um carácter fundamental para a segurança e desenvolvimento de uma sociedade, obedecendo aos princípios de universalidade de acesso, de continuidade, eficiência e qualidade de serviço.

Se por um lado as exigências em termos da qualidade e eficiência do serviço prestado tendem a aumentar por parte dos utilizadores, por outro lado, o envelhecimento dos componentes de uma rede de distribuição de água é um processo natural e inevitável ao qual as infraestruturas estão sujeitas, que leva à sua degradação ao longo do tempo. Por exemplo, à medida que os diferentes componentes do sistema se aproximam do fim da sua vida útil, o volume de perdas de água tende a aumentar, bem como a ocorrência de roturas e de interrupções de abastecimento tornarem-se mais frequentes.

Este facto confere a uma Entidade Gestora de um serviço de abastecimento de água, dois grandes desafios. Em primeiro lugar compromete a capacidade de uma resposta adequada aos anseios e exigências dos utilizadores e cumprimento das normas legais associadas à qualidade da água, apenas solucionável através da renovação, reabilitação ou reforço das infraestruturas existentes. Como consequência da resolução deste primeiro desafio acaba por surgir o segundo, nomeadamente, os elevados custos/investimentos associados com longos períodos de recuperação que as soluções supracitadas carecem especialmente num quadro económico-financeiro desfavorável.

Ambos os desafios referidos denotam um elevado grau de dificuldade de resolução tendo em contas as seguintes problemáticas:

- Os serviços funcionarem como exemplos perfeitos de monopólio natural, na medida em que existe uma única entidade para prestar esses serviços em cada região,
- As infraestruturas que sustentam os SAA são predominantemente enterradas, de difícil acesso para efeitos de inspeção e de manutenção.
- Grande parte das redes de distribuição de água existentes foram construídas há muito tempo, estando por isso a atingir o fim da sua vida útil. Atualmente as tubagens apresentam sintomas de deterioração claros, com tendência para o aumento de roturas, de perdas de água e de reclamações sobre a qualidade da água e a eficiência dos serviços.

Desta forma as infraestruturas de abastecimento precisam de ser geridas de um modo sustentável para assegurar a prestação de um serviço de qualidade elevada, garantindo o desenvolvimento da sociedade e a proteção do meio ambiente.

Nesse sentido a Gestão Patrimonial de Infraestruturas (GPI), tema central da presente dissertação, surge como um procedimento a implementar por parte de uma Entidade Gestora de forma a garantir o cumprimento dos requisitos de desempenho de um sistema de abastecimento de águas de uma forma planeada.

Reconhecida mundialmente, a GPI é considerada como essencial para a sustentabilidade dos serviços assentes em infraestruturas físicas de elevado custo de construção e manutenção, sendo uma atividade determinante para a garantia duradoura do cumprimento dos requisitos de qualidade de serviço que essas infraestruturas asseguram.

1.2 Objetivos

A presente dissertação de mestrado tem como objetivo principal desenvolver um modelo de apoio à decisão no âmbito da Gestão Patrimonial de Infraestruturas com base em Análise de Custos, de fácil utilização e aplicação numa Entidade Gestora de sistemas de abastecimento de água, com características idênticas à empresa Águas da Covilhã, EM.

Numa perspetiva da entidade gestora e tendo em conta as infraestruturas existentes, o modelo desenvolvido visa responder às seguintes questões:

- O que possuímos?
- Quanto vale?
- Quanto custa substituir?
- Quando existe necessidade de substituição?
- Qual a prioridade de intervenção?

São ainda objetivos, o desenvolvimento do estado da arte no domínio dos Sistemas de Abastecimento de Água e da Gestão Patrimonial de Infraestruturas por forma a compreender as condicionantes a ter em conta no desenvolvimento do modelo.

Será efetuada a aplicação do modelo desenvolvido a um caso de estudo, por forma a demonstrar as capacidades do modelo como ferramenta de apoio à decisão.

O trabalho será complementado com a elaboração de recomendações a desenvolver em trabalhos futuros com base numa análise SWOT ao modelo desenvolvido, elaborada em conjunto com responsáveis da empresa ADC, EM, e com a análise dos resultados obtidos no caso de estudo.

1.3 Organização do trabalho

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, referências bibliográficas e anexos. O presente capítulo, é definido por ser um capítulo introdutório ao trabalho desenvolvido.

No capítulo 2 apresenta-se uma síntese relativa ao estado da arte, onde se faz uma abordagem aos sistemas de abastecimento de água. Neste capítulo visa-se ainda, compreender o que foi, o que é, e o que se prevê vir a ser o sector de abastecimento de água em Portugal.

No capítulo 3 é desenvolvido o estado da arte referente à Gestão Patrimonial de Infraestruturas. Apresentam-se os princípios e evolução da GPI, bem como os métodos de apoio à GPI possíveis de implementar numa Entidade Gestora, analisando a GPI num contexto nacional e internacional.

No capítulo 4 apresentam-se os princípios gerais, características e a metodologia de aplicação do modelo desenvolvido para apoio à decisão de entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água com especificidades idênticas ao caso de estudo ADC-EM, no âmbito da gestão patrimonial de infraestruturas, através de análise de custos.

No capítulo 5 apresenta-se a aplicação do modelo desenvolvido no presente trabalho a dois subsistemas de abastecimento geridos pela empresa ADC, EM, um localizado na zona sul do concelho da Covilhã, referente ao aglomerado populacional da vila do Paúl, e um outro localizado na zona norte, referente ao aglomerado populacional de Verdelhos.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões finais e as recomendações para desenvolvimentos futuros com base no estado de arte e aplicação do modelo desenvolvido.

Seguidamente são apresentadas as referências bibliográficas.

Por último apresentam-se os anexos nos quais constam as folhas de cálculo desenvolvidas, os resultados relativos ao caso de estudo a partir do modelo desenvolvido e outras tabelas de apoio.

Capítulo 2 - Sistemas de Abastecimento de Água

ÍNDICE

- 2.1 - Considerações gerais
- 2.2 - Sistemas de abastecimento de água
- 2.3 - Sistemas de abastecimento de água em Portugal
- 2.4 - Objetivos PENSAAR 2020
- 2.5 - Considerações finais

2.1 - Considerações gerais

O objetivo do presente capítulo consiste no desenvolvimento de uma revisão bibliográfica sobre os sistemas de abastecimento de água, pretendendo-se assim compreender de forma sucinta o que foi, o que é, e o que se prevê vir a ser a evolução do setor de abastecimento de água em Portugal.

Neste contexto, o capítulo inicia-se com um enquadramento histórico da evolução dos sistemas de abastecimento de água, bem como a caracterização dos mesmos ao nível económico-financeiro e da qualidade de serviço prestado. Descreve-se a evolução legal, a caracterização dos modelos de gestão de serviços no setor, bem como os objetivos gerais definidos no Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2020: *PENSAAR 2020 - Uma nova estratégia para o setor de abastecimento de água e saneamento de águas residuais*. [1]

2.2 - Sistemas de abastecimento de água

Dada a importância da água como recurso natural necessário ao quotidiano da humanidade, a prática de transportar água para consumo humano data de há mais de 3500 anos. [2]

Desde sempre, o homem teve de transportar a água desde o local de captação até ao local de consumo. No passado, através de transporte manual, o esforço que esta atividade requeria levava a que a água apenas estivesse disponível para consumo humano e higiene básica. [2]

Ruínas arqueológicas mesopotâmicas demonstram que por volta de 2500 a.C. já se construíam aquedutos e canalizações para a condução da água dos rios e lagos até às cidades. Em algumas cidades localizadas na atual Turquia, já tinham em funcionamento sistemas de água, muitas centenas de anos antes de Cristo. [2]

Mais tarde, o sistema foi aperfeiçoado pelos romanos e gregos, sendo que o sistema de distribuição de água mais extenso nesse tempo era o Romano, o qual conduzia água a longas distâncias, por gravidade, em superfície livre através de sistemas de condutas ou de aquedutos. [2]

Foi, no entanto, a partir da segunda metade do século XIX, com a revolução industrial, que os sistemas de abastecimento de água sofreram modificações profundas. O crescimento demográfico urbano, consequência dessa revolução, determinou a necessidade de se construir uma infraestrutura que assegurasse o abastecimento e a distribuição e que garantisse a salubridade tanto da água para consumo humano quanto daquela destinada a usos industriais ou agrícolas. [2]

2.2.1 - Caracterização de um Sistema de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água (SAA) caracteriza-se pela extração da água da natureza, adequação da sua qualidade, transporte e fornecimento aos aglomerados populacionais em quantidade compatível com as suas necessidades, em condições desejáveis de pressão, de caudal e cumprindo os requisitos de qualidade da água especialmente para consumo humano. A cada uma destas fases correspondem-lhes elementos, constituídos por obras de construção civil, equipamentos elétricos e eletromecânicos, acessórios, instrumentação e equipamentos de automação e controle, tendo cada um deles, uma determinada função. [3]

O sistema de abastecimento é assim um conjunto de equipamentos e instalações responsáveis pela captação, tratamento, transporte, armazenamento e distribuição de água potável de modo a assegurar o abastecimento de água às populações, tal como apresentado na Figura 1: [3]

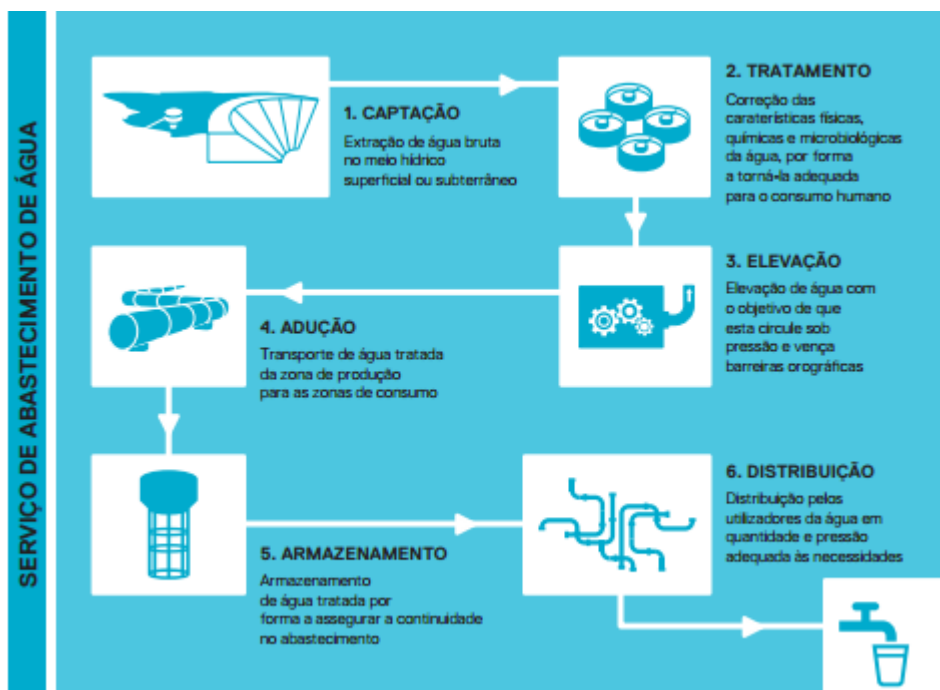


Figura 1 - Sistema de Abastecimento de Água, adaptado de [3]

Assim é possível caracterizar um SAA em diversos subsistemas, nomeadamente:

Sistema de captação: tem como função recolher, a partir de qualquer meio hídrico, superficial ou subterrâneo, água bruta com condições físicas, químicas e bacteriológicas aceitáveis. [4]

Sistema de tratamento: serve para corrigir as características físicas, químicas e bacteriológicas da água bruta, de maneira a tornar esta compatível com as exigências definidas pela lei, de água para consumo humano. [4]

Sistema de elevação: tem como função transmitir energia à água, de maneira a que esta possa transpor desníveis topográficos, bem como circular a uma pressão conveniente, para que chegue a todos os pontos de consumo. [4]

Sistema de adução: serve para transportar a água, das zonas de captação para as zonas de consumo. [4]

Sistema de armazenamento: armazena a água por períodos variáveis, principalmente para regularização dos caudais garantindo a continuidade de abastecimento. [4]

Sistema de distribuição: tem como função distribuir a água própria para consumo em pressões e caudais convenientes ao utilizador final. [4]

2.2.2 - Componentes dos Sistemas de Abastecimento de Águas

Como referido na seção 2.2.1, os sistemas de abastecimento de água são constituídos por diversos componentes, os quais tornam o abastecimento às habitações e outros consumidores, em condições desejáveis de pressão, de caudal e cumprindo os requisitos de qualidade da água. [3]

Segundo o Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais [5] os componentes inventariados dos sistemas de abastecimento de água são:

Tabela 1-Componentes de um Sistema de Abastecimento de Água, adaptado de [5]

Captações de água (Superficiais e subterrâneas)
Reservatórios
Estações elevatórias
Instalações de tratamento de água (ETA e PC)
Aduadoras
Redes de distribuição de água

Sendo consideradas como componentes prioritárias cadastradas, as captações de água, estações de tratamento e redes de distribuição. [5]

2.2.3 - Agentes dos Sistemas de Abastecimento de Água

Este é um setor onde coexistem diversos agentes, sendo por isso importante conhecê-los e caracterizá-los. Segundo Jaime de Melo Baptista, Presidente da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (ERSAR), estes agentes podem ser “*tipificados em diversos grupos*” [4], entre os quais se destacam: “*a administração pública, entidades titulares dos serviços, entidades gestoras dos serviços, outras entidades prestadoras de serviços, utilizadores e a sociedade civil.*” [4]

Administração Pública: É responsável por delinear as estratégias que o setor deve adotar a nível nacional, regional e local. É na administração pública que podemos encontrar diversas entidades que em conjunto ou em separado exercem funções relacionadas com o setor de abastecimento de água, como por exemplo a ERSAR, autoridades ambientais, de recursos hídricos, de saúde, da defesa do utilizador e da concorrência. [4]

Entidades titulares dos serviços: Como definido na lei, são quem detém a responsabilidade de assegurar e dotar a capacidade de resposta dos serviços, de forma indireta ou direta, independentemente de fazerem ou não a gestão destes. [4]

Entidades gestoras dos serviços: Habilitadas pela entidade titular, são quem tem a responsabilidade da gestão dos serviços, podendo adotar uma relação direta com os utilizadores finais ou outras entidades gestoras. [4]

Outras entidades prestadoras de serviços: Não tendo a responsabilidade da gestão dos serviços, são quem acaba por colmatar lacunas de capacidade da própria Entidade Gestora, garantindo a esta, competências especializadas. [4]

Utilizadores: São pessoas singulares ou coletivas, públicas ou privadas, a quem é garantido de forma contínua, os serviços de abastecimento de água. Podendo estes serem classificados como utilizadores finais ou Entidades Gestoras utilizadoras, [4] como é exemplo o caso da ADC - Águas da Covilhã, EM. Como entidade gestora é, em algumas das suas zonas de distribuição, abastecida pela empresa ICOVI - Infra-estruturas e Concessões, EEM.

Os utilizadores finais, podem ainda ser subdivididos em utilizadores domésticos no caso de habitações, e utilizadores não-domésticos englobando por exemplo o comércio, indústria, autarquias, entre outros. [4]

Sociedade civil: Através de associações de defesa dos utilizadores, associações empresariais, associações de defesa do ambiente, entre outros, a sociedade civil intervém no setor de abastecimento de água de diversas maneiras, podendo ainda ser considerado o público em geral, afetado diretamente pelo serviço prestado pelas Entidades Gestoras. [4]

2.3 - Sistemas de abastecimento de água em Portugal

O serviço público de abastecimento de água em Portugal tem vindo a melhorar consideravelmente ao longo dos últimos trinta anos. Apesar de se ter verificado uma evolução bastante positiva, é necessário ter consciência do enorme esforço que há ainda para fazer até se atingir uma situação equiparada à dos países europeus mais desenvolvidos. [5]

Na Figura 2, é possível analisar o crescente investimento financeiro que tem vindo a ser realizado em Portugal na criação de infraestruturas de abastecimento de água. [5]

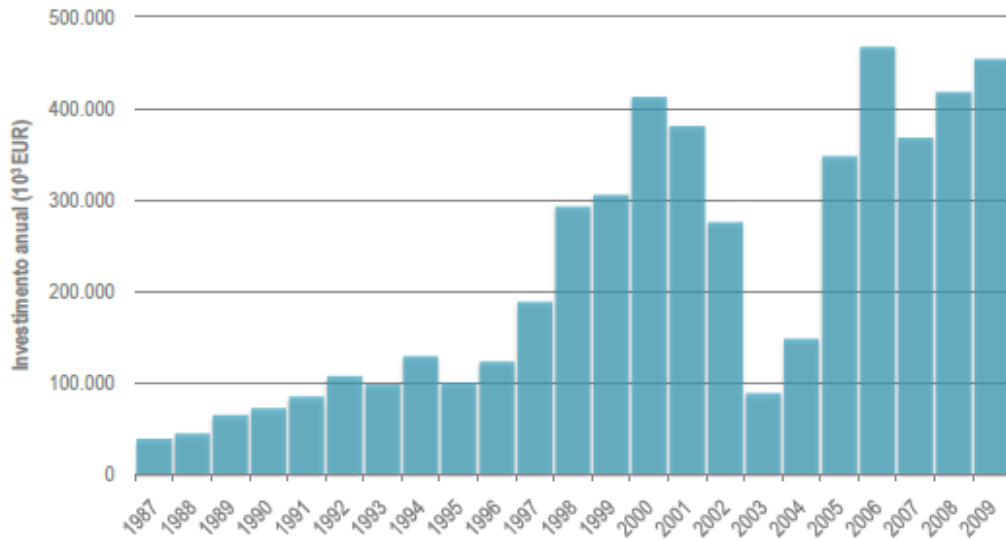


Figura 2 - Evolução do investimento anual na criação de infraestruturas de abastecimento de água em Portugal [5]

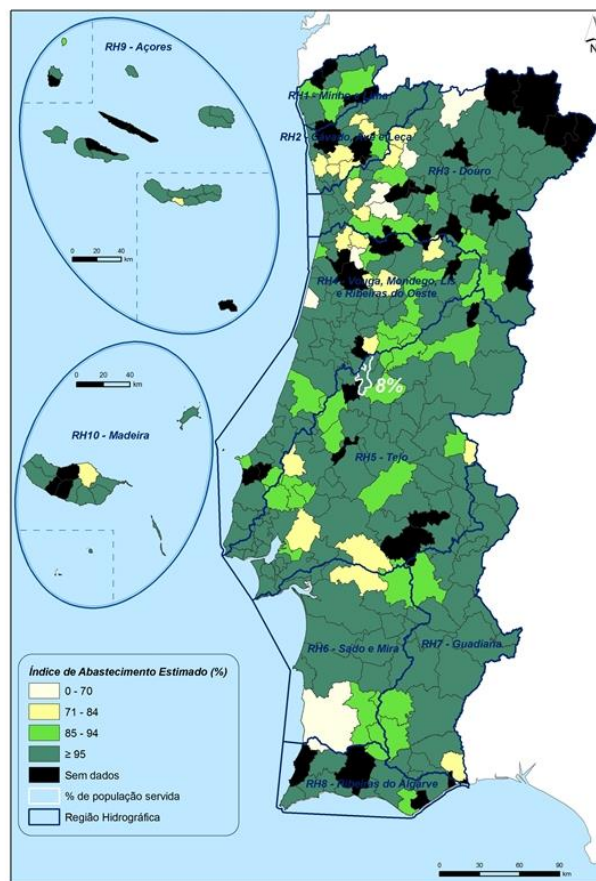


Figura 3 - Índice de cobertura de abastecimento de água por concelho em Portugal [5]

Considerando a informação sobre o índice de cobertura de abastecimento de água por concelho, é possível verificar que ainda não cobre a totalidade do território nacional, como exposto na

Figura 3. No entanto, uma elevada percentagem dos 264 concelhos em Portugal apresentam um índice de cobertura igual ou superior a 95%, valor resultante do forte investimento realizado na infraestruturização de redes de abastecimento de água, exposto na Figura 2. [5]

No caso particular do concelho da Covilhã é possível verificar que o índice de cobertura de abastecimento de água é superior a 95%.

2.3.1 - Evolução legal do setor em Portugal

A regulamentação do setor, definida pelas políticas públicas para a área de abastecimento de água tal como a conhecemos em Portugal, começou a ser publicada em finais do século XIX, sendo que ao longo dos anos as diferentes políticas públicas conduziram ao desenvolvimento de diferentes níveis de resultados na construção, modernização e organização dos sistemas de abastecimento de água. [6]

Neste trabalho, e para uma melhor compreensão, esta evolução legal é apresentada para quatro períodos da história de Portugal, coincidentes com os diferentes modelos governativos existentes, identificando as principais leis afetas aos sistemas de abastecimento de água e de relevância para o desenvolvimento da presente dissertação. O primeiro período diz respeito ao final do século XIX e início do século XX, o segundo durante o Estado Novo, o terceiro corresponde ao período entre o 25 de Abril de 1974 e a adesão à Comunidade Económica Europeia em 1986 e o quarto após a adesão à Comunidade Económica Europeia até aos dias de hoje.

2.3.1.1 - Finais do século XIX e início do século XX

É nos finais do século XIX que a inexistência de sistemas de abastecimento e saneamento de água começa a ser reconhecida cientificamente como causa para as diversas doenças infecciosas, bem como das elevadas taxas de mortalidade verificadas. Esta consciencialização, serviu de argumento essencial para a definição de uma reforma dos serviços de administração sanitária, capaz de redefinir as orientações fundamentais das políticas de saúde pública, bem como garantir as condições técnicas, administrativas e infraestruturais necessárias à sua implementação em todo o território nacional. Esta reforma dos serviços de administração sanitária viria a ser formalizada em legislação publicada entre 1899 e 1901. [6]

Considerando a frágil situação que o país atravessava no final do século XIX, que levou à bancarrota em 1892, conjuntamente com a indefinição política na escolha do melhor modelo de organização político-administrativa do território, que variava entre tendências centralizadoras e descentralizadoras, acabaram por limitar a criação de um modelo de governação para o sector de abastecimento e saneamento de águas em todo o território. [6]

Nas políticas de abastecimento de água e saneamento, “*observava-se uma dualidade entre vertente de saúde pública, que compreendia as funções de formação e inspeção sanitária a cargo do Ministério do Reino, e a vertente infraestrutural, que compreendia os processos de apoio técnico e financeiro às autarquias por parte do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria*”. [6]

Nesta época a predominância da questão da construção de equipamentos, instituiu uma visão infraestrutural da questão sanitária, acrescentando que a imputação dos custos financeiros das redes de água e esgotos aos municípios, traduzia a opção de descentralização, em oposição à estruturação administrativa que vigorava na transição do século XIX para o século XX em Portugal. [6]

Nas três primeiras décadas do século XX, a tendência reformadora do setor é identificada nas medidas aplicadas, quando em 1903 é realizado o primeiro inquérito às condições sanitárias das principais povoações, apenas efetuado, novamente, na década de 1930. [6]

Ainda nesta época é efetuada a definição de um programa transdisciplinar para um curso de formação avançada em saúde pública, com as vertentes de medicina e engenharia sanitária, que ficou limitado à vertente de medicina por inexistência de candidatos. Nesta época, esta situação foi explicada por falta de colocação profissional, embora a inoperância da administração sanitária e das autarquias no setor, encontrassem justificação na falta de meios técnicos e financeiros. [6]

2.3.1.2 - Durante o Estado Novo em Portugal (1933-1974)

Com a mudança do modelo governativo em Portugal, na década de 30 são realizados três inquéritos às condições sanitárias do país, retomando o esforço para a elaboração de um diagnóstico assente em dados concretos, iniciado no princípio do século, que demonstrava um interesse político neste setor. [6]

No entanto a tendência neste domínio de governação manteve-se igual ao observado no início do século, uma vez que, dos três inquéritos realizados nenhum abrangia a totalidade do território português, persistindo uma visão urbana sobre o problema. Existiu na altura um Plano de Abastecimento de Águas às Sedes dos Concelhos, em 1944, surgindo apenas em 1960 um plano denominado Plano de Abastecimento de Águas às Populações Rurais. [6]

Em termos de formação de técnicos capazes de assegurar a implementação das políticas neste setor, continuavam a existir problemas pedagógicos, o que conjuntamente, com o reduzido número de laboratórios necessários para a fiscalização da qualidade da água para consumo humano, justificava o fracasso das reformas, acompanhado pelo reduzido número de meios humanos e técnicos para o desenvolvimento do setor. [6]

Portugal prosseguiu numa situação de atraso estrutural no setor sanitário, com elevadas taxas de mortalidade e morbilidade causadas por doenças infecciosas que continuavam na década de 1970 a encontrar explicação na falta de condições de higiene das populações servidas com redes de águas e esgotos. *“Apenas 26% da população tinha acesso a sistemas de distribuição domiciliária de água (não existiam dados nacionais acerca das redes de esgotos), em 1972 esta percentagem seria de 40%, e de 17% para as redes de esgotos.”* [6]

É possível identificar os principais documentos legais, referentes ao período em análise:

Decreto-Lei 31095, de 31 de Dezembro de 1940 - Revendo o Código Administrativo de 1936, em 1940 é definido um novo Código Administrativo em que é definida a atribuição de competências de abastecimento público de água às Câmaras Municipais em Portugal. Constituindo um encargo legal dos municípios, dentro da sua área de intervenção, é definida a responsabilidade destes em deliberar sobre todo o serviço de abastecimento de água, desde a sua captação até à construção e conservação de redes de distribuição pública. [7]

Decreto-Lei nº 33:863, de 15 de Agosto de 1944 - Este decreto-lei visou reforçar o papel de intervenção do estado no serviço de abastecimento de água, invocando a necessidade e responsabilidade do governo de elaborar e executar um plano de investimentos que permitisse capacitar todas as sedes de concelho com água potável num espaço de dez anos, à data de publicação do decreto-lei, comparticipando as Câmaras Municipais através de empréstimos bancários e financiamento a fundo perdido. [8]

Lei nº 2103, de 22 de Março de 1960 - Esta lei é elaborada com o objetivo de alargar os serviços de abastecimento de água às populações rurais, definindo a comparticipação máxima de 75% por parte do Governo Central às Câmaras Municipais para execução das obras. [9]

2.3.1.3 - Durante a Terceira República (1974-2015)

Considerando que a visão infraestrutural sobre o setor se manteve até ao final da década de 80, assim como a dificuldade na implementação de um modelo integrado de políticas públicas no território nacional, este paradigma apenas é alterado com a adesão de Portugal em 1986 à Comunidade Económica Europeia (CEE). Com a consequente disponibilização de recursos financeiros foi possível iniciar-se uma reforma no setor, que nos aspetos essenciais se mantém até à atualidade. [6]

No presente trabalho a época definida entre o 25 de abril de 1974 até à atualidade é desagregada em dois períodos distintos no que concerne ao desenvolvimento legal associado às políticas públicas para a área de abastecimento de água, usando o ano de adesão à CEE como referência para as grandes alterações preconizadas até à atualidade.

2.3.1.3.1 - Antes da adesão à União Europeia (1974-1986)

Como referido anteriormente um dos principais problemas associados aos sistemas de abastecimento de água em Portugal durante este período, estava associado à dificuldade de implementação de um modelo integrado de políticas públicas no território nacional. [6]

Em 1976 é desenvolvido um modelo que visava a rotura com a lógica de administração autárquica dos serviços de água e saneamento, que deveria dar lugar a um modelo que assentava na criação de um sistema empresarial público de escala regional através da criação de empresas regionais. [6]

Porém, o movimento político da época assentava no pressuposto do reforço da autonomia administrativa e financeira das autarquias para o desenvolvimento de um Estado democrático, o que originou que um modelo aparentemente simples na sua conceção não se demonstrasse consensual. [6]

Desta forma o quadro de atribuições autárquicas que vinha sendo adotado desde o século XIX, e os problemas que persistiam ao longo dos anos, sendo eles: *“a falta de mecanismos de regulação ou critérios no financiamento, a escassez de competências técnicas, o elevado número e dispersão territorial dos sistemas existentes, a escassez de informação de base acerca do setor em geral e das entidades prestadoras de serviço em particular ou a dificuldade de articular a atuação da administração central com perto de três centenas de municípios”*, levaram a que Portugal regista-se um elevado atraso no serviço de abastecimento de água comparativamente com os restantes países Europeus. [6]

Em 1977 com a Lei de Delimitação dos Setores ficava vedado o acesso de entidades privadas ao desenvolvimento de atividades do setor, o que torna evidente uma segunda problemática das políticas públicas do setor: a relação entre a gestão pública e privada. [6]

Lei nº 46/77, de 8 de Julho de 1977 - Estabeleceu a delimitação de sectores de atividade económica e que, no seu 4º Artigo, vedava, em especial, *“empresas privadas e a outras entidades da mesma natureza o acesso às seguintes atividades económicas:*

- a) *Captação, tratamento e distribuição de água para consumo público, através de redes fixas;*
- b) *Saneamento básico;”* [10]

2.3.1.3.2 - Após adesão à União Europeia (1986-2015)

A entrada para a CEE, em 1986, representou uma alteração profunda no contexto de atuação do Estado português e dos restantes intervenientes no setor. Dotado de meios financeiros, o Estado português ficou capacitado para efetivar investimento no setor. No entanto esta capacitação financeira implicou mais responsabilidades relativas ao cumprimento das obrigações decorrentes das disposições do direito comunitário em matéria de ambiente, através

de diretivas criadas pelo Conselho, pelo Parlamento e/ou pela Comissão da União Europeia que têm de ser transpostas para a ordem jurídica de cada Estado-Membro num prazo definido, normalmente entre 2 e 3 anos. [6]

Foram assim criadas condições financeiras para que Portugal, como beneficiário da política de coesão europeia, modificasse profundamente a estratégia no setor, com os objetivos de melhorar a cobertura e a qualidade do serviço prestado aos cidadãos. [6]

Uma dessas grandes alterações estratégicas é preconizada através da reforma que o setor sofreu em 1993. Uma reforma que assume como principal característica a procura da sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água e saneamento (SAAS), com a revisão do enquadramento institucional e legislativo, dos modelos de governação e da organização territorial, como pontos-chave para a estratégia integrada a implementar. Posteriormente, em 1986, é possibilitada a participação de capitais privados em Entidades Gestoras. [6]

Mais recentemente, com a criação do Regime Jurídico dos Serviços Municipais de Abastecimento de Água foram estabelecidas obrigatoriedades legais que uma Entidade Gestora tem de respeitar. [6]

Decreto-Lei nº 372/93, de 29 de Outubro de 1993 - Estabelece a distinção entre sistemas multimunicipais e sistemas municipais, permitindo ainda, a concessão a empresas privadas dos sistemas municipais, prevendo ainda que os sistemas multimunicipais seriam concessionados a entidades do setor público ou a entidades com maioria de capitais públicos. [11]

Decreto-lei nº 162/96, de 4 de Setembro de 1996 - Cria a possibilidade de participação de capitais privados em serviços de titularidade estatal ou municipal, com recurso aos modelos de gestão delegada, gestão concessionada ou gestão direta. [12]

Decreto-Lei nº 194/2009, de 20 de Agosto de 2009 - Cria o regime jurídico do serviços municipais de abastecimento de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos, estabelecendo diversas obrigatoriedades legais a que as entidades gestoras ficam abrangidas, nomeadamente: [13]

“5- As entidades gestoras que sirvam mais de 30 000 habitantes devem promover e manter:

a) Um sistema de garantia de qualidade do serviço prestado aos utilizadores;

b) Um sistema de gestão patrimonial de infraestruturas;

c) Um sistema de gestão de segurança;

d) Um sistema de gestão ambiental;

e) Um sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho.” [13]

2.3.2 - Entidades Gestoras e Modelos de gestão de serviços de abastecimento de águas em Portugal

Atualmente, em Portugal subsistem entidades de natureza e modelos de gestão muito distintos, em que a sua constituição é determinada pela titularidade, a amplitude geográfica e o objeto. [11]

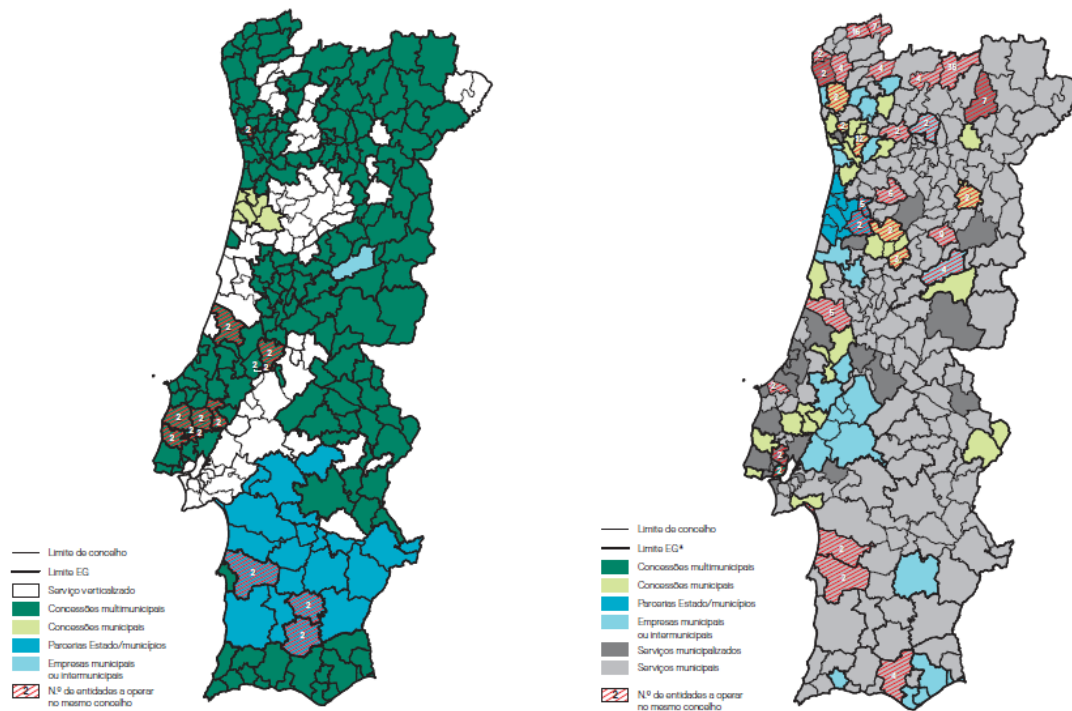


Figura 4- Distribuição em Portugal das Entidades Gestoras que prestam o serviço "em alta" (mapa da esquerda) e serviço "em baixa" (mapa da direita), adaptado de [3]

Definidos pelo Decreto-Lei nº379/93, de 5 de Novembro e da Lei nº88-A/97, de 25 de Julho, estas características, determinam a natureza da entidade gestora e o modelo de gestão que são apresentados na Tabela 2. [11]

Titularidade: Em termos de titularidade é efetuada a distinção de acordo com a participação detida pelo Estado ou pelo Município em que o modelo de gestão poderá ser a gestão direta, a gestão delegada ou a gestão concessionada. [11]

Amplitude geográfica: Em termos de amplitude geográfica, na titularidade municipal poderá existir a participação de um ou vários municípios, empresa intermunicipal ou a participação municipal e do Estado, designada, empresa multimunicipal. [11]

Objeto: Em termos do objeto é feita a definição entre sistema "em alta" e "em baixa", [11] sendo que esta definição é abordada com maior detalhe no subcapítulo 2.3.3.

Tabela 2 - Modelos de gestão de serviços de abastecimento de águas em Portugal, adaptado de [3]

MODELOS DE GESTÃO UTILIZADOS EM SISTEMAS DE TITULARIDADE ESTATAL		
MODELO	ENTIDADE GESTORA	TIPO DE COLABORAÇÃO
Gestão Direta	Estado (não existe atualmente qualquer caso em Portugal)	Não aplicável
Delegação	Empresa pública	Não aplicável
Concessão	Entidade concessionária multimunicipal	Participação do Estado e municípios no capital social da entidade gestora concessionária, podendo ocorrer participação minoritária de capitais privados
MODELOS DE GESTÃO UTILIZADOS EM SISTEMAS DE TITULARIDADE MUNICIPAL OU INTERMUNICIPAL		
MODELO	ENTIDADE GESTORA	TIPO DE COLABORAÇÃO
Gestão Direta	Serviços municipais	Não aplicável
	Serviços municipalizados	Não aplicável
	Associação de municípios (serviços intermunicipalizados)	Constituição de uma pessoa coletiva de direito pública integrada por vários municípios
Delegação	Empresa constituída em parceria com o Estado (integrada no setor empresarial local ou do Estado)	Participação do Estado e municípios no capital social da entidade gestora da parceria
	Empresa do setor empresarial local sem participação do Estado (constituída nos termos da lei comercial ou como entidade empresarial local*)	Eventual participação de vários municípios no capital social da entidade gestora, no caso de serviço intermunicipal, podendo ocorrer participação minoritária de capitais privados
	Junta de freguesia e associação de utilizadores	Acordos ou protocolos de delegação entre município e junta de freguesia ou associação de utilizadores
Concessão	Entidade concessionária municipal	Parceria público-privada (municípios e outras entidades privadas)

No caso de existência de uma associação de municípios ou serviços intermunicipalizados, a mesma é constituída através da criação de uma pessoa coletiva de direito público, integrada por vários municípios. [14]

O regime de exploração e gestão dos sistemas municipais e multimunicipais identifica como sistemas multimunicipais os casos em que abrangem pelo menos dois municípios e exijam um investimento predominante a efetuar pelo Estado em função de razões de interesse nacional e os sistemas municipais como todos os que não forem constituídos como multimunicipais, ou seja, todos os outros são geridos através de associações de municípios. [14]

Nos sistemas multimunicipais, a gestão e exploração pode ser diretamente efetuada pelo Estado ou atribuída, em regime de concessão a uma entidade pública de natureza empresarial ou a uma empresa que resulte da associação de entidades públicas, com posição obrigatoriamente maioritária no capital social, com entidades privadas. [14]

Para os sistemas municipais, a exploração e a gestão pode ser efetuada diretamente pelo município e associações de municípios ou atribuída, em regime de concessão, a entidade pública ou privada de natureza empresarial, bem como a associações de utilizadores. [14]

Em termos de amplitude geográfica, na titularidade estatal e no que se refere aos sistemas multimunicipais a concessão é outorgada pelo Estado a uma empresa de capital maioritariamente público que é fornecedora dos municípios que integram o sistema. [14]

Atualmente não existe nenhuma empresa com o modelo de gestão direta, em que o Estado é a entidade gestora. No modelo de gestão delegada, existe a empresa pública, Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. (EPAL) que é uma empresa pública com capital inteiramente público. [14]

No modelo de gestão em concessão a entidade gestora é uma entidade concessionária multimunicipal em que a participação maioritária é do Estado ou do Município no capital social da Entidade Gestora concessionária, podendo ocorrer participação minoritária de capitais privados. [14]

Na Tabela 3, é apresentada a distribuição existente em Portugal das Entidades Gestoras, bem como a População Abrangida, com dados referentes a 2011. [14] Em análise da mesma é clara a responsabilidade que as autarquias locais assumem na gestão dos serviços de abastecimento de água.

Tabela 3 - Distribuição das Entidades Gestoras em Portugal, adaptado de [14]

Entidade Gestora	Nº de Entidades	População Residente Abrangida	Nº de Clientes Domésticos
Câmara Municipal	207	3 448 822	1 607 308
Serviços Municipalizados	24	2 477 076	1 142 508
Empresa Pública ou Municipal	26	2 746 352	1 257 911
Concessão	27	1 883 603	700 033

2.3.3 - Sistemas “em alta” e “em baixa”

Um sistema de abastecimento de água e saneamento compreende um conjunto de etapas com diferenças significativas para cada uma das áreas: abastecimento de água e saneamento. [15]

O setor de abastecimento de águas tem como objetivo o abastecimento de água às populações urbanas e rurais, assim como aos serviços, comércio e indústria, tendo o setor do saneamento como objetivo a recolha, drenagem de águas pluviais e residuais e o tratamento de águas residuais de origem doméstica, industrial e pluvial. Estes dois setores compreendem um conjunto de etapas muito distintas, usualmente denominadas de sistema “em alta” e sistema “em baixa”. [15]

Os sistemas “em alta”, em termos de abastecimento de água englobam os componentes de captação, tratamento e adução e em determinadas situações englobam os reservatórios de entrega. [15]

Os sistemas “em baixa”, em termos de abastecimento de água compreendem os componentes de distribuição que ligam o sistema “em alta” ao consumidor e respetivos ramais de ligação, englobando os reservatórios de entrega quando estes não estão integrados nos sistemas em alta. [15]

Esta distinção entre sistemas “em alta” e “em baixa” aplica-se no caso de sistemas integrados e em que a simultaneidade entre ambos os sistemas não se verifica, ou seja, nos casos em que a gestão dos sistemas é efetuada apenas por um município. [15]

2.3.4 - Caracterização económico-financeira das entidades gestoras em Portugal

Do ponto de vista económico-financeiro, o setor das águas constitui um caso típico de indústria de rede, tanto ao nível da atividade em alta como ao nível da atividade em baixa, configurando a gestão destas infraestruturas situações de monopólio natural. A principal característica de um monopólio natural é a existência de rendimentos crescentes à escala em todos os níveis de produção relevante. Outra característica relevante neste setor tem em conta os custos associados à mesma, nomeadamente a existência de custos fixos e custos perdidos muito elevados, sendo que os custos médios são decrescentes no longo prazo. [3]

Neste setor a escala destes monopólios é regional, na medida da abrangência geográfica de cada rede explorada, tanto na atividade em alta como em baixa. Sendo o monopólio natural uma falha de mercado, no sentido deste não ser concorrencial, a regulação do setor, designadamente a económica, surge como forma de reduzir a perda de bem-estar social e consequentes ineficiências resultantes da existência de um monopólio natural.

O setor das águas caracteriza-se, em termos dos recursos que absorve, como capital-intensivo e de elevados períodos de retorno do investimento. Tal justifica-se, por um lado, pelos longos períodos de vida útil das infraestruturas e, por outro, pelo facto de que, para reduzir os períodos de retorno dos investimentos realizados, seria necessário aumentar as receitas anuais, com impactos significativos nas tarifas a praticar aos utilizadores finais. [3]

2.3.5 - Caracterização da qualidade do serviço prestado em Portugal

Durante os últimos anos em Portugal foi feito um esforço de infraestruturização e financeiro importante com o apoio de fundos comunitários que permitiram uma acessibilidade física de cerca de 95% para o serviço de abastecimento de água e de 80 % para o serviço de águas residuais. No entanto, atualmente o setor está confrontado com um desafio muito importante de sustentabilidade económica e financeira. [16]

Sector e indicador	Valores Média ponderada					Intervalo de referência (Bom desempenho)
	2004	2005	2006	2007	2008	
Abastecimento de água: produção e adução						
AA 11 – Cumprimento do licenciamento das captações de água (%)	90	64	67	64	60	100
AA 12 – Utilização das estações de tratamento (%)	70	62	66	64	67	70-90
AA 13 – Capacidade de reserva de água tratada (dias)	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	³ 1
AA 14 – Reabilitação de condutas (%/ano)	3,0	1,8	1,3	0,6	0,4	1-2
AA 16 – Avarias em condutas (n.º/100 km/ano)	16	12	12	11	8	0 -15
AA 18 – Ineficiência de utilização dos recursos hídricos (%)	4,2	3,2	3,0	4,1	4,1	0 - 4
AA 19 – Eficiência energética de instalações elevatórias (kWh/m3/100 m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,27 - 0,4
Abastecimento de água: distribuição						
AA 13 – Capacidade de reserva de água tratada (dias)	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	³ 1
AA 14 – Reabilitação de condutas (%/ano)	0,9	1,6	1,3	0,8	0,9	1-2
AA 15 – Reabilitação de ramais (%/ano)	2,2	2,9	2,6	2,3	2,0	2
AA 16 – Avarias em condutas (n.º/100 km/ano)	99	81	67	63	55	0-15
AA 18 – Ineficiência de utilização dos recursos hídricos (%)	18,6	16,9	15,8	15,2	14,1	0-15
AA 19 – Eficiência energética de instalações elevatórias (kWh/m3/100 m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,27 - 0,4

Figura 5 - Desempenho infraestrutural das entidades gestoras reguladas, de acordo com o RASARP 2008, ERSAR [16]

Analisando a Figura 6, a frequência de avarias em condutas e ramais integrados nos sistemas de distribuição, está em média acima dos valores internacionalmente recomendados. Este facto

é, em grande parte, explicado pelas baixas taxas de reabilitação que ocorrem em Portugal, inferiores aos valores de referência considerados adequados, levando a que o serviço prestado em termos de qualidade, seja deficiente e inferior aos padrões médios da maioria dos países da União Europeia. No caso dos sistemas de adução, a frequência de avarias, não é particularmente grave, apresentando valores aceitáveis, uma vez que são sistemas muito jovens. [16]

Os resultados do diagnóstico da situação atual levaram assim a um novo paradigma que norteou a elaboração de documentos estratégicos para o setor, como por exemplo o *PENSAAR 2020 - Uma nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais*. [1]

Fazendo um diagnóstico à situação atual, o PENSAAR 2020 destaca os seguintes constrangimentos mais importantes, que devem ser resolvidos através de uma estratégia setorial para o período compreendido entre 2014 e 2020:

- O desconhecimento das infraestruturas de abastecimento de água e de serviço de águas residuais por parte de um grande número de Entidades Gestoras, nomeadamente para a distribuição de água e drenagem de águas residuais, integrados em sistemas «em baixa»; [17]
- O grau de utilização de algumas infraestruturas, a adesão dos utilizadores ao serviço «em baixa» e a ligação dos sistemas municipais aos multimunicipais, com valores abaixo do que seria desejável; [17]
- O ritmo de reabilitação dos ativos, claramente insuficiente e estimado em cerca de 50% do recomendado pelas boas práticas, com riscos para a qualidade dos ativos e repercussões negativas no desempenho do setor, nomeadamente nas perdas físicas de água distribuída e nas afluências indevidas às redes de coletores de SAR através de infiltrações; [17]
- A existência de volumes de água não faturada ainda bastante elevados; [17]
- O desconhecimento dos gastos na prestação dos serviços de AA e de SAR por parte de um grande número de EG, sobretudo nos sistemas «em baixa»; [17]
- A recuperação de gastos aquém de níveis que garantam a sustentabilidade económica e financeira das EG e do setor em geral; [17]
- As tarifas atualmente praticadas são suficientemente baixas para permitir uma acessibilidade económica da quase totalidade dos utilizadores ao serviço, mas com

repercussões negativas na sustentabilidade económico-financeira de algumas EG e existindo grandes assimetrias; [17]

- Os problemas atuais de disponibilidade de recursos financeiros, nomeadamente o acesso ao endividamento das EG [17]

2.4 - Objetivos PENSAAR 2020

O plano PENSAAR 2020 - Uma nova estratégia para o sector de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais, aprovado pelo Despacho nº4385/2015, de 30 de abril de 2015, [17] é um documento criado sobre seis pressupostos essenciais à sua elaboração:

“- Elaborar uma estratégia com base nas estratégias no passado, nomeadamente no PEAASAR II;

- Identificar e clarificar causas dos problemas que afetam o setor com base em dados concretos;

- Definição de uma estratégia com base em objetivos de sustentabilidade em todas as suas vertentes, a médio e longo prazo;

- Dentro da estratégia de sustentabilidade, agregar todos os atores setoriais de forma a obter ganhos partilhados, fomentando uma melhoria qualitativa do setor;

- Criação de um Grupo de Apoio à Gestão que visa assegurar a implementação da estratégia definida no PENSAAR 2020, bem como garantir o apoio à boa governança do setor de forma contínua;

- Tendo em conta que este é um setor que produz um bem económico e social de elevada importância, o documento contribui para a definição de um setor de excelência com elevado desempenho num contexto económico-social desfavorável.” [17]

Neste sentido o PENSAAR 2020 foi elaborado com base em quatro fases:

“- Fase 1: Balanço do PEAASAR II e diagnóstico da situação atual

- Fase 2: Visão, objetivos, indicadores, metas e cenários

- Fase 3: Medidas, ações, investimentos e recursos financeiros, humanos e legais

- Fase 4: Gestão, monitorização, atualização do plano e avaliação do seu desempenho” [18]

Tendo em conta os resultados de diagnóstico, já analisados na seção 2.3.5. do presente trabalho, o PENSAAR 2020 é baseado numa “*estratégia menos centrada na realização de infraestruturas para aumento da cobertura e focalizando-se mais na gestão dos ativos, seu funcionamento e na qualidade dos serviços prestados com uma sustentabilidade abrangente.*” É ainda considerada particular atenção para o elevado número de Entidades Gestoras de pequena dimensão ou com modelos de gestão não empresarial ou profissional com desempenho insatisfatório, considerado pelos autores como a “*base dos problemas setoriais identificados no diagnóstico.*” [18]

Com base no diagnóstico feito e considerando documentos que definem o quadro legal comunitário como por exemplo o documento “*Position of the Commission Services on the development of the partnership agreement and programmes in Portugal for the period 2014-2020*”, o PENSAAR 2020 define cinco objetivos estratégicos expostos na Figura 6.

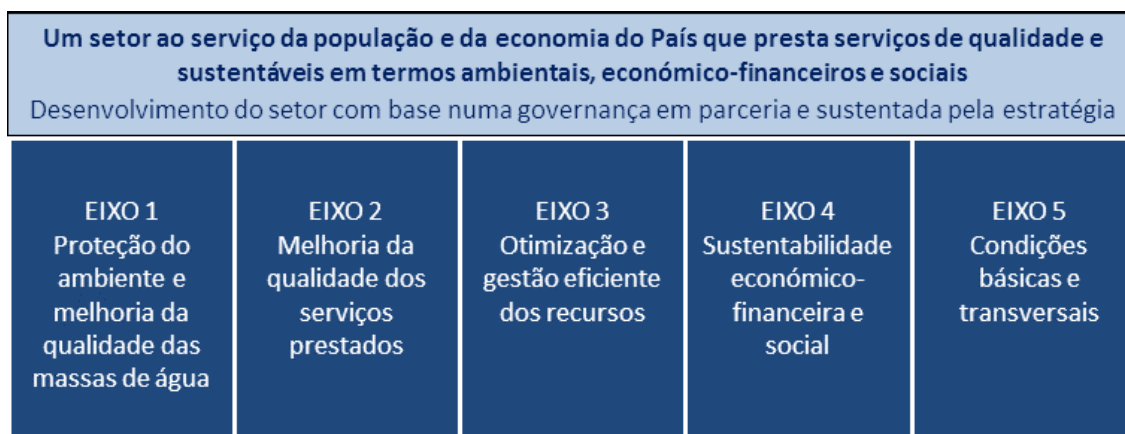


Figura 6 - Eixos de ação PENSAAR 2020 [18]

Para cada um dos objetivos foram ainda definidos dezanove objetivos operacionais apresentados na Tabela 4 aos quais estão associados estimativas de investimento até 2020, num total de 3.7 mil milhões de euros de investimentos a realizar no setor de serviços de abastecimento de águas e nos serviços de águas residuais.

Assim, e decorrente da análise da Tabela 4, é possível identificar que o maior esforço de investimento previsto até 2020 se concentra no Objetivo Operacional 3.4: Gestão eficiente de ativos e aumento da sua reabilitação.

Como referido anteriormente, os reduzidos níveis de renovação infraestrutural existentes em Portugal, levam a uma degradação da eficiência operacional dos sistemas e a uma progressiva diminuição da qualidade do serviço prestado.

Desta forma, “o bom desempenho funcional das infraestruturas depende da implementação de políticas de gestão de ativos, também designada por gestão patrimonial de infraestruturas (GPI).” [18]

Tabela 4 - Objetivos operacionais e estimativa de investimentos associados, adaptado de [18]

Eixos e objetivos operacionais associados	Investimento (M€)
Eixo 1: Proteção do ambiente, melhoria da qualidade das massas de água	918
Objetivo Operacional 1.1: Cumprimento do normativo	632
Objetivo Operacional 1.2: Redução da poluição urbana nas massas de água	54
Objetivo Operacional 1.3: Aumento de acessibilidade física ao serviço de SAR	232
Eixo 2: Melhoria da qualidade dos serviços prestados	739
Objetivo Operacional 2.1: Melhoria da qualidade do serviço de AA	514
Objetivo Operacional 2.2: Melhoria da qualidade do serviço de SAR	225
Eixo 3: Otimização e gestão eficiente dos recursos	1829
Objetivo Operacional 3.1: Otimização da utilização da capacidade instalada e aumento da adesão ao serviço	223
Objetivo Operacional 3.2: Redução das perdas de água	516
Objetivo Operacional 3.3: Controlo de aflúencias indevidas	279
Objetivo Operacional 3.4: Gestão eficiente de ativos e aumento da sua reabilitação	698
Objetivo Operacional 3.5: Valorização de recursos e subprodutos	107
Objetivo Operacional 3.6: Alocação e uso eficiente dos recursos hídricos	5
Eixo 4: Sustentabilidade económico-financiera e social	12
Objetivo Operacional 4.1: Recuperação sustentável dos gastos	0
Objetivo Operacional 4.2: Otimização e/ou redução dos gastos operacionais	12
Objetivo Operacional 4.3: Redução da água não faturada	0
Eixo 5: Condições básicas e transversais	208
Objetivo Operacional 5.1: Aumento da disponibilidade de informação	5
Objetivo Operacional 5.2: Inovação	6
Objetivo Operacional 5.3: Melhoria do quadro operacional, de gestão e prestação de serviços	5
Objetivo Operacional 5.4: Alterações climáticas, catástrofes naturais, riscos - redução, adaptação	160
Objetivo Operacional 5.5: Externalidades: emprego, competitividade, internacionalização	32
Total:	3705

Por forma a melhorar o nível de conhecimento das infraestruturas existentes, através da gestão eficiente dos ativos, a GPI é considerada no PENSAAR 2020 como um elemento essencial para um “conhecimento sobre o funcionamento das infraestruturas, as características e contexto das respetivas avarias, etc., para definir um equilíbrio entre o custo que se pode assumir na substituição e os níveis de desempenho das referidas infraestruturas”. [18] É desta forma considerado que as estratégias de reabilitação deverão ser determinadas pela implementação

de uma gestão racional dos ativos infraestruturais no sentido de minimizar os seus custos de ciclo de vida, prolongando assim a sua vida útil, adiando e faseando o investimento com efeitos positivos nos preços dos serviços. [18]

2.5 - Considerações finais

No presente capítulo, é possível concluir que os sistemas de abastecimento de água são de grande importância para a sociedade atual, por serem constituídos por uma diversidade de componentes e agentes que interagem com o sistema.

A evolução legal associada aos sistemas de abastecimento de água em Portugal permite que atualmente exista uma grande diversidade de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água, divididos pela titularidade, amplitude geográfica e objeto.

No âmbito da presente dissertação à evolução legal registada em Portugal, estão ainda associadas dois importantes factos: o primeiro referente à possibilidade de integração de capitais privados nas Entidades Gestoras e o outro referente à preocupação que a legislação em vigor coloca na gestão eficiente dos ativos de um SAA, através da obrigatoriedade legal de implementação de um sistema de Gestão Patrimonial de Infraestruturas.

Atualmente os reduzidos níveis de renovação infraestrutural nas redes de distribuição existentes em Portugal estão identificados como a causa de uma degradação da eficiência operacional dos sistemas e a uma progressiva diminuição da qualidade do serviço prestado.

Desta forma, e para que seja feita uma gestão eficiente dos ativos associados a um SAA, é reconhecida a importância na definição e implementação de planos de Gestão Patrimonial de Infraestruturas em Entidades Gestoras. Sendo o reconhecimento referido não só decorrente da obrigatoriedade legal existente no que concerne à implementação planos de GPI já referida, bem como da importância apresentada que a GPI assume para a estratégia setorial no período 2014-2020, denotando a determinação que a administração central tem na GPI de sistemas de abastecimento de águas, como forma a garantir o cumprimento dos requisitos de desempenho dos sistemas, capacitando desta forma as Entidades Gestoras para lidar com uma grande diversidade de desafios.

Capítulo 3 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas

ÍNDICE

3.1 - Considerações gerais

3.2 - Origem da Gestão Patrimonial de infraestruturas

3.3 - Objetivos da Gestão Patrimonial de Infraestruturas

3.4 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Águas

3.5 - Plano de Gestão Patrimonial de Infraestruturas

3.6 - GPI no panorama internacional

3.7 - Considerações gerais

3.1 - Considerações gerais

Considerando a importância que a Gestão Patrimonial de Infraestruturas assume para a gestão eficiente dos ativos associados a um sistema de abastecimento de água, decorrente do exposto no capítulo 2, o presente capítulo é destinado a compreender a evolução do estado de arte referente à Gestão Patrimonial de Infraestruturas.

No presente capítulo é desenvolvida a origem e objetivos da GPI, a GPI integrada numa Entidade Gestora de sistemas de abastecimento de água, sendo ainda apresentados alguns desenvolvimentos da GPI no contexto internacional.

3.2 - Origem da Gestão Patrimonial de infraestruturas

A origem da Gestão Patrimonial de infraestruturas é definida com base no conceito de *“Infrastructure Asset Management”* ou simplesmente *“Asset Management”*, termos anglo-saxónicos que têm como principais objetivos garantir um equilíbrio entre o desempenho e os riscos assumidos, minimizando os custos relativos à sua posse, manutenção e operação, assegurando um determinado nível de serviço. [19]

Em primeiro lugar é importante definir qual a abrangência do âmbito de *“Infrastructure Asset Management”*. Os *“assets”* de uma organização contemplam as infraestruturas, outros bens físicos, o capital humano, o capital de informação, recursos naturais, recursos financeiros e bens intangíveis. O termo *“asset management”* de uma organização, no seu sentido geral, deve incluir todos tipos de bens. É esta a interpretação defendida, por exemplo, por Scott Haskins. [20]

A definição de *“Infrastructure Asset Management”* é bastante vasta. Em verdade, muitos autores e até organismos constituem a sua própria definição. Uma definição proposta pelo NRC - National Research Council e adotada, no âmbito do projeto *“Municipal Infrastructure Investment Planning”* destinado à cidade de Montréal no Canadá, é uma das definições que recolhe um consenso alargado, sendo aceite por muitas organizações hoje em dia. Definindo *“Asset Management”* como *“um procedimento empresarial e uma metodologia de apoio à decisão, que aborda todo o ciclo de vida de um componente, baseada em economia e engenharia, para um diverso número de componentes.”* [21]

Uma outra definição que também tem merecido um alargado consenso entende que *“Infrastructure Asset Management”* é uma abordagem de toda organização, consistindo *“na arte de equilíbrio entre desempenho, risco e custo.”* [22]

Em ambas as definições apresentadas é patente a heterogeneidade de conceitos e visões da temática. Na primeira considera-se que *“Asset Management”* se trata de um procedimento empresarial para decidir investimentos, considerando o ciclo de vida dos componentes. Sendo

que no segundo caso, a definição apresentada alarga enormemente a abrangência do conceito, passando de processo ou procedimento para uma abordagem de toda a organização, nas suas tomadas de decisão.

Se em termos de abrangência e aplicabilidade as definições são bastante diferentes, já em termos de avaliação económica, tal como o seu âmbito, ambas são mais convergentes, existindo sempre referência a este fator. No entanto e apesar disso, o “*ciclo de vida de um componente, baseada em economia e engenharia*” [21] e o “*equilíbrio entre desempenho, risco e custo*” [22], não são bem equivalentes. Ainda assim, faz-se uma especial referência, para o facto de na segunda definição ser incluído o risco, obrigando a uma análise de riscos económicos, não muito comum em bens físicos como as infraestruturas.

Tendo em conta o facto de estarmos perante a gestão de infraestruturas e não de outros ativos físicos é também importante definir o que é uma infraestrutura em termos das abordagens a seguir.

Assim uma infraestrutura é definida como um conjunto de componentes que não é substituído como um todo, mas sim renovado, pela substituição de elementos individuais, enquanto mantêm a sua função no sistema como um todo. Os componentes individuais da infraestrutura têm vidas úteis finitas, mas a infraestrutura tem uma vida indefinida, que se deve manter enquanto o serviço público que garante for necessário. [23]

Depois de compreendido o conceito de “*Infrastructure Asset Management*”, continua a faltar a terminologia, a aplicar em termos nacionais. Na perspetiva de Helena Alegre [24], poder-se-á traduzir “*Infrastructure Asset Management*” por “*Gestão Patrimonial de Infraestruturas*”, conforme nos descreve o texto seguinte:

“Para certos tipos de atividades (por exemplo, no caso das vias de comunicação) usa-se o termo “gestão patrimonial”, mais bem conseguida por traduzir melhor o duplo sentido de “asset”. A palavra património tem como desvantagem principal, no caso em análise, não fazer parte da gíria corrente da engenharia sanitária. Porém, tem algumas vantagens relevantes: tal como “asset”, pode ser usada tanto num sentido físico como num sentido financeiro; por outro lado – e esta característica do termo não é menos importante – tem implícito um apelo à sustentabilidade. O património cultural de uma região ou de um país, ou o património que passa de pais para filhos na forma de herança, é algo de que se deve usufruir, mas também preservar, manter, valorizar. De facto, o que está em causa quando trata de gerir “infrastructure asset” é encontrar os melhores procedimentos para preservar e valorizar o património em infraestruturas, garantindo que ele cumpre bem o serviço a que se destina e é passado em bom estado de conservação de geração em geração. Assim, optou-se por adotar a expressão “gestão

patrimonial de infraestruturas” como sinónimo de “infrastructure asset management”.
[24]

3.3 - Objetivos da Gestão Patrimonial de Infraestruturas

Depois de compreender o conceito e definição da Gestão Patrimonial de Infraestruturas, torna-se necessário entender quais os objetivos específicos da mesma.

A GPI, como definida anteriormente, é um procedimento empresarial que propõe uma tomada de decisão por parte de uma organização. Assim a operacionalização da GPI é normalmente conseguida através da implementação de programas ou planos de GPI.

Apesar dos planos de GPI serem desenvolvidos de forma mais aprofundada em subcapítulos futuros do presente trabalho, de forma sucinta, estes visam garantir que os sistemas se mantêm em condições de funcionamento, independentemente da idade dos diversos componentes ou da disponibilidade de fundos adicionais, interligando os objetivos da organização com os objetivos específicos da GPI. [16]

A GPI é reconhecida como essencial para a sustentabilidade dos serviços assentes em infraestruturas físicas de elevado custo de construção e manutenção, sendo assim apresentados na Tabela 5 os objetivos da GPI, integrados nos objetivos de uma Organização.

Na análise dos objetivos da Gestão Patrimonial de Infraestruturas, expostos na Tabela 5, encontram-se diversos pontos comuns com os objetivos delineados para a implementação das normas ISO 9000 [25]. Pode-se então entender que será mais simples de integrar a GPI em organizações onde os sistemas de gestão da qualidade estejam já em funcionamento. [16]

Apesar de muitos outros objetivos específicos, mais simples ou mais complexos, poderem ser assumidos por uma organização, numa primeira fase será aconselhável começar por objetivos mais simples, fazendo densificar os mesmos em paralelo com o aumento de sofisticação da Gestão Patrimonial de Infraestruturas. [16]

Tabela 5 - Objetivos da GPI associados aos objetivos de uma organização, adaptado de [16]

Objetivos da Organização	Objetivos Específicos da GPI
Implementar melhorias baseadas na GPI	- Aumento da consciencialização na organização sobre Gestão Patrimonial de Infraestruturas e as suas exigências;
	-Mudar mentalidades com o objetivo de implementar eficazmente os processos de GPI;
	-Identificar grupos de componentes de intervenção mais urgente, criando planos e atribuindo recursos;
Implementar o planeamento do ciclo de vida de um componente	- Identificar fragilidades futuras, que necessitarão de investimento;
	-Desenvolver planos estratégicos relacionados com a reabilitação, reparação e substituição de componentes;
	- Realçar problemas futuros com componentes, precavendo e reduzindo impactos negativos
Identificar relações custo/eficiência	- Identificar as “melhores práticas” para gerir os componentes com a melhor relação custo/eficiência;
	- Levar a cabo análises económicas para definir se reabilitamos os componentes e qual a melhor altura para o fazer;
	- Determinar o ponto ótimo entre manutenção planeada e não planeada, do ponto de vista económico;
	- Identificar os componentes necessários ao estabelecimento dos níveis de serviço;
	- Identificar oportunidades de investimento com o maior retorno;
Conhecer o custo real dos componentes	- Implementar sistemas que identifiquem os custos do ciclo de vida, componente a componente, relacionado com os níveis de serviço
Reduzir riscos	- Identificar componentes em risco
	- Identificar componentes cuja falha tenha graves consequências;
	- Reduzir a exposição da organização a incidentes relacionados com a falta de fiabilidade dos componentes;
	- Utilização de técnicas de gestão de risco para otimizar práticas de reparação/substituição de componentes.

3.4 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Águas

Como referido anteriormente as infraestruturas de abastecimento de água, constituem uma parcela muito significativa do património edificado de utilidade pública. Com um elevado valor económico, estas infraestruturas revelam a necessidade de serem geridas de modo sustentável para assegurar a sua prestação a longo prazo com uma qualidade de serviço elevada, garantindo com isso o desenvolvimento das comunidades e a proteção do meio ambiente. [16]

Assim no caso das infraestruturas de abastecimento de água, a GPI incide sobre a gestão de ativos fixos tangíveis que compõem os sistemas diretamente associados à prestação de serviço, como sejam as condutas, os reservatórios, as estações elevatórias e as estações de tratamento. [16]

Considerando as situações em que o principal objetivo das entidades gestoras é aumentar os níveis de cobertura de serviço, ou seja a construção de novas infraestruturas, a GPI incide fundamentalmente no planeamento, conceção e construção de novos sistemas. Em situações mais evoluídas, em que os sistemas de abastecimento já se encontram construídos e em operação com uma elevada taxa de cobertura, a GPI centra-se essencialmente na manutenção e na reabilitação dos sistemas existentes. [16]

Se por um lado em Portugal a fase mais intensa de construção de novos sistemas está quase concluída, por outro o envelhecimento e a degradação das infraestruturas existentes são inevitáveis devido a diversos fatores. Considerando este facto, é importante perceber que os requisitos de desempenho são cada vez mais exigentes e a preocupação com a sustentabilidade dos sistemas é cada vez maior. [16]

Grande parte dos sistemas de abastecimento de água em Portugal foram instalados há muito tempo, sendo que as infraestruturas estão a atingir níveis alarmantes de atraso nas ações de manutenção e reabilitação. O custo de substituição dessas infraestruturas é muito elevado, contudo, o diferimento de operações de manutenção e reabilitação que muitas Entidades Gestoras em Portugal adotam, com uma postura “reativa” em vez de uma postura “preventiva”, levam a que o agravamento das infraestruturas tenda a piorar com o tempo. [26]

Com a escassez de recursos impõe-se a necessidade de procedimentos eficazes e eficientes de manutenção de sistemas, para os quais uma Gestão Patrimonial de Infraestruturas é essencial. Sendo um setor estratégico e com grande relevância social e económica, é vital que os serviços de abastecimento de água sejam geridos de uma forma mais racional e eficiente do que aquela que tem vindo a ser feita. Sem uma gestão avançada e rigorosa das infraestruturas, não será possível assegurar níveis de serviço adequados no futuro, em particular no que diz respeito ao

abastecimento de água fiável e de elevada qualidade com utilização inteligente dos recursos naturais. [26]

Sinal desta mudança de funcionamento necessária a implementar nas Entidades Gestoras, é exemplo a aprovação do Decreto-Lei nº 194/2009, de 20 de Agosto de 2009, onde é estabelecido que “*as entidades gestoras que sirvam mais de 30 000 devem promover e manter, um sistema de gestão patrimonial de infraestruturas*” [13], ficando assim identificada a determinação que a administração central tem na implementação da GPI de sistemas de abastecimento de águas, como forma a garantir o cumprimento dos requisitos de desempenho dos sistemas, bem como preparar as entidades gestoras para lidar com uma grande diversidade de desafios, que incluem, alterações climáticas, escassez de recursos hídricos, expectativas sociais crescentes, desenvolvimentos tecnológicos e outros desafios relacionados com a saúde pública. [26]

3.4.1 - Objetivos da Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Águas

Depois de apresentada a importância da Gestão Patrimonial de Infraestruturas no âmbito dos sistemas de abastecimento de água, é importante perceber de forma concisa quais os objetivos e mais-valias que esta assume para uma Entidade Gestora.

Desta forma, Helena Alegre, define como objetivos da Gestão Patrimonial de Infraestruturas de Abastecimento de Água, a garantia de uma resposta adequada às necessidades de:

- “- Promover níveis de serviço adequados e assegurar a fiabilidade do serviço no longo prazo;*
- Melhorar a utilização sustentável de água e energia;*
- Gerir o risco, tendo em conta as necessidades dos utilizadores e a aceitabilidade do risco;*
- Prolongar a vida útil das infraestruturas existentes, como alternativa à construção de novas infraestruturas;*
- Preparar e fasear as adaptações necessárias para fazer face a alterações climáticas;*
- Melhorar as eficiências de investimento e operacional da organização;*
- Justificar de forma clara e simples as prioridades de investimento.” [27]*

3.4.2 - Conceitos associados

Por forma a compreender melhor a Gestão Patrimonial de Infraestruturas de um SAA, neste subcapítulo são apresentados e definidos alguns conceitos associados à mesma.

Infraestrutura: No caso dos sistemas de abastecimento de águas, entende-se por infraestrutura como sendo um sistema constituído por um conjunto de componentes, que asseguram a prestação de um serviço contínuo, pelo que deverá ser mantida em condições de operacionalidade adequadas à satisfação dos níveis de serviço pretendidos, de forma permanente. [16]

Reabilitação de sistemas de abastecimento de água: A reabilitação de sistemas de abastecimento de água é definida como “*qualquer intervenção física que prolongue a vida de um sistema existente ou melhore o seu desempenho estrutural, hidráulico ou de qualidade da água*”. [16]

CrITÉRIOS de avaliação: São aspetos ou perspetivas que permitem a avaliação do cumprimento dos objetivos definidos nos diferentes níveis de planeamento da GPI.

Medidas de desempenho: São parâmetros específicos usados para avaliar o desempenho. Podem assumir a forma de indicadores, índices ou níveis, estando normalmente associadas a critérios de avaliação. [16]

Metas: São valores propostos a atingir para as medidas de desempenho num dado horizonte temporal, podendo ser de curto, médio ou longo prazo. [16]

Indicadores de desempenho: São medidas quantitativas de eficiência ou de eficácia da atividade de uma entidade gestora, resultantes de uma combinação algébrica de diversas variáveis. Podem ser adimensionais (por exemplo em %) ou expressar intensidade (por exemplo euros/m³) e não extensão (exemplo m³/ano). São calculados com base em registos históricos. [28]

Índices de desempenho: São medidas resultantes da combinação de medidas de desempenho elementares (por exemplo: indicadores de desempenho, níveis de desempenho) ou da aplicação de instrumentos de análise (modelos de cálculo de eficiência de custos, modelos de simulação hidráulica). Destinam-se, de forma geral, a sintetizar várias perspetivas de análise numa unidade de medida. [28]

Níveis de desempenho: São medidas de desempenho de natureza qualitativa, expressas em categorias discretas (excelente, bom, insatisfatório). Em geral, são adotadas quando não é viável calcular medidas quantitativas. [28]

3.4.3 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas integrada numa Entidade Gestora de Serviços de Abastecimento de Águas

As entidades gestoras de serviços de abastecimento de água têm diversos tipos de ativos, tais como ativos fixos tangíveis, ativos intangíveis e ativos financeiros. Os ativos fixos tangíveis incluem bens, tais como infraestruturas físicas, edifícios e equipamentos de apoio, mobiliário e parque de veículos. Os ativos intangíveis incluem ativos de informação, ativos humanos e respetivo “know-how” e outros ativos intangíveis, tais como o valor da base de clientes, o valor da relação com a banca e fornecedores bem como outro tipo de vantagens intangíveis. Por outro lado os ativos financeiros correspondem ao valor líquido de investimentos financeiros. No contexto da GPI, de entre os ativos referidos, são os ativos fixos tangíveis relativos às infraestruturas físicas onde a GPI centraliza o seu âmbito de ação. [16] No entanto, e tal como a Figura 7 apresenta, os ativos físicos infraestruturais têm uma relação com os restantes ativos de uma organização, que não deverão ser descurados numa abordagem GPI.



Figura 7 - Relação entre os ativos infraestruturais e os restantes ativos de uma Entidade Gestora [16]

Assim, e apesar do seu principal foco de ação serem as infraestruturas físicas, a gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água deverá ser entendida como uma abordagem de toda a organização, para que o resultado da GPI, e tal como definido por Brown e Humphrey [22], resulte num *“equilíbrio entre as dimensões de desempenho, risco e custo numa perspetiva a longo prazo.”*

Envolvendo toda a organização, a GPI requer uma intervenção coordenada entre os diferentes níveis de planeamento de uma organização. Estes níveis de planeamento são desenvolvidos no subcapítulo 3.4.9 do presente trabalho. A GPI é assim uma abordagem multidisciplinar, sendo as principais competências envolvidas a gestão (incluindo economia e sociologia das organizações), a engenharia (civil, ambiental, mecânica) e a informação (gestão da informação,

comunicação, informática), que visa promover ações direcionadas para maximizar o desempenho dos ativos em termos do serviço que prestam. [29]

Estes conceitos são usualmente representados pelo “cubo da GPI” [27], apresentado na Figura 8.

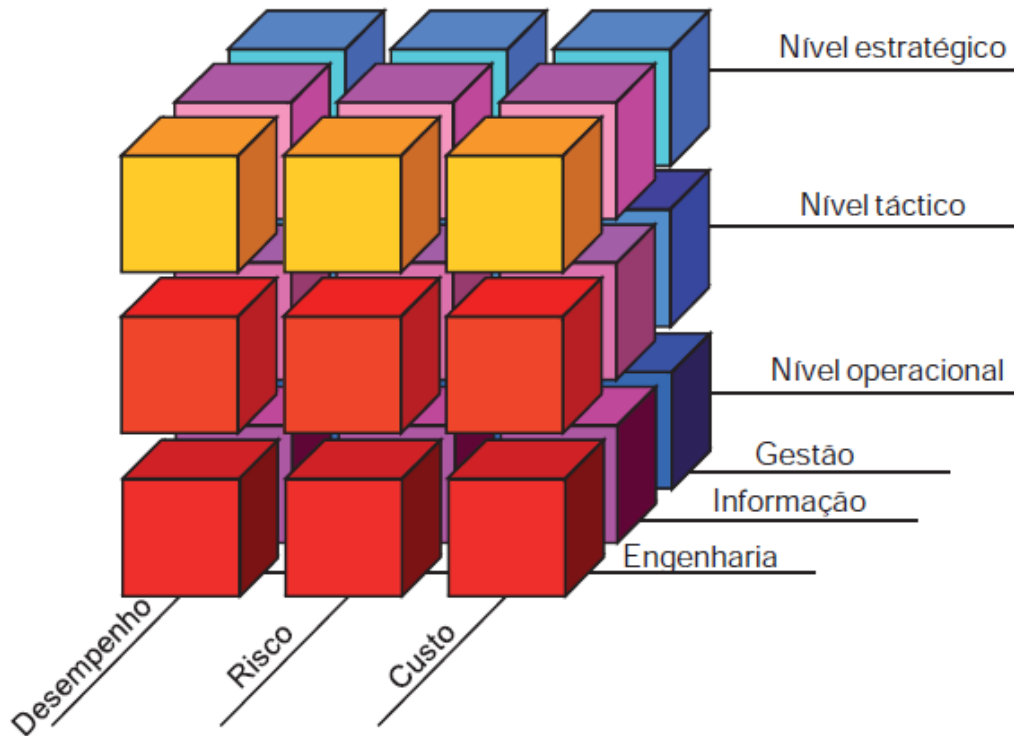


Figura 8 - Cubo da GPI [27]

Algumas das ações associadas à GPI integram:

- Manutenção de inventários atualizados dos componentes do sistema;
- Manutenção de dados de monitorização e de registos sobre o estado de conservação do sistema;
- Adoção de uma visão de longo prazo;
- Planeamento, manutenção ou reabilitação do sistema;
- Otimização das amortizações e dos reinvestimentos;
- Identificação e gestão do risco. [16]

3.4.4 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas - Abordagem simplificada

A Gestão Patrimonial de Infraestruturas pode ser inicialmente integrada numa Entidade Gestora, como forma de cumprir requisitos legislativos ou organizacionais que permitam o planeamento e/ou o controlo financeiro. [16]

É usual designar-se este nível de GPI por “*basic asset management*”, que em português poder-se-á traduzir por GPI “simplificada”. Este é um nível de GPI que retém os princípios mais elementares da GPI, deixando de parte a gestão de risco e análises mais sofisticadas da informação, baseando-se no estado atual da entidade gestora, ao nível dos procedimentos existentes, das estratégias, dos níveis de serviço e do estado físico dos componentes. [16]

Uma abordagem simplificada tem normalmente em consideração:

- Análise do ciclo de vida dos componentes;
- Previsões de 10 a 20 anos para a manutenção/reabilitação dos componentes;
- A informação atualmente existente e os níveis de serviço atuais;
- Expõe o contraste entre as estratégias de gestão atuais e as oportunidades de melhoria. [16]

O desenvolvimento de uma abordagem deste tipo, leva a algumas vantagens, sendo que se pode destacar o facto de não ser necessário reunir toda a informação antes de avançar para a implementação de um plano GPI, sendo o plano adaptado e melhorado à medida que a informação for disponibilizada. Outras das vantagens são o reduzido custo de implementação, a consciencialização para a problemática da GPI, bem como a implementação de procedimentos de recolha de informação adaptados a uma utilização futura no âmbito de um plano GPI melhorado. [16]

Como desvantagem principal tem-se o menor nível de confiança dos resultados deste tipo de análise. [16]

As premissas subjacentes à execução deste tipo de abordagem devem estar claramente explicitadas, bem como a estratégia de melhoria contínua do programa de Gestão Patrimonial de Infraestruturas e a sua futura passagem a uma abordagem integral, mais sofisticada com maiores potencialidades. [16]

3.4.5 - Gestão Patrimonial de Infraestruturas - Abordagem integrada

Uma evolução do “*Basic Asset Management*” será aquilo que é internacionalmente designado por “*Advanced Asset Management*”, que dentro da lógica anteriormente exposta se poderá traduzir para português por GPI “integral”. [16]

Esta é uma abordagem que pretende otimizar estratégias, planos, procedimentos e atividades, de forma a cumprir os objetivos gerais propostos através da recolha e análise de desempenho e gestão de risco. [16]

À medida que o programa de GPI implantado vai evoluindo e aumentando de sofisticação, mais informação vai sendo recolhida. A abordagem integral inclui normalmente modelos de deterioração de componentes, modelação de risco, técnicas de tomada de decisão otimizadas, entre outras. [16]

A sofisticação no qual se baseia o programa de GPI terá de ser baseada nos seguintes elementos fundamentais: [16]

- Níveis de serviço bem definidos par a atividade desenvolvida ou a desenvolver;
- Dados fiáveis e com elevados níveis de exatidão, baseados tanto quanto possível em medições ou observações objetivas;
- Avaliações periódicas do programa e dos planos, confirmando a validade lógica e técnica da solução, bem como a sua correta implantação. [16]

3.4.6 - Estabelecimento de prioridades de reabilitação

Como referido anteriormente, as entidades gestoras podem ter dois tipos de atitude mediante os seus sistemas de abastecimento de água, uma atitude reativa ou uma atitude preventiva.

No que concerne à atitude reativa que uma EG possa adotar, os componentes de um SAA reabilitados são selecionados de acordo com critérios de emergência, nomeadamente quando são verificadas falhas ou roturas em condutas. Um outro critério de reabilitação de componentes de um SAA, associado a uma atitude reativa, prende-se com facto de previsões de intervenção no local em outras infraestruturas que não sejam de abastecimento de água. Em ambos os critérios, não existe qualquer planeamento antecipado de intervenção, o que leva a que as características dos componentes ou outros aspetos ambientais muito raramente sejam tidos em conta. [16]

Relacionada com este tipo de atitude estão as baixas taxas de reabilitação, que levam a que as condições de funcionamento da rede se degradem ao longo do tempo, originando elevados

custos financeiros, associados a grandes investimentos no momento de reabilitação ou substituição das condutas. [16]

Nos últimos anos, as Entidades Gestoras começaram a desenvolver estratégias de reabilitação preventivas de maneira a evitar avultados investimentos no futuro. Com uma atitude preventiva, é possível às EG, depois de analisarem as condições estruturais das condutas existentes e prever a sua degradação, planear os investimentos a curto, médio e longo prazo mantendo os níveis de serviço desejados. Esta atitude requer um bom conhecimento das características das condutas da rede, que deveriam estar disponíveis em bases de dados informatizadas, tais como em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). [16]

3.4.7 - Modelos de apoio à Gestão Patrimonial de Infraestruturas

Uma análise das diversas técnicas de abordagem à temática da renovação de condutas e à identificação das prioridades estão associados modelos de apoio à GPI, muitas vezes desenvolvidos com base em aplicações informáticas, classificados nas seguintes categorias: [16]

- Avaliação de perdas de água;
- Análise e previsão de falhas em condutas;
- Análise de custos. [16]

3.4.7.1 - Avaliação de perdas de água

A criação de modelos de apoio à GPI com base na avaliação de perdas de água de um determinado sistema de abastecimento de água, permite definir prioridades de intervenção com base em dois princípios de funcionamento de um sistema: [30]

- Elevadas perdas reais, decorrentes de fugas, traduzem uma deficiente condição física dos sistemas, sendo que a sua avaliação permite identificar a existência e gravidade das anomalias. [30]
- A existência de elevadas perdas reais tem consequências económicas para a organização, redução efetiva na eficiência no uso dos recursos hídricos e afeta a qualidade da água. Assim a redução de perdas num sistema, é uma das motivações que leva à reabilitação do mesmo. [30]

Dois dos principais métodos de avaliação de perdas de água consistem na elaboração do Balanço Hídrico e a Monitorização de Consumos Mínimos Noturnos. [30]

3.4.7.2 - Análise e previsão de falhas em condutas

Considerando que uma das principais razões para uma entidade gestora reabilitar os seus sistemas de adução e distribuição de água, prende-se com o facto de uma elevada frequência de roturas em condutas constituírem a principal falha estrutural dos sistemas.

Os modelos de análise e previsão de falhas em condutas assumem como princípio de metodologia, que a análise do desempenho, do risco e do custo, depende significativamente da forma como a frequência de roturas evolui. Assim estes são modelos que procuram identificar e relacionar os dados obtidos ao longo do tempo e das diversas roturas passadas, para extrapolar roturas futuras, sendo que é estabelecido que o comportamento futuro de uma conduta seja idêntico e de certa forma previsível com base nas roturas passadas, através de modelos probabilísticos e de correlação de dados. [16]

Este tipo de análise comportamental das infraestruturas tem como base o ciclo de vida das tubagens, normalmente definida em três fases, Figura 9. [31]

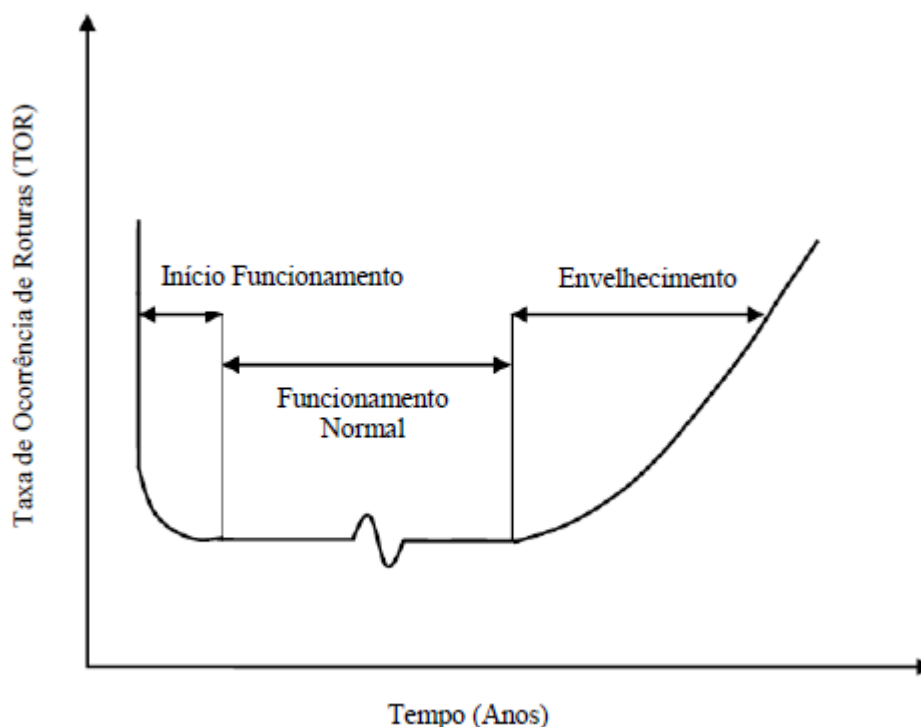


Figura 9 - Curva da banheira do ciclo de vida de uma tubagem enterrada [31]

A Figura 9, que caracteriza o funcionamento através da ocorrência de roturas ao longo do tempo, é conhecida como a “curva em forma de banheira”, e é habitualmente utilizada no âmbito da manutenção e substituição de equipamentos eletromecânicos e que caracteriza o comportamento dos componentes. [31]

Como anteriormente referido esta curva define três fases diferentes. Uma primeira fase, de “Início de Funcionamento”, representa o período seguinte à instalação, em que a probabilidade de roturas decai significativamente até ao seu nível mínimo. As roturas ocorridas nesta primeira fase não são normalmente operacionais mas sim relacionadas com deficiências do material ou de instalação. Posteriormente a tubagem entra na segunda fase, que se pode designar de “Funcionamento Normal”. Nesta fase, as roturas ocorrem raramente e são normalmente devidas a fenómenos aleatórios. Na terceira fase, designada de “Envelhecimento”, o número

de roturas cresce devido ao envelhecimento da tubagem e consequente deterioração da mesma. [32]

Desta forma são definidos quatro modelos de apoio à GPI por análise e previsão de falhas com base em:

- Modelos baseados em análises de Markov;
- Modelos baseados em regressões de Poisson;
- Modelos baseados em análise de sobrevivência;
- Modelos baseados em redes neuronais. [16]

Para qualquer um dos modelos de análise e previsão de falhas em condutas exigem a existência de registos fidedignos sobre o sistema, para que as correlações possam surgir. A seleção do modelo de previsão de falhas a adotar deverá por isso, atender à quantidade e qualidade dos dados iniciais disponíveis, às condições de aplicabilidade e as limitações e pressupostos de base dos modelos. [16]

Este tipo de modelos, apesar de estarem já bastante desenvolvidos em termos teóricos, as suas aplicações práticas continuam a ter um desvio padrão de tal forma elevado, que dificulta bastante a atribuição de intervalos de confiança utilizáveis, muito por conta da pouca informação cadastrada dos sistemas. [16]

Considerando o caso de Portugal, e em especial nos sistemas de abastecimento de água de menores dimensões existentes, o registo georreferenciado das avarias e de parâmetros relacionados através de sistemas SIG é ainda muito pouco utilizado, o que muitas das vezes leva a que os dados necessários para execução deste tipo de modelos sejam escassos, ou nos casos mais frequentes, insuficientemente claros e pouco fiáveis para que possam ser utilizados. [16]

3.4.7.3 - Análise de custos

Os métodos de análise de custos são métodos essencialmente económicos e procuram prever os custos associados, à vida futura de um sistema de adução e distribuição de água e os seus custos de reparação e de substituição, descobrindo qual o ponto em que é economicamente mais vantajoso, manter a manutenção/reparação ou passar à substituição dos constituintes do sistema. [16]

São assim definidos dois objetivos principais aos métodos de análise de custos no apoio à GPI:

- Conhecer o valor atual da infraestrutura;
- Avaliar os custos globais correspondentes a diferentes alternativas. [16]

A avaliação dos custos globais de alternativas de intervenção pressupõe o cálculo do valor atualizado líquido dos diferentes tipos de custo, ao longo do ciclo de vida da infraestrutura. Estes custos são divididos em três tipos de custos. [16]

- **Custos Diretos:** São custos conhecidos, calculados em unidades monetárias, associados à prestação de um serviço ou à venda de um produto. [16]
- **Custos Indiretos:** São custos subjetivos, não são facilmente quantificados em unidades monetárias, sendo normalmente associados ao impacto que uma determinada ação ou circunstância para uma organização. [16]
- **Externalidades:** São custos ou benefícios, tangíveis ou intangíveis, não traduzidos no preço de produção ou venda do produto, para entidades externas à organização. [16]

Para uma melhor compreensão dos custos associados a cada um dos três tipos de custos são apresentados no Anexo 1, exemplos de rubricas de custo organizadas por tipos de custo. [16]

Os custos do ciclo de vida de uma infraestrutura, definidos pela norma ISO 15686-5:2008 [33], podem ser definidos por dois tipos de abordagens:

- **Abordagem de custos no ciclo de vida:** Termo derivado da expressão anglo-saxónica Life Cycle Costing (LCC) é uma metodologia de avaliação económica sistematizada do custo no ciclo de vida de um componente, ao longo de um período em análise. [33]
- **Abordagem de custos na vida completa:** Termo derivado da expressão anglo-saxónica Whole Life Costing (WLC) é uma metodologia para ter em conta, de forma sistematizada e em termos económicos, todos os custos e benefícios na vida completa de um componente ao longo de um período em análise. [33]

Um modelo de análise de custos visa essencialmente que a abordagem de gestão patrimonial de infraestruturas cumpra a racionalização de investimentos e otimização económico-financeira da entidade gestora, assegurando a sustentabilidade do serviço. Desta forma, a maneira como os custos são avaliados e utilizados, assume particular importância para que se possa saber quanto valeria uma infraestrutura equivalente mas totalmente nova e quanto vale a infraestrutura existente. [16]

Desta forma é importante que qualquer método de análise de custos tenha em conta os seguintes requisitos:

- Custo de substituição;
- Valor atual da infraestrutura;
- Índice de valor da infraestrutura (IVI);
- Valor atual líquido (VAL). [16]

3.4.8 - Construção de um modelo de apoio à GPI

Os modelos de apoio à GPI deverão ser desenvolvidos de forma estruturada e sistemática, de modo a garantir um melhor aproveitamento do modelo. Desta forma a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos recomenda que a construção de um modelo de apoio à GPI deverá seguir seis fases definidas e apresentadas na Figura 10, para o desenvolvimento de um modelo. [16]

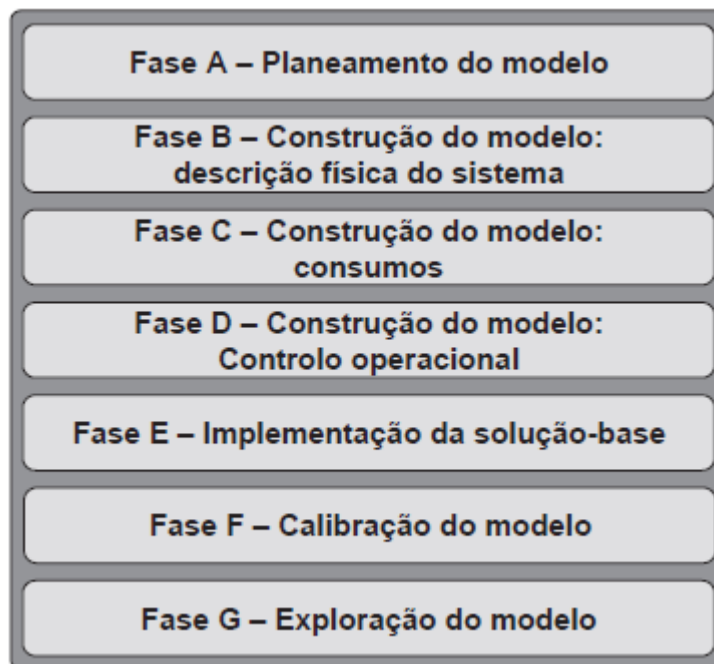


Figura 10 - Faseamento do desenvolvimento de um modelo [15]

3.4.9 - Planeamento na Gestão Patrimonial de Infraestruturas

Num processo de Gestão Patrimonial de Infraestruturas, é estabelecido que o mesmo deve contemplar níveis de planeamento e decisão diferenciados, abarcando o nível estratégico, tático e operacional. Esta estruturação dos níveis de planeamento são importantes de maneira a garantir a coerência de todo o processo e o alinhamento entre objetivos da organização e os resultados obtidos. [16]

No entanto, a adoção de três níveis de planeamento, podem não corresponder à produção de planos formais para cada nível. Sendo indispensável, mesmo informalmente, que se atue de acordo com a hierarquia, de modo a dar resposta às questões:

- Em que direção ir a longo prazo?
- O que fazer a médio prazo?
- Como fazer a curto prazo? [16]

Níveis	Estratégico	Tático	Operacional
Escala	Macro escala	Escala intermédia	Pormenor
Âmbito	Sistema global	Subsistemas e componentes críticos	Grupos de componentes
Tipo de ação	Define a direção	Define o caminho	Executa
Responsável	Administrador da infraestrutura	Gestor da infraestrutura	Chefe da operação da infraestrutura
Resultados	Estratégias	Táticas	Programa de ações
Horizonte temporal	Longo prazo (10 a 20 anos)	Médio prazo (3 a 5 anos)	Curto prazo (1 a 2 anos)

Figura 11 - Características do nível de planeamento [29]

Através da análise da Figura 11, é possível de forma sucinta classificar cada um dos níveis de planeamento associados à Gestão Patrimonial de Infraestruturas.

O nível estratégico é definido a longo prazo, estabelecendo os objetivos estratégicos e respetivas metas, mas não as vias para atingir os resultados pretendidos.

O nível tático é definido a uma escala intermédia, que estabelece as vias para atingir os resultados pretendidos, ou seja, as táticas a adotar para que os objetivos estratégicos sejam atingidos.

Ao nível operacional é o que estabelece o programa e as ações a desenvolver a curto prazo.

Tal como referido anteriormente a cada um destes níveis deverão corresponder planos distintos, com horizontes temporais e âmbitos geográficos e temáticos diferenciados.

3.4.9.1 - Planeamento estratégico

Este processo de planeamento incide essencialmente no desenvolvimento de estratégias, definidas com o objetivo de melhorar o desempenho da organização e por consequência o sucesso da entidade gestora, enquanto prestadora do serviço de abastecimento de água, servindo de base para as ações de gestão subsequentes, incluindo o planeamento tático e operacional. [16]

O principal objetivo do planeamento estratégico é definido por sustentar, fortalecer e conferir coerência ao processo de decisão de gestão ao identificar e tratar os fatores-chave, internos e externos, que afetam a atividade. [16]

Transformando a procura do serviço pelos clientes, em termos de disponibilidade e de qualidade, em estratégias de longo prazo que permitam ir ao encontro dessa procura. O planeamento estratégico abarca orientações estratégicas relativas a todos os domínios de atuação da organização, constituindo desta forma, um meio para a organização adaptar a sua atividade à evolução das necessidades da sociedade e do ambiente. [16]

A parte financeira do planeamento estratégico é normalmente definido em horizontes na ordem de 10 a 20 anos. Sendo que a componente técnica é definida por períodos mais longos, de modo

a atender adequadamente as estratégias de gestão otimizada no ciclo de vida dos componentes das infraestruturas. [16]

O sucesso do planeamento estratégico requer que o processo seja desenvolvido por uma equipa multidisciplinar que abranja as valências dos serviços-chave da organização e seja coordenada por um elemento do Conselho de Administração. Caso não exista um compromisso e um envolvimento de toda a estrutura organizacional desde o início do processo, o planeamento estratégico não terá viabilidade de concretização efetiva. [16]

3.4.9.2 - Planeamento tático

No âmbito da GPI, o planeamento tático é considerado um instrumento de gestão fundamental de forma a assegurar uma coerência entre a atividade de rotina, associada ao planeamento operacional, e as estratégias globais da entidade gestora, associadas ao planeamento estratégico. [16]

O objetivo do planeamento tático incide por isso, em materializar as estratégias estabelecidas no planeamento estratégico, definindo a forma a implementar as mesmas sectorialmente, estabelecendo prioridades de atuação no respetivo domínio, definindo os recursos necessários para atingir os objetivos pretendidos. [16]

O planeamento tático tem um âmbito mais restrito do que o plano estratégico, em termos geográficos ou temáticos, bem como um horizonte temporal mais curto do que o do plano estratégico, adotando-se tipicamente horizontes de três a cinco anos. [29]

3.4.9.3 - Planeamento operacional

O principal objetivo do planeamento operacional é definido pela calendarização das atividades e recursos, afetos às mesmas, de modo pormenorizado, de forma a permitir a implementação das ações num curto prazo de tempo. [16]

O planeamento operacional está normalmente associado a orçamentos anuais ou plurianuais, dando ênfase aos aspetos práticos de aplicabilidade de meios e recursos. [29]

3.5 - Plano de Gestão Patrimonial de Infraestruturas

3.5.1 - Princípios para a implementação

Para uma entidade gestora adotar um plano de Gestão Patrimonial de Infraestruturas apropriado à sua realidade depende de diversos fatores, podendo salientar-se os seguintes: [16]

- Balanço custo/benefício para a organização;
- As obrigações legais;

- A dimensão, a complexidade e a condição dos componentes da infraestrutura a considerar no programa de GPI;
- O risco associado às roturas ou falhas;
- Os meios disponíveis para implementação da Gestão Patrimonial de infraestruturas;
- As expectativas dos utilizadores. [16]

Alguns princípios fundamentais determinantes para o sucesso da implementação de um plano de GPI numa organização consistem: [16]

- Necessidade de compromisso do Conselho de Administração;
- Adequação da equipa de implementação do plano;
- Claro estabelecimento dos objetivos a atingir;
- Desenvolvimento de um Plano de Gestão Patrimonial de Infraestruturas conducente com a realidade e possibilidade efetiva de implementação;
- Monitorização e atualização do plano de GPI, num processo de melhoria continua. [16]

3.5.2 - Processo de elaboração

O processo de elaboração de um plano GPI, em qualquer um dos três níveis de decisão, terá de cumprir seis fases principais apresentadas na Figura 12. [29]



Figura 12 - Fases de um processo de elaboração de um plano de GPI [29]

Em análise ao processo de elaboração apresentado na Figura 12, é clara a influência que o plano definido no nível hierárquico superior assume na definição de um plano.

Segundo a abordagem AWARE-P, definida por Helena Alegre [29], a determinação de objetivos, critérios, métricas e metas, primeira das seis fases de elaboração e considerada a base das fases seguintes, consiste na “*identificação do problema, através da comparação do desempenho do sistema com os objetivos estabelecidos*” [29], estabelecendo-se na fase seguinte um “*diagnóstico com vista à investigação das causas*” [29] dos problemas apresentados. Tal como apresentado na Figura 12, esta segunda fase poderá sugerir que os objetivos, critérios, métricas e metas definidos, sejam revistos e adequados à realidade diagnosticada na entidade gestora.

As terceiras e quartas fases apresentadas, associadas à produção e implementação do plano GPI, estão relacionadas com a identificação de alternativas de resolução dos problemas diagnosticados, bem como, a definição de qual a melhor solução a adotar. Esta quarta fase tem influência direta na definição do plano de nível inferior ao elaborado. [29]

Ainda decorrente da análise da Figura 12, é também possível afirmar que um plano GPI, é um plano dinâmico através de uma monitorização dos resultados consequentes das decisões tomadas, obrigando a uma revisão periódica do plano em causa, que poderá redefinir a elaboração de um novo plano com objetivos, critérios, métricas e metas mais exigentes para a organização. [29]



Figura 13 - Abordagem PDCA [29]

O processo de elaboração apresentado na Figura 12, segue os princípios de melhoria contínua estabelecidos nas normas NP EN ISO 9001:2000 “*Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos*” [34] e NP EN ISO 14001:2004 “*Sistemas de gestão ambiental - Requisitos e linhas de orientação*”

para a sua utilização” [35] através de uma abordagem PDCA, acrónimo corresponde-te a “Plan-Do-Check-Act”, que equivale em português, a Planear-Executar-Verificar-Atuar, apresentada na Figura 13 [29]:

Esta é uma abordagem em que o planeamento assume especial relevância e compreende três fases principais:

- Identificação do problema através da comparação do desempenho do sistema com os objetivos estabelecidos;
- Estabelecimento de um diagnóstico com vista à investigação das causas;
- Identificação de alternativas de resolução do problema e seleção da solução a adotar, através de uma monitorização contínua dos resultados da metodologia adotada. [29]

3.5.3 - Compromisso do Conselho de Administração

Para a implementação de um Programa de GPI, tal como apresentado no subcapítulo 3.5.1, é necessária uma decisão do Conselho de Administração, que implica: [16]

- Identificação das necessidades da organização;
- Garantia de comprometimento de todos os níveis da organização na implementação do Programa de GPI;
- Estabelecimento de objetivos e metas claros para o Programa de Gestão Patrimonial de infraestruturas;
- Afetação dos recursos humanos e materiais adequados à implementação do programa de Gestão Patrimonial de infraestruturas. [16]

3.5.4 - Recursos Humanos necessários

Se por um lado, o sucesso para a implementação de um plano de GPI está associado ao nível de compromisso do Conselho de Administração de uma Entidade Gestora, não é no entanto, menos verdade que depende também da equipa escolhida para a elaboração e implementação do plano de GPI em contexto real.

A equipa de implementação de um Plano de GPI deverá ela própria ser dinâmica, adaptando-se à fase do plano em que está a trabalhar. De uma forma geral podem-se reconhecer três fases-tipo: [16]

- Desenvolvimento da estratégia a seguir e sua implementação;
- Desenvolvimento de planos e sua implementação, que deverá incluir a recolha de dados, a análise do nível de serviço e a análise dos sistemas a implementar;

- Monitorização operacional, que deverá incluir a avaliação de mecanismos implementados tendo em vista a revisão do plano e dos diversos planos, numa perspetiva de melhoria continua. [16]

- Estrutura da equipa de implementação do plano de GPI

A equipa de implementação de um plano de GPI é sempre liderada por um coordenador. No caso pequenas organizações a equipa de implementação do plano de GPI é também necessariamente mais pequena, podendo por vezes reduzir-se ao próprio coordenador. [16]

Usualmente, os membros da equipa de implementação tendem a repartir-se por outras atividades integradas na entidade gestora. Nestes casos, existe o risco das atividades definidas no plano de GPI serem preteridas em favor de outras atividades diárias mais operacionais e de carácter imediatista, consideradas urgentes pela organização. Este risco poderá originar uma GPI fragmentada, marginalizando a perspetiva integrada na organização que a fundamenta. [16]

Dependendo da dimensão da organização, do nível de sofisticação do plano a implementar, do estado de implementação do plano e mesmo da complexidade técnica dos diversos componentes, poderão existir colaboradores dedicados em exclusivo à GPI ou até o recurso a consultores externos à entidade gestora. [16]

Em caso de haver o apoio de consultores externos, é indispensável uma boa articulação entre estes e os quadros técnicos da EG, que são quem melhor conhece a organização e a quem caberá dar continuidade à implementação do programa de GPI. [16]

- Coordenador do Plano de GPI

A existência de um coordenador é importante para implementação de um plano de GPI. Para além de liderar uma equipa com os representantes adequados dos diversos departamentos, é este que assegura a correta integração do plano na estrutura de funcionamento da organização. [16]

O coordenador do plano deverá responder diretamente ao Conselho de Administração, podendo ser um dos seus membros, sendo que no caso de serem pequenas e médias entidades gestoras, ser importante que o coordenador seja membro do Conselho de Administração. [16]

3.5.5 - Definição dos objetivos a atingir

Os objetivos e metas a atingir num plano de GPI derivam de objetivos mais vastos assumidos pela globalidade da organização, normalmente decorrentes da visão e missão que a entidade gestora assume. Estes objetivos mais específicos condicionam e são influenciados pelo nível de sofisticação solicitado à GPI, sendo definidos para cada um dos níveis de planeamento. [16]

A sofisticação de um plano de GPI necessita de refletir os objetivos a atingir e ter em consideração as necessidades da comunidade, os recursos disponíveis e o nível de informação existente sobre o sistema. Seja qual for este nível, é indispensável auditar os resultados do plano, monitorizando-o, e introduzir medidas de melhoria. [16]

De forma a assegurar que os objetivos a atingir são alcançados, os mesmos deverão ser definidos de forma clara e realista, conducentes com a capacidade de recursos humanos, financeiros e informação de cadastro instalados na organização, para que os objetivos estabelecidos não sejam impossíveis de alcançar por insuficiência de dados disponíveis ou disponibilizáveis. [16]

A cada um dos objetivos, deverão estar associados critérios de avaliação que permitam uma compreensão do cumprimento desses mesmos objetivos. Esses critérios estão normalmente relacionados com a qualidade do serviço, cobertura do serviço e custos, tendo sempre uma moldura temporal definida. [16]

3.5.6 - Construção de um plano GPI com base na informação disponível

Como referido nos subcapítulos anteriores, o desenvolvimento de um plano GPI tem como base a informação disponível na Entidade Gestora. Desta forma torna-se essencial que uma EG tenha dados atualizados e fiáveis do cadastro das infraestruturas, o que nem sempre acontece, especialmente em EG de pequena dimensão. [16]

Neste sentido, e com base nas características associadas, é possível classificar o desenvolvimento de um plano de Gestão Patrimonial de Infraestruturas com base na informação disponível em três níveis: [16]

- Informação insuficiente;
- Informação de qualidade mediana;
- Informação de boa qualidade. [16]

3.5.6.1 - Informação insuficiente

Neste caso o desenvolvimento do plano de GPI começa com a informação existente, seguindo-se depois um esforço de melhoria dos dados. Do exposto, verifica-se que é inevitável partir de uma caracterização mais grosseira da situação de atual, sendo necessário usar hipóteses simplificativas e estimar cenários futuros eventualmente pouco sustentados em informação fiável, apenas ancorados na experiência e sensibilidade dos decisores, de forma a suprir a falta de alguns dados relevantes. [16]

3.5.6.2 - Informação de qualidade mediana

Neste caso, o plano de GPI é desenvolvido com base em informação que permite incluir no mesmo uma macro caracterização geral da infraestrutura, incluindo a avaliação dos indicadores de desempenho que tenham sido selecionados para monitorizar a implementação do plano. [16]

3.5.6.3 - Informação de boa qualidade

Neste caso, que ainda muito poucas vezes ocorre nas pequenas e médias entidades gestoras, será possível implementar um programa de GPI “integral”, tirando todo o potencial das ferramentas de análise, previsão e gestão de risco atualmente existentes. [16]

3.6 - GPI no panorama internacional

Sendo a Gestão Patrimonial de Infraestruturas uma temática reconhecida mundialmente, e de modo a compreender possíveis formas de abordagem a ter em conta no desenvolvimento do modelo de apoio à GPI no presente trabalho. No presente capítulo são apresentadas as principais experiências e desenvolvimentos, ao nível internacional, em de países de referência no âmbito da GPI, nomeadamente a Austrália, a Nova Zelândia, o Canadá, o Reino Unido e a União Europeia.

3.6.1 - Austrália e Nova Zelândia

Na abordagem preconizada nestes países, é pretendido um processo global de gestão, onde o “*Asset Management*” está presente em todos os níveis de decisão, compreendendo tanto a definição de estratégias e o estabelecimento de objetivos gerais a longo prazo, como a elaboração de planos de manutenção específicos no curto prazo. A Austrália e a Nova Zelândia são provavelmente os países mais avançados no domínio da gestão patrimonial de infraestruturas, tendo sido produzidos manuais, modelos e experiências com resultados relevantes. [36]

A experiência destes países tem claramente uma abordagem “de baixo para cima”, isto é, parte da utilização prática em direção à concretização de uma fundamentação teórica. Para além desta abordagem eminentemente prática é também de assinalar alguma falta de abordagem mais economicista. [36]

3.6.2 - Canadá

No caso Canadano, em resultado duma sensibilização para o facto dos valores investidos em manutenção e reabilitação das infraestruturas municipais serem claramente insuficientes, o “*National Research Council Canada*” (NRC) promoveu diversas iniciativas com vista à criação de linhas de orientação e à implementação de abordagens de “*asset management*” adequadas às infraestruturas municipais. [36]

A abordagem recomendada pelo NRC define-se em “seis porquês”:

- O que possuímos?
- Quanto vale?

- Qual o défice de manutenção?
- Qual a sua condição?
- Qual a vida útil restante?
- Qual a prioridade de reparação (intervenção)?

Esta abordagem de “*Asset Management*” recomendada pelo NRC foi publicada no guia “*InfraGuide: National Guide to Sustainable Municipal Infrastructures*”, que é composto por diversos documentos independentes, que sugerem boas práticas de gestão, aplicáveis a diversos tipos de infraestruturas não só de abastecimento de água. [36]

3.6.3 - Reino Unido

No caso do Reino Unido a GPI assumiu particular importância devido às imposições definidas pela entidade reguladora, a “*OfWAT - Office of Water Services*”. [37]

Assim a OfWAT regulamentou a necessidade da demonstração de determinados níveis/indicadores económicos por parte das entidades gestoras, numa abordagem claramente economicista baseando-se essencialmente nos seguintes conceitos: [36]

- O investimento em manutenção, entendido como o investimento destinado a evitar depreciação das infraestruturas, deverá normalmente ser justificado com base na probabilidade, atual e prevista, das consequências da rotura de um componente;
- As consequências são aquelas que têm um impacto direto no serviço prestado ou nos custos suportados pela entidade gestora;
- O serviço é definido em termos de cliente-final e em termos ambientais;
- O serviço é avaliado utilizando indicadores, definidos pela OfWAT;
- Necessidade de demonstrar abordagens baseadas nos custos relativamente à manutenção preventiva em comparação com uma manutenção reativa. [36]

3.6.4 - Projeto Europeu - CARE-W

Desenvolvido entre os anos de 2001 e 2004, contando com a participação de diversas instituições de investigação e desenvolvimento europeias, bem como a participação de mais de uma dezena de entidades gestoras de diferentes países europeus, o Projeto CARE-W continua ser uma abordagem inovadora apresentando grande atualidade e pertinência no que toca à Gestão Patrimonial de Infraestruturas. [36]

Desenvolvido com o objetivo de responder às questões:

- Qual é a condição estrutural de uma conduta específica - e da rede no seu conjunto?

- Quais são as condutas mais vulneráveis?
- A taxa de roturas nas condutas vai crescer futuramente ou não?
- Como definir prioridades na seleção de projetos de reabilitação?
- Quais são as necessidades de investimento futuro na rede de distribuição?
- Como se poderá gerir melhor a rede de distribuição de água? [36]

A característica mais relevante do CARE-W, prende-se com a abordagem integrada que é proposta, desde o diagnóstico da situação e identificação de deficiências ao planeamento global e pormenorizado das intervenções de reabilitação, constituindo uma série de atividades a desenvolver por uma Entidade Gestora no processo de implementação da GPI: [36]

- Avaliação do desempenho da rede (globalmente e/ou por sectores), com base no cálculo de indicadores de desempenho;
- Análise do histórico de falhas na rede e previsão do número de ocorrências futuras para cada tipo de conduta, sendo os tipos de condutas definidos pelo utilizador;
- Avaliação da importância relativa de cada conduta em termos de fiabilidade hidráulica da rede;
- Planeamento a longo prazo das intervenções de reabilitação e comparação do impacto de alternativas distintas (de forma agregada, sem identificação dos elementos específicos da rede que irão ser reabilitados);
- Planeamento a curto prazo das intervenções, que permite identificar prioridades de intervenção conduta a conduta. [36]

3.7 - Considerações finais

Em síntese do presente capítulo é possível concluir que a Gestão Patrimonial de Infraestruturas é uma atividade determinante para a garantia permanente do cumprimento dos requisitos de qualidade do serviço que essas infraestruturas asseguram, sendo mundialmente reconhecida como essencial para a sustentabilidade dos serviços assentes em infraestruturas físicas de elevado custo de construção e manutenção.

Deste modo a GPI deverá ser considerada como uma abordagem que integre toda a organização, devendo por isso contemplar níveis de planeamento e decisão diferenciados, abarcando o nível estratégico, tático e operacional. Só desta forma é possível criar planos dinâmicos através de uma abordagem PDCA, através de uma monitorização dos resultados consequentes das decisões tomadas, existindo uma revisão periódica, que poderá redefinir a elaboração de um novo plano com objetivos, critérios, métricas e metas mais exigentes para a organização.

No caso das infraestruturas de abastecimento de água, a GPI incide sobre a gestão de ativos fixos tangíveis que compõem os sistemas diretamente associados à prestação de serviço, como sejam as condutas, os reservatórios, as estações elevatórias e as estações de tratamento.

A identificação das prioridades de intervenções é definida por modelos de apoio à GPI classificados nas seguintes categorias:

- Avaliação de perdas de água;
- Análise e previsão de falhas em condutas;
- Análise de custos.

Capítulo 4 - Desenvolvimento de modelo de apoio à GPI com base na Análise de Custos

ÍNDICE

- 4.1 - Considerações Gerais
- 4.2 - Características do modelo
- 4.3 - Metodologia de aplicação do modelo
- 4.4 - Parâmetros do modelo
- 4.5 - Valores e índices
- 4.6 - Resultados

4.1 - Considerações Gerais

No presente capítulo são apresentadas as características e a metodologia do modelo desenvolvido para apoio à decisão de entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água com especificidades idênticas ao caso de estudo ADC,EM, no âmbito da gestão patrimonial de infraestruturas, através de análise de custos.

4.2 - Características do modelo

Considerando o estado de arte desenvolvido nos capítulos 2 e 3 do presente trabalho, o modelo desenvolvido tem em conta os princípios elementares da GPI para uma entidade gestora com nível de informação mediano, nomeadamente para EG sem Sistemas de Informação Geográfica. Este modelo é destinado à análise das redes de distribuição de água, considerando as tubagens existentes e excluindo-se outros componentes que normalmente constituem uma rede de distribuição como sejam, marcos de incêndio, válvulas ou outros acessórios.

O modelo desenvolvido é assim definido como um instrumento de implementação através de uma abordagem “simplificada” da Gestão Patrimonial de Infraestruturas em Entidades Gestoras de abastecimento de águas, tendo por base uma análise do ciclo de vida dos componentes, dos níveis de serviço associados aos mesmos e da informação atualmente existente na organização.

O modelo de apoio à GPI é apoiado por análise de custos, através de uma abordagem de custos no ciclo de vida das tubagens constituintes de um sistema de abastecimento de água, sendo esta abordagem justificada pelo nível informação disponível no caso de estudo. A definição do tipo de modelo desenvolvido é feita tendo em conta a existência de um modelo de apoio à GPI através de análise de perdas no caso de estudo, denominado *I-PERDAS*. É preterido ainda o desenvolvimento de um modelo de análise e previsão de falhas devendo-se à inexistência de informação suficiente para o desenvolvimento do mesmo, no caso de estudo em análise.

Com o intuito de se aplicar a metodologia do modelo de uma forma eficaz e de maneira a que se possa refletir acerca dos resultados da sua aplicação é utilizada uma plataforma tecnológica, sem custos associados.

No desenvolvimento do modelo foi tida em conta uma reunião prévia com o Conselho de Administração da ADC,EM para avaliar o nível de informação existente. Foi ainda considerada a metodologia definida no âmbito do projeto AWARE-P [27], a proposta de abordagem do “*National Research Council Canada*” de implementação de um modelo de apoio à GPI no Canadá [36] e as recomendações desenvolvidas no âmbito da GPI pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas Residuais [16]. Foram igualmente tomados em consideração as propostas inseridas em trabalhos académicos de dissertação, de que se destacam “*Análises de custo para apoio à decisão no estabelecimento de prioridades de reabilitação de infra-estruturas de abastecimento de água*” [38] e “*Construção de um modelo de gestão patrimonial de infra-estruturas de abastecimento público de água*” [39].

4.2.1 - Objetivos do modelo

Considerando as características referidas no subcapítulo anterior, o modelo desenvolvido visa essencialmente responder, numa perspetiva da entidade gestora, às seguintes questões:

- O que possuímos?
- Quanto vale?
- Quanto custa substituir?
- Quando existe necessidade de substituição?
- Qual a prioridade de intervenção?

Para além de responder às questões referidas, o modelo desenvolvido tem ainda como objetivos, avaliar os custos globais correspondentes a diferentes alternativas temporais de substituição das tubagens, por forma a analisar o contraste entre as estratégias de gestão atuais e as oportunidades de melhoria num SAA.

4.2.2 - Pressupostos e requisitos de desenvolvimento do modelo

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho tem em conta um conjunto de pressupostos para que Entidades Gestoras com características similares ao caso de estudo, pretendam implementar abordagens de Gestão Patrimonial de Infraestruturas.

Desta forma, admitiram-se os seguintes requisitos para o desenvolvimento da aplicação computacional:

- Utilização de uma plataforma tecnológica, sem custos associados, como o Microsoft® Office Excel;
- Desenvolvimento de uma folha de cálculo simples e intuitiva, de modo a permitir a sua aplicação por parte de qualquer utilizador sem necessidade de formação específica em GPI;
- Possibilidade de importação/exportação de dados de/para outras aplicações computacionais;
- Existir a possibilidade de alterar dados, por forma a criar um modelo dinâmico numa perspetiva de melhoria ou degradação do SAA ao longo do tempo;
- Para uma melhor compreensão dos resultados existir a possibilidade de serem gerados resultados em termos financeiros;
- Consideração do nível de informatização de informação na entidade gestora;

Na construção do modelo foi admitido haver limitações importantes de informação sobre dados operacionais, mas parte-se do princípio que a entidade em causa está disposta a investir na

melhoria da informação existente, com prioridade para a informação de cadastro e para o desenvolvimento ou consolidação de um sistema de informação geográfica.

Neste sentido, no desenvolvimento do modelo, admitiram-se os seguintes pressupostos:

- Inexistência de dados históricos relativos a roturas por componente nas redes de abastecimento de água estudadas;
- Inexistência de dados financeiros ao nível do componente individual da rede, nomeadamente o custo de implementação do mesmo;
- Existência de cadastro informatizado atualizado e de fiabilidade satisfatória;

4.3 - Metodologia de aplicação do modelo

A metodologia adotada na construção do modelo teve por base as recomendações apresentadas no “*Guia Técnico 16 - Gestão Patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água*” da ERSAR, bem como o conceito de melhoria continua associado à GPI, adaptando o desenvolvimento de cada uma das fases às características, pressupostos e requisitos do modelo apresentados nos subcapítulos anteriores.

Fase 1- Planeamento do modelo

Definição do sistema a estudar, no âmbito e objetivos a alcançar.

Fase 2 - Descrição física do sistema através dos parâmetros definidos pelo modelo

Levantamento de dados necessários através da informação disponível na Entidade Gestora, criando um inventário próprio associado ao modelo.

Fase 3 - Normalização de dados

Tendo em conta que algum dos parâmetros definidos no modelo podem não ser conhecidos no momento de aplicação do mesmo, é feita uma normalização desses mesmos dados com base em valores de referência devidamente fundamentados.

Fase 4 - Processamento dos dados e resultados

Introdução dos dados recolhidos na folha de cálculo desenvolvida para o modelo.

Fase 5 - Recomendações a partir da análise de resultados

Com base nos resultados produzidos é feita uma análise dos resultados alcançados desenvolvendo recomendações a adotar pela Entidade Gestora.

Fase 6 - Exploração do modelo

São estabelecidos os pressupostos de melhoria do modelo a desenvolver no futuro.

4.4 - Parâmetros do modelo

Para uma melhor compreensão do modelo desenvolvido, neste subcapítulo são apresentados os parâmetros do modelo, definindo os conceitos subjacentes aos mesmos. Entende-se como parâmetros, todas as características associadas ao elemento em análise, nomeadamente características físicas do elemento existente no momento do desenvolvimento do modelo, bem como características ou custos associados à instalação do componente de substituição. Para uma melhor organização dos dados, é definida uma identificação própria para os elementos do sistema de abastecimento de água em análise.

Apesar do elemento em estudo serem as tubagens de um SAA, o modelo criado possibilita a análise a outro tipo de componentes.

Localização - Tendo em conta que uma entidade gestora muitas das vezes tem a seu cargo diversos sistemas de abastecimento de água, é necessária a definição da localização precisa do sistema em análise, podendo ser adotado o código descritivo definido pela entidade gestora. Este parâmetro é fornecido pela entidade gestora.

Ano de avaliação (ab) - Ano em que é aplicado o modelo. Este parâmetro é definido pelo utilizador do modelo.

Código de identificação do elemento - Código através do qual se identifica o componente em estudo, para interface com outras utilizações. Tendo em conta que o modelo desenvolvido usa como elemento de análise as tubagens existentes, a identificação do elemento respeita a seguinte descrição:

MMM_PP_DDD

Em que:

MMM - Sigla do material constituinte da tubagem, respeitando a Tabela 6

PP - Classe de pressão da tubagem

DDD - Diâmetro da tubagem

Este parâmetro é definido pelo utilizador do modelo, com base nos dados fornecidos pela EG.

Tabela 6 - Sigla de materiais da tubagem

Material da Tubagem	Sigla adotada
Aço Inoxidável	AI
Ferro Fundido Dúctil	FFD
Fibrocimento	FC
Policloreto de Vinilo	PVC
Polietileno	PE
Polietileno de Alta Densidade	PEAD
Polipropileno	PP

Ano de entrada em serviço (a0) - Ano correspondente de entrada em serviço do componente. Este parâmetro é fornecido pela entidade gestora.

Tipo de pavimento - Parâmetro criado para identificar o tipo de pavimento sob o qual está instalado o componente em avaliação. Este parâmetro é definido para o modelo desenvolvido, tendo em conta os custos associados na remoção e aplicação do pavimento no caso de substituição da tubagem. Este parâmetro é definido pelo utilizador do modelo através da visualização do local ou através de informação fornecida pela entidade gestora.

Os tipos de pavimento possíveis de considerar no desenvolvimento do modelo são expostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Tipos de pavimento, adaptado de [39]

Tipo de Pavimento	Descrição
Estrada Nacional	O pavimento instalado é do tipo tapete betuminoso/camada de desgaste e a intervenção no mesmo obriga à reposição de meia faixa
Tapete Betuminoso	O pavimento instalado é do tipo tapete betuminoso/camada de desgaste e a intervenção no mesmo obriga apenas à reposição da largura da vala intervencionada
Cubos	O pavimento instalado é do tipo cubos/calçada à portuguesa ou qualquer outro tipo com custo de reposição semelhante e a intervenção do mesmo obriga apenas à reposição da largura da vala intervencionada
Passeio/Betão	O pavimento instalado é em passeio de betão ou valeta de betão ou qualquer outro tipo com custo de reposição semelhante e a intervenção no mesmo obriga apenas à reposição da largura da vala intervencionada
Sem Pavimento	Não existe pavimento e a intervenção não acarreta qualquer obrigação de pavimentação

Tipo de componente - Definição do tipo de componente em avaliação, sendo que no caso de estudo será sempre definido como tubagem. Este parâmetro é definido pelo utilizador do modelo.

Tipo de material - Identificação do tipo de material constituinte do componente através das siglas definidas na Tabela 6. Este parâmetro é fornecido pela entidade gestora.

Diâmetro nominal - Designação numérica do diâmetro da tubagem que corresponde ao número inteiro que se aproxima da dimensão real em milímetros (mm). Este parâmetro é fornecido pela entidade gestora.

Classe de pressão - Pressão máxima de serviço, em megapascal (Mpa), para a qual a tubagem em avaliação é especificada pelo fabricante, com base nas normas em vigor. Este parâmetro é fornecido pela entidade gestora.

Extensão (e) - Somatório do comprimento, definido em metros, de todas as tubagens constituídas pelo mesmo material, classe de pressão e diâmetro. Este parâmetro é fornecido pela entidade gestora.

Nº de ramais (r) - Número de ramais existentes no componente, por cada cem metros de comprimento. Este parâmetro é definido para o modelo desenvolvido, tendo em conta os custos associados no caso de substituição da tubagem. Este parâmetro é fornecido pela entidade gestora.

Vida útil técnica (vu) - Tempo, em anos, para o qual se espera que um componente desempenhe a sua função, com base em especificações técnicas, expostas na Tabela 8:

Tabela 8 - Vida útil técnica de materiais da tubagem [40]

Material da Tubagem	Vida útil técnica (anos)
Aço Inoxidável	40
Ferro Fundido Dúctil	60
Fibrocimento	30
Policloreto de Vinilo	45
Polietileno	40
Polietileno de Alta Densidade	45
Polipropileno	50

As vidas úteis apresentadas são apenas indicativas, dependendo de fatores como a qualidade de produção dos materiais, condições de transporte e armazenamento, forma de instalação, adequação às condições locais e ao uso e forma de operação e manutenção. Além destes fatores, a vida útil depende ainda da capacidade de regeneração dos componentes, que é diferente em cada um deles. Frequentemente, a vida útil dos elementos é limitada por questões de obsolescência.

Material do componente de substituição - Material constituinte do novo componente a instalar no caso de substituição do existente. Este parâmetro é definido pela entidade gestora.

Diâmetro nominal do componente de substituição- Diâmetro nominal, em milímetros (mm), do componente definido para substituição. Este parâmetro é definido pela entidade gestora.

Classe de pressão do componente de substituição - Classe de pressão, em megapascal (Mpa), do componente definido para substituição. Este parâmetro é definido pela entidade gestora.

Custo unitário de substituição do componente (*cus*) - Custo, por metro, de substituição do componente. Este valor é calculado com base no tipo de material, diâmetro nominal, classe de pressão do componente de substituição e o tipo de pavimento existente sobre a tubagem. O custo unitário de substituição é definido por uma empresa especializada, com base nas definições de substituição estabelecidas pela entidade gestora. A unidade de medida do custo unitário de substituição é definida por €/m.

Custo unitário de substituição por ramal (*cur*) - Custo de substituição de um ramal, definido em €/und.

4.5 - Valores e índices

Neste subcapítulo são apresentados os valores e índices a calcular no modelo desenvolvido, de forma a responder às questões definidas no subcapítulo 4.2:

- Quanto vale?
- Quanto custa substituir?
- Quando existe necessidade de substituição?
- Qual a prioridade de intervenção?

Nos valores e índices adiante expostos, para além da sua forma de cálculo, é ainda apresentado o seu contributo para a análise dos resultados.

Vida total (*vt*) - Corresponde ao período desde entrada em funcionamento até à data de aplicação do modelo. A vida total de um componente calcula-se através da seguinte expressão:

$$vt = ab - a0 \quad (1)$$

Em que:

vt : Vida total [anos];

ab : Ano de avaliação [ano];

a0 : Ano de entrada em serviço do componente [ano]

Vida útil remanescente (*vur*) - Vida útil, para o qual se espera que o componente realize a sua função, com base na vida útil técnica do componente. A vida útil remanescente calcula-se através da seguinte expressão:

$$vur = vu - vt \quad (2)$$

Em que:

vur : Vida útil remanescente [ano];

vu : Vida útil técnica [ano];

vt : Vida total [ano];

Caso se verifique que a vida total do componente seja negativa, o valor a adotar será zero.

Ano de investimento recomendado (*air*) - O ano de investimento recomendado é o ano em que se prevê a substituição do componente com base na vida útil remanescente. Esta data permite ao utilizador do modelo gerar um plano de investimento tendo em conta a inoperabilidade técnica referente ao fim previsto do tempo de vida útil técnica associada a cada tipo de material. O ano de investimento recomendado é calculado com base na seguinte expressão:

$$air = vur + ab \quad (3)$$

Em que:

air: Ano de investimento recomendado [ano];

vur : Vida útil remanescente [ano];

ab : Ano de avaliação [ano];

Custo de substituição da Infraestrutura (*csi*) - O custo de substituição da infraestrutura é o custo de substituir todos os componentes e ramais existentes por outros com características definidas pela entidade gestora no ano de avaliação.

O custo de substituição de um componente (*csc*) é definido através da seguinte expressão:

$$csc = cus \times e + cur \times r \quad (4)$$

Em que:

csc : Custo de substituição de um componente *i* no ano *a_b* [€];

cus : Custo unitário de substituição [€/m];

e : Extensão [m];

cur: Custo unitário de substituição por ramal [€/und];

r: Número de ramais existentes no componente [und];

Calculado o Custo de substituição de cada um dos componentes é possível calcular o custo de substituição da infraestrutura (*csi*) através da seguinte expressão:

$$csi(ab) = \sum_{i=1}^N csc \quad (5)$$

Em que:

ab : Ano de avaliação [ano];

N: n.º total de componentes [-];

csi : Custo de substituição da infraestrutura [€];

csc : Custo de substituição de um componente *i* no ano *a_b* [€];

Custo atualizado de substituição de um componente (ca) - Custo capitalizado de substituição de um componente, no ano de investimento recomendado.

$$ca = csc \times (1 + I)^{vur} \quad (6)$$

Em que:

ca : Custo capitalizado de substituição [€];

csc : Custo de substituição de um componente *i* no ano *a_b* [€];

I : Taxa de atualização anual [-];

vur : Vida útil remanescente [ano];

Valor Atual da Infraestrutura (vai)- O sistema pode ter uma vida maior que o período de observação da análise, sempre que se verificar que vida útil remanescente do componente seja superior a zero. Esta condição significa que a infraestrutura no final da análise tem um valor residual, que deve ser atualizado para o ano de desenvolvimento do modelo e que deve ser contabilizado por forma a responder à questão de quanto vale o componente em análise.

O valor atual da infraestrutura deverá ter assim em conta a depreciação do ativo/componente, ou seja, o valor correspondente ao valor de substituição deduzido da amortização acumulada.

A amortização dos ativos pode ser feita de acordo com um método contabilístico ou com um método económico. Seguindo o Guia Técnico 16 [16], desenvolvido pela ERSAR, para que de uma forma prática seja calculado o valor atual de cada componente, o valor de amortização anual do componente (*ac*) é calculada pela seguinte expressão:

$$ac(ab) = \frac{csc}{vu} \quad (7)$$

Em que:

ab : Ano de avaliação [ano];

ac: Valor de amortização do componente [€/ano];

csc : Custo de substituição do componente [€];

vu : Vida útil técnica do componente [ano];

O valor atual do componente é calculado (*vac*) através da seguinte expressão:

$$vac(ab) = csc - ac \times vt \quad (8)$$

Em que:

ab : Ano de avaliação [ano];

vac: Valor atual do componente *i* no ano *ab* [€];

csc : Custo de substituição de um componente *i* no ano *a_b* [€];

ac: Valor de amortização do componente *i* no ano *a_b* [€/ano];

vt : Vida total [ano];

Ao calcular o valor atual de cada componente é possível calcular o valor atual da infraestrutura através da seguinte expressão:

$$vai(ab) = \sum_{i=1}^N vac \quad (9)$$

Em que:

ab : Ano de avaliação [ano];

N : n.º total de componentes [-];

vai : Valor atual da infraestrutura [€];

vac : Valor atual do componente i no ano a_b [€];

O cálculo do valor atual da infraestrutura permite assim saber quanto vale a infraestrutura no ano de aplicação do modelo.

Índice de valor da infraestrutura - O índice de valor da infraestrutura, IVI, é uma medida que traduz o grau de juventude, de maturidade ou de envelhecimento de uma infraestrutura existente, sendo por isso um índice adequado para definir metas relativas a critérios de sustentabilidade de uma infraestrutura. É dado pela razão entre o valor atual da infraestrutura e o respetivo custo de substituição. [16]

Ao dividir o valor atual da infraestrutura pelo custo de substituição correspondente à mesma, obtém-se um índice, que se designa por índice de valor da infraestrutura e que se calcula de acordo com a seguinte expressão:

$$IVI(ab) = \frac{\sum_{i=1}^N (csc \times \frac{vr}{vu})}{\sum_{i=1}^N csc} \quad (10)$$

Em que:

ab : Ano de avaliação [ano];

IVI : índice de valor da infraestrutura no ano ab [-];

N : n.º total de componentes [-];

csc : custo de substituição do componente i no ano a_b [€];

vr : vida útil residual do componente i no ano a_b [ano];

vu : vida útil técnica total do componente i [ano].

Para além de uma análise à infraestrutura num seu todo é possível ainda avaliar o IVI associado a cada um dos componentes, por forma a desagregar a informação e assim detetar quais os componentes com maior necessidade de substituição.

O índice de valor do componente (IVC) é calculado através da seguinte expressão:

$$IVC(ab) = \frac{vur}{vu} \quad (11)$$

Em que:

ab : Ano de avaliação [ano];

IVC : índice de valor do componente no ano a_b [-];

vur : Vida útil remanescente do componente i no ano a_b [ano];

vu : Vida útil técnica do componente [ano];

Segundo Helena Alegre, o IVI apresenta valores da ordem dos 0,508 (0,40-0,60) para situações de infraestruturas estabilizadas, em que o que se investe em reabilitação num dado período corresponde, em média, à depreciação da infraestruturas no mesmo período. [38]

Valores muito acima dos 0,50 indiciam que se trata de uma das seguintes situações:

- Infraestruturas jovens, ainda não estabilizadas;
- Infraestruturas que, embora já antigas, atravessam uma fase de crescimento;
- Infraestruturas onde se está a sobre investir em reabilitação.

Por outro lado, valores baixos do IVI, normalmente inferiores a 0,40, revelam que a infraestruturas se encontra mais envelhecida que o devido, denotando uma necessidade de investimentos significativos em reabilitação. [38]

4.6 - Resultados

No Anexo 2 apresenta-se a folha de cálculo desenvolvida para aplicação do modelo proposto, onde são introduzidos os parâmetros identificados no subcapítulo 4.4 referentes ao SAA a avaliar, sendo gerados automaticamente todos os valores e índices referidos no subcapítulo 4.5.

4.6.1 - Plano de investimentos

O modelo desenvolvido permite gerar um Plano de Investimento, com base no ano de substituição recomendada e respetivo valor atualizado de substituição de cada um dos componentes para um determinado ano.

É importante salientar que este plano de investimento deve ter um carácter orientador, e não vinculativo.

4.6.2 - Priorização de investimentos

A priorização de investimentos a definir pelo modelo terá por base IVC, o Índice de Valor Infraestrutural de cada componente. Considerando que valores baixos do IVC, normalmente

inferiores a 0,40, revelam que a infraestrutura se encontra mais envelhecida que o devido, denotando uma necessidade de investimentos significativos em reabilitação, a definição da prioridade de investimento no nosso modelo é estabelecida por intervalos de valores de IVC aos quais correspondem diferentes níveis de prioridade, tal como apresentado na Tabela 9. No modelo desenvolvido o nível de prioridade é apresentado pelas cores correspondentes ao mesmo.

Tabela 9 - Níveis de prioridade de investimento

Valor de IVC	Prioridade de investimento	Cor no modelo
0-0,09	Imediata	Preto
0,1-0,19	Curto Prazo	Vermelho
0,2-0,39	Médio Prazo	Amarelo
0,4-1	Longo Prazo	Verde

Capítulo 5 - Aplicação Prática

ÍNDICE

- 5.1 - Considerações Gerais
- 5.2 - Caracterização da ADC, EM
- 5.3 - Primeira aplicação do modelo - Paúl
- 5.4 - Segunda aplicação do modelo - Verdelhos
- 5.5 - Considerações finais

5.1 - Considerações gerais

Neste capítulo é aplicado o modelo desenvolvido no presente trabalho a dois subsistemas de abastecimento geridos pela empresa ADC, EM, um localizado na zona sul do concelho da Covilhã, referente ao aglomerado populacional da vila do Paúl, e um outro localizado na zona norte, referente ao aglomerado populacional de Verdelhos.

Para além da aplicação do modelo, no presente capítulo é ainda feita uma pequena caracterização da empresa Águas da Covilhã, EM.

5.2 - Caracterização da ADC, EM

Constituída em 2005, resultante de uma deliberação da Câmara Municipal e Assembleia Municipal da Covilhã, que visava a transformação dos antigos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS), a empresa pública Águas da Covilhã, EM assume como principal objetivo a *“gestão e exploração dos serviços municipais do ambiente, nomeadamente, abastecimento de água, drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, limpeza pública, recolha e tratamento de resíduos sólidos urbanos e dos parques e jardins, podendo, ainda exercer atividades acessórias relacionadas com o ambiente”*. [41]

Atualmente o Capital Social da ADC, EM é distribuído por duas entidades, sendo elas o Município da Covilhã que detém a maior participação social de 51% e os restantes 49% pertencentes à firma AGS-HIDURBE- Serviços Ambientais, SA.

Visão - “Esta Empresa Municipal cumprirá o seu desígnio com as melhores referências de qualidade de serviço, garantindo, num horizonte de longo prazo, o cumprimento pela excelência das recomendações do organismo regulador e exercendo tolerância zero às falhas de qualidade e continuidade do serviço” [41]

Missão - “A Empresa Municipal ADC - Águas da Covilhã encontra-se vocacionada para servir todos os municípios do concelho no âmbito do saneamento básico, prestando um serviço da mais alta qualidade a custos contidos, com a busca permanente da sustentabilidade ambiental e do equilíbrio financeiro. A localização geográfica e a conseqüente ligação à Serra da Estrela, acarretam uma responsabilidade adicional no domínio da preservação dos recursos ambientais.” [41]

No que concerne ao serviço de abastecimento de água promovido pela ADC, EM, é possível identificar as suas principais características na Tabela 10.

Para além das características apresentadas na Tabela 10, o sistema de abastecimento de água da ADC, EM é constituído por 29 subsistemas de abastecimento de água, apresentados na Tabela 11, ao qual está associado um código de identificação estipulado pela entidade gestora.

Tabela 10 - Caracterização do sistema de abastecimento de água da entidade gestora ADC, EM, adaptado de [42]

População Servida	57 500
Origem da Água	Subterrânea e Superficial
Volume de água faturado	2 475 307 m ³
Localização das captações	100% no concelho da Covilhã
Dimensão do Sistema Adutor	94 Km
Dimensão do Sistema de Distribuição	481 Km
Capacidade de Reserva Total	33 100 m ³
Nº de Estações Elevatórias	21
Nº de Reservatórios	87
Nº de Câmaras de Perda de Carga	34
Nº de Câmaras de Calcificação	14
Nº de Estações de Tratamento de Água	13
Nº de Depósitos Enterrados	37
Nº de Depósitos Semienterrados	47
Nº de Depósitos Elevados	4

Tabela 11 - Subsistemas de abastecimento de água da ADC, EM e respetivos códigos de identificação

A.Souto	A.01	Ourondo	A.15
A.S.Assis	A.02	Panasqueira	A.16
Barco	A.03	Paúl	A.17
Barroca Grande	A.04	Penhas	A.18
Bouça	A.05	Peraboa	A.19
Cambões	A.06	Peso	A.20
Canhoso	A.07	S.J.Beira	A.21
Cantar Galo	A.08	Sarzedo	A.22
Casegas	A.09	Sobral	A.23
Coutada	A.10	Teixoso	A.24
Covilhã/Boidobra	A.11	Tortosendo	A.25
Dominguiso	A.12	Vale Formoso	A.26
Ferro	A.13	Vales do Rio	A.27
Orjais	A.14	Verdelhos	A.28
		Vila do Carvalho	A.29

5.3 - Primeira aplicação do modelo - Paúl

A aplicação do modelo é desenvolvida com base nos pressupostos apresentados no subcapítulo 4.3, respeitando as seis fases definidas na metodologia proposta.

Fase 1 - Planeamento do modelo

Fase 2 - Descrição física do sistema através dos parâmetros definidos para o modelo

Fase 3 - Normalização de dados

Fase 4 - Processamento de dados e resultados

Fase 5 - Recomendações a partir da análise de resultados

Fase 6 - Exploração do modelo

5.3.1 - Fase 1 - Planeamento do modelo

O subsistema de abastecimento de água considerado para análise tem o código de identificação A.17 e refere-se à zona do Paúl, com 737 habitantes residentes, segundo os CENSOS 2011 [43]. No período de verão a população servida é bastante superior devido à afluência de população emigrante. O subsistema de AA tem 22942 metros de extensão total de condutas com diâmetros entre os 25 mm e 125 mm e é composto por diferentes materiais. Existem 1296 ramais em todo o subsistema, sendo que não foi fornecido pela Entidade Gestora a localização de cada um deles.

Na Figura 14 apresenta-se o esquema da rede de abastecimento de águas da vila do Paúl. Segundo informação disponibilizada pela EG, no ano de 2014 os custos relativos à campanha de deteção e reparação de roturas foram de 5805,79€. Em 2015 está previsto a substituição da rede de água na rua Espírito Santo e Rua da Lameira. A obra está a decorrer e está previsto um investimento de € 23 634,49, numa obra que prevê a substituição de 285 metros de conduta, 47 ramais e 4 hidrantes.



Figura 14 - Esquema geral do sistema de abastecimento de água do Paúl

5.3.2 - Fase 2 - Descrição física do sistema através dos parâmetros definidos para o modelo

Como definido anteriormente, esta fase tem como objetivo apresentar os dados necessários ao desenvolvimento do modelo através da informação disponibilizada pela Entidade Gestora no ano de 2015 (ano de avaliação), criando um inventário próprio associado ao modelo.

Foi solicitado à ADC, EM a composição do subsistema de abastecimento de água referente às tubagens existentes na zona do Paúl, desagregada pela seguinte sequência:

- Material constituinte da tubagem;
- Diâmetro nominal em milímetros (mm);

- Ano de Instalação;
- Classe de pressão;
- Extensão em metros (m).

A informação disponibilizada é sistematizada na Tabela 12:

Tabela 12 - Informação sobre o subsistema de abastecimento de água do Paúl

Material	Diâmetros (mm)	Ano da instalação	Classe de pressão	Extensão (m)
PVC	63	1983 a 1990	PN 10	15634
PVC	75	1983 a 1990	PN 10	1723
PVC	90	1983 a 1990	PN 10	1297
PVC	110	1983 a 1990	PN 10	732
PEAD	25	1983 a 1990	PN 10	104
PEAD	38	1983 a 1990	PN 10	64
PEAD	63	1983 a 1990	PN 10	1185
Polietileno	25	1983 a 1990	PN 10	103
FFD	80	1983 a 1990	PN 10	102
Fibrocimento	50	1961	PN 10	261
Fibrocimento	60	1961	PN 10	530
Fibrocimento	100	1961	PN 10	74
Fibrocimento	125	1961	PN 10	407
Sem informação				726

Código de identificação do elemento - Seguindo os pressupostos apresentados no subcapítulo 4.4.1, os códigos de identificação de cada tubagem são apresentados na Tabela 13:

Tabela 13 - Código de identificação dos elementos do SAA - A.17

Material	Diâmetros (mm)	Classe de pressão (Mpa)	Código de Identificação do Elemento
PVC	63	10	PVC_10_63
PVC	75	10	PVC_10_75
PVC	90	10	PVC_10_90
PVC	110	10	PVC_10_110
PEAD	25	10	PEAD_10_25
PEAD	38	10	PEAD_10_38
PEAD	63	10	PEAD_10_63
Polietileno	25	10	PE_10_25
FFD	80	10	FFD_10_80
Fibrocimento	50	10	FC_10_50
Fibrocimento	60	10	FC_10_60
Fibrocimento	100	10	FC_10_100
Fibrocimento	125	10	FC_10_125

Vida útil técnica - A vida útil técnica associada a cada componente é apresentada na Tabela 14, tendo em conta as vidas úteis técnicas definidas na Tabela 8.

Tabela 14 - Vida útil técnica dos elementos do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	Vida útil (anos)
PVC_10_63	45
PVC_10_75	45
PVC_10_90	45
PVC_10_110	45
PEAD_10_25	45
PEAD_10_38	45
PEAD_10_63	45
PE_10_25	40
FFD_10_80	60
FC_10_50	30
FC_10_60	30
FC_10_100	30
FC_10_125	30

Material do componente de substituição - Por indicação da Entidade Gestora, é considerado como material constituinte do novo componente a instalar o Polietileno de Alta Densidade (PEAD).

Diâmetro nominal do componente de substituição - O diâmetro nominal do componente de substituição é igual ao existente, sempre que verifique a presença de diâmetros nominais de 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 200, 250, 315, 350 e 400 mm. Caso o diâmetro nominal existente não seja nenhum dos anteriormente identificados, é considerado como diâmetro nominal de substituição um dos valores de diâmetro expostos imediatamente seguinte ao existente.

Classe de pressão do componente de substituição - A classe de pressão do componente de substituição mantém-se, 10 Mpa.

Custo unitário de substituição - Para efeitos do presente trabalho foi considerado como valor de custo unitário de substituição o valor definido no Anexo 3, referentes a uma dissertação, “*Custos de construção de infraestruturas de abastecimento de água e de saneamento*”, [44] realizada no ano de 2010, com valores atualizados para o ano de 2015 considerando as taxas de inflação registadas entre 2010 e 2015. [45] Verificou-se ainda que os valores atualizados são semelhantes aos habitualmente praticados na zona da Covilhã por empresas construtoras que prestam serviços à ADC,EM.

Os preços unitários considerados para os trabalhos necessários à abertura e fecho das valas para instalação da tubagem e sua substituição, respeitam os seguintes critérios:

- Largura da vala de 0,65m;
- Vala com paredes verticais;
- Arranque e reposição de pavimentos numa faixa com a largura da vala mais 0,20m;
- Recobrimento médio da tubagem igual a 1,0m;
- Largura da vala igual 0,65m;

Custo unitário de substituição por ramal - Tendo por base valores de investimento efetuados pela ADC, EM é considerado o valor de 200 €/und como custo unitário de substituição por ramal.

5.3.3 - Fase 3 - Normalização de dados

Data de entrada em serviço - Tendo em conta que a informação disponibilizada no que concerne ao ano de instalação para alguns dos elementos não define um ano concreto, para efeitos do presente trabalho são considerados os anos de instalação normalizados na Tabela 15. A definição dos mesmos teve por base os seguintes critérios:

- O PEAD e o PE são materiais mais recentes que o PVC e o FFD, pelo que é definido como ano de instalação normalizado para os componentes em que o tipo de material é PEAD ou PE o ano de 1990;
- Para as tubagens constituídas por PVC e FFD, é considerado o ano de instalação de 1983.

Tabela 15 - Normalização do ano de instalação dos elementos do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	Ano da instalação	Ano da instalação normalizado
PVC_10_63	1983 a 1990	1983
PVC_10_75	1983 a 1990	1983
PVC_10_90	1983 a 1990	1983
PVC_10_110	1983 a 1990	1983
PEAD_10_25	1983 a 1990	1990
PEAD_10_38	1983 a 1990	1990
PEAD_10_63	1983 a 1990	1990
PE_10_25	1983 a 1990	1990
FFD_10_80	1983 a 1990	1983
FC_10_50	1961	1961
FC_10_60	1961	1961
FC_10_100	1961	1961
FC_10_125	1961	1961

Tipo de pavimento - Apesar de este parâmetro depender das características físicas diretamente observáveis, a informação disponibilizada não permite identificar a localização

precisa das tubagens. Desta forma para efeitos de aplicação do modelo foi considerado que todas as tubagens têm como tipo de pavimento existente - Cubos.

Nº de ramais - Como definido anteriormente este parâmetro é determinado pelo número de ramais existentes no componente, por cada cem metros de comprimento. Tendo em conta que não foi possível identificar o número de ramais integrados em cada componente, o número de ramais a considerar foi calculado de forma linear, tendo por base o número total de ramais no subsistema (1296) e a extensão total do mesmo (22942m).

Foi ainda considerado que as tubagens com diâmetro nominal superior a 100mm não possuem ramais.

Desta forma é possível calcular a distribuição a considerar para cada componente, apresentada na Tabela 16:

Tabela 16 - Normalização do número de ramais existentes em cada elemento do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	Extensão (m)	Nº de ramais	Nº de ramais usados no modelo
PVC_10_63	15634	932,47	932
PVC_10_75	1723	102,77	103
PVC_10_90	1297	77,36	77
PVC_10_110	732	0	0
PEAD_10_25	104	6,20	6
PEAD_10_38	64	3,82	4
PEAD_10_63	1185	70,68	71
PE_10_25	103	6,14	6
FFD_10_80	102	6,08	6
FC_10_50	261	15,57	16
FC_10_60	530	31,61	32
FC_10_100	74	0	0
FC_10_125	407	0	0
Sem Informação	726	43,30	43

5.3.4 - Fase 4 - Processamento de dados e resultados

As tabelas com todos os cálculos efetuados pelo modelo são apresentados no Anexo 4.

Ano de investimento recomendado - Na Tabela 17 são apresentados os anos de investimento recomendados para cada um dos componentes do SAA-A.17 em função do tempo de vida útil associado.

Tabela 17 - Ano de investimento recomendado para cada um dos elementos do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	Ano de investimento recomendado
PVC_10_63	2028
PVC_10_75	2028
PVC_10_90	2028
PVC_10_110	2028
PEAD_10_25	2035
PEAD_10_38	2035
PEAD_10_63	2035
PE_10_25	2030
FFD_10_80	2043
FC_10_50	2015
FC_10_60	2015
FC_10_100	2015
FC_10_125	2015

Custo atualizado de substituição de um componente - Na Tabela 18 são apresentados os custos atualizados de substituição para o ano de 2015 de cada um dos elementos do SAA-A.17, considerando uma taxa de atualização anual de 1%.

Tabela 18 - Custo atualizado de substituição de cada um dos elementos do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	Custo atualizado de substituição de um componente
PVC_10_63	1 370 105,80 €
PVC_10_75	155 031,13 €
PVC_10_90	119 894,66 €
PVC_10_110	59 548,86 €
PEAD_10_25	9 722,86 €
PEAD_10_38	6 058,39 €
PEAD_10_63	111 427,51 €
PE_10_25	9 175,42 €
FFD_10_80	10 931,97 €
FC_10_50	20 185,88 €
FC_10_60	40 892,40 €
FC_10_100	5 289,52 €
FC_10_125	30 394,76 €

Valor atual de cada componente - Na Tabela 19 são apresentados os valores de cada componente no ano de 2015.

Tabela 19 - Valor atual de cada componente do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	Valor Atual do componente
PVC_10_63	347 781,99 €
PVC_10_75	39 352,46 €
PVC_10_90	30 433,56 €
PVC_10_110	15 115,64 €
PEAD_10_25	3 541,48 €
PEAD_10_38	2 206,72 €
PEAD_10_63	40 586,58 €
PE_10_25	2 963,72 €
FFD_10_80	3 861,06 €
FC_10_50	0,00 €
FC_10_60	0,00 €
FC_10_100	0,00 €
FC_10_125	0,00 €

Índice de valor de um componente - Na Tabela 20 são apresentados os valores de índice de valor de cada componente no ano de 2015.

Tabela 20 - Índice de valor de cada componente do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	IVC
PVC_10_63	0,29
PVC_10_75	0,29
PVC_10_90	0,29
PVC_10_110	0,29
PEAD_10_25	0,44
PEAD_10_38	0,44
PEAD_10_63	0,44
PE_10_25	0,38
FFD_10_80	0,47
FC_10_50	0
FC_10_60	0
FC_10_100	0
FC_10_125	0

No que concerne à infraestrutura de abastecimento de água, o valor da infraestrutura em 2015 é de 485.843,20 €, tendo um custo total de substituição de 1.714.943,83 €. O índice de valor da infraestrutura é de 0,28.

5.3.5 - Fase 5 - Recomendações a partir da análise de resultados

Priorização de investimentos no ano de 2015 - Considerando o IVC de cada um dos componentes da infraestrutura é possível identificar o nível de prioridade de investimento associado a cada um deles, apresentado na Tabela 21. Na análise da Tabela 21 é possível identificar que os componentes FC_10_50, FC_10_60, FC_10_100 e FC_10_125 necessitam de ser substituído de forma imediata, tendo em conta que o seu período de vida útil foi já ultrapassado há 24 anos.

Tabela 21 - Prioridade de investimento de cada componente do SAA-A.17

Código de Identificação do Elemento	Prioridade de investimento
PVC_10_63	Amarelo
PVC_10_75	Amarelo
PVC_10_90	Amarelo
PVC_10_110	Amarelo
PEAD_10_25	Verde
PEAD_10_38	Verde
PEAD_10_63	Verde
PE_10_25	Amarelo
FFD_10_80	Verde
FC_10_50	Preto
FC_10_60	Preto
FC_10_100	Preto
FC_10_125	Preto

Evolução do valor da infraestrutura e do IVI ao longo da sua existência - Efetuaram-se diversas simulações para ilustrar o valor da infraestrutura e do IVI, mediante diferentes estratégias de investimento, desde o ano de avaliação, 2015, até ao ano previsto de fim de vida útil do componente FFD_10_80, 2043.

Nestas simulações adotaram-se três possíveis cenários de investimento:

Cenário 1 - Sem considerar qualquer investimento na infraestrutura;

Cenário 2 - Considerar o investimento no ano de fim de vida útil de cada componente da infraestrutura;

Cenário 3 - Considerar a necessidade de investimento por forma a garantir que a infraestrutura não ultrapasse um IVI de 0,6, nem seja inferior a 0,4, ao qual está associado um valor de infraestrutura de 1.028.966,30€ e 685.977,53€ respetivamente.

Tendo em conta que o IVI deve apresentar valores da ordem dos 0,40-0,60 para situações de infraestruturas estabilizadas, a definição destes índices visa garantir que ao longo do período de avaliação estabelecido, a infraestrutura garanta uma qualidade de serviço com base num valor de IVI nunca inferior a 0,4 ao qual, como anteriormente referido, está associada uma necessidade de investimentos significativos em reabilitação, uma vez que a infraestrutura está mais envelhecida que o devido. Por outro lado ao ser estabelecido que o IVI não ultrapasse um valor de 0,6, é tido como objetivo evitar um sobre investimento na infraestrutura num determinado ano.

A seleção dos componentes a substituir em cada ano de análise teve em primeira instância a priorização mediante o fim de vida útil de cada componente, o nível de prioridade de substituição mediante o IVC de cada tubagem e, caso esta condição fosse igual para diferentes componentes, o investimento foi considerado para a tubagem com maior extensão.

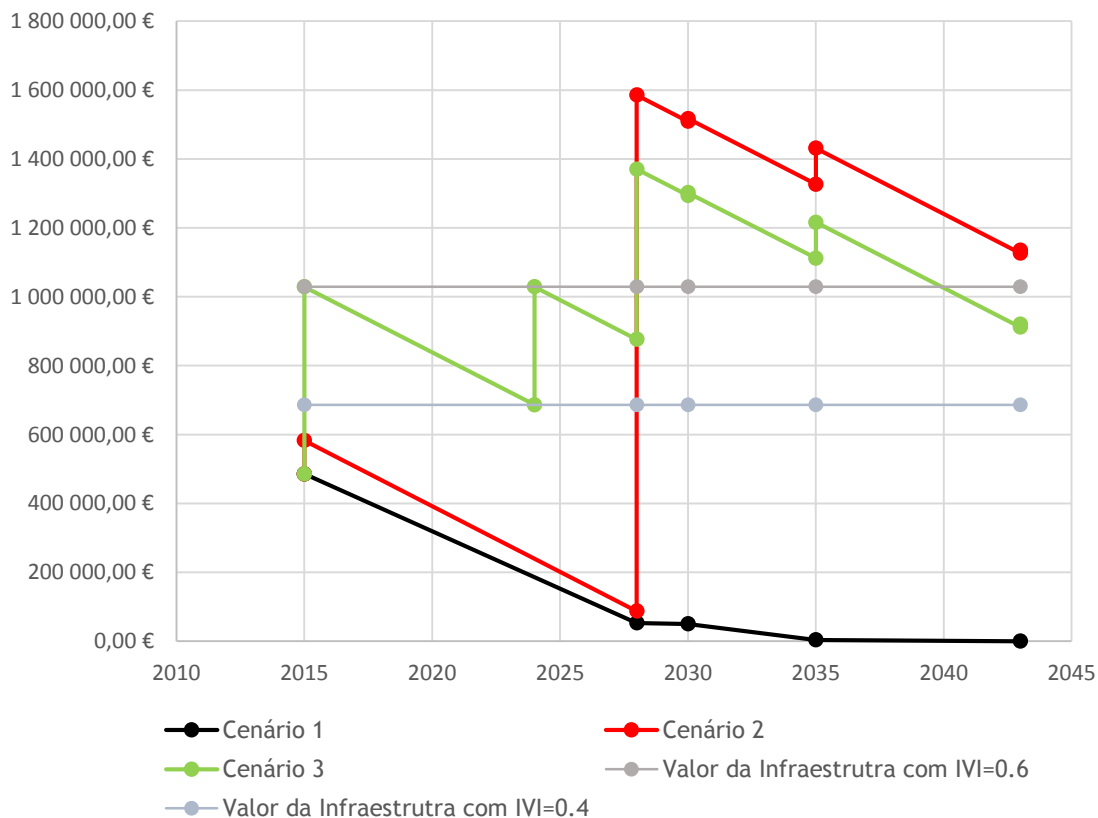


Figura 15 - Evolução do valor da infraestrutura SAA-A.17, entre 2015 e 2043

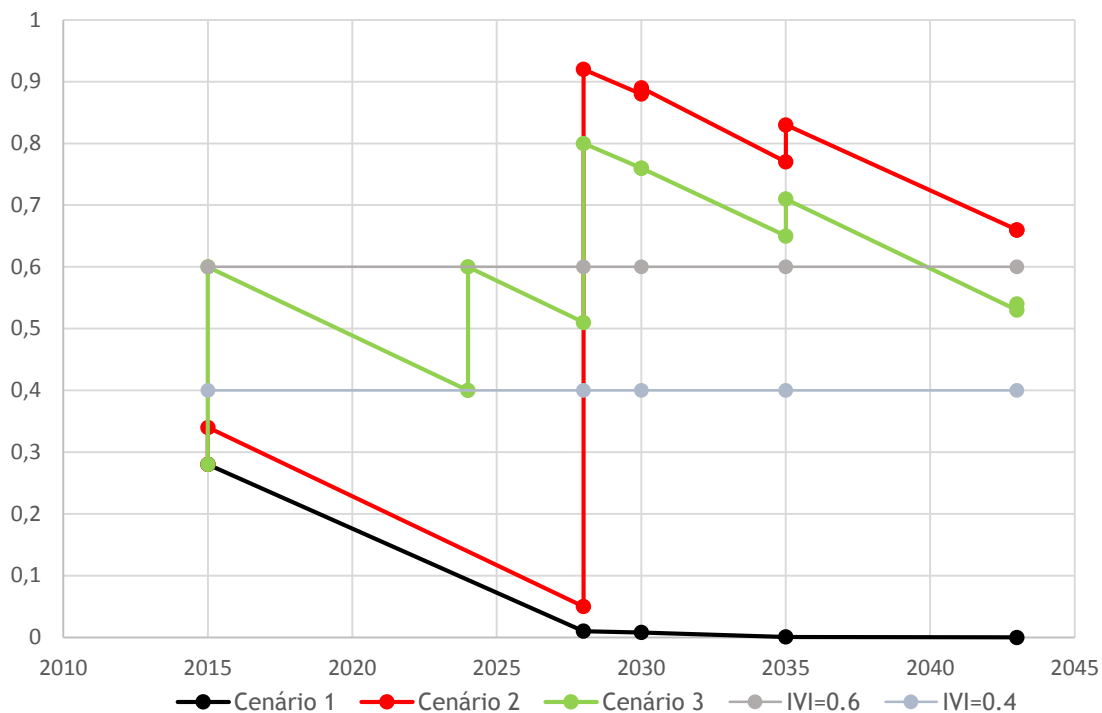


Figura 16 - Evolução do IVI do SAA-A.17, entre 2015 e 2043

A análise da Figura 15 e da Figura 16 permite concluir o seguinte:

- O valor do IVI no ano de avaliação é igual a 0,28 correspondente a um valor de infraestrutura de 485.843,20 €, o que indica uma prioridade de investimento de médio prazo.
- O cenário de não investimento na infraestrutura, cenário 1, conduz a um decaimento do valor da infraestrutura de 485.843,20 € até 0 € ao longo de 38 anos. O período de 38 anos corresponde à máxima vida útil remanescente de todos os componentes, referente à tubagem FFD_10_80.
- Para ambos os cenários em que é efetuado investimento na infraestrutura, cenário 2 e cenário 3, o IVI aumenta significativamente aquando da substituição do ativo com maior custo, PVC_10_63, devido à sua extensão e números de ramais instalados na tubagem com um custo total de substituição de 1.203.860,72€.
- O cenário de investimento no fim de vida útil de cada componente, cenário 2, conduz a valores de IVI de elevada variação. Se até 2028, ano de fim da vida útil das tubagens PVC_10_63, PVC_10_75, PVC_10_90 e PVC_10_110, em que a sua extensão representa cerca de 85% da extensão total de tubagens do SAA, o IVI chega a atingir um valor de 0,05 correspondente a um valor de infraestrutura de 87.489,69€. Nesse mesmo ano ao substituir todos os componentes identificados, o valor de IVI atinge o valor de 0,92 referente a um valor de infraestrutura de 1.509.069,08€. Estes valores indicam que até

2028 o nível de prioridade de investimento varia de forma linear entre médio prazo e imediata, indicando um investimento nulo. A partir de 2028 o nível de prioridade de investimento até 2043 é de longo prazo, no entanto durante este período o valor de IVI mantém-se acima de 0.6 indicando um sobre investimento na infraestrutura.

- O cenário 3, conduz essencialmente a um investimento na substituição de parte do componente PVC_10_63 de forma faseada antes que este atinga o fim da sua vida útil, garantindo desta forma que o nível de prioridade de investimento na infraestrutura se mantenha de longo prazo até ao final do período de análise. É possível ainda identificar que a partir do ano de 2028 até 2039 o IVI é superior a 0.6, indicando um sobre investimento, decorrente do fim da vida útil e consequente investimento na substituição de 2597m do PVC_10_63 e a totalidade dos componentes PVC_10_75, PVC_10_90, PVC_10_110 em 2028, do PE_10_25 em 2030, e do PEAD_10_25, PEAD_10_38 e PEAD_10_63 em 2035.

Plano de investimento - Considerando os três cenários de investimento anteriormente expostos, é possível definir um plano de investimento associado a cada um deles, apresentados na Figura 17. Para os custos de investimento calculados, foi considerada uma taxa de atualização anual de 1%.

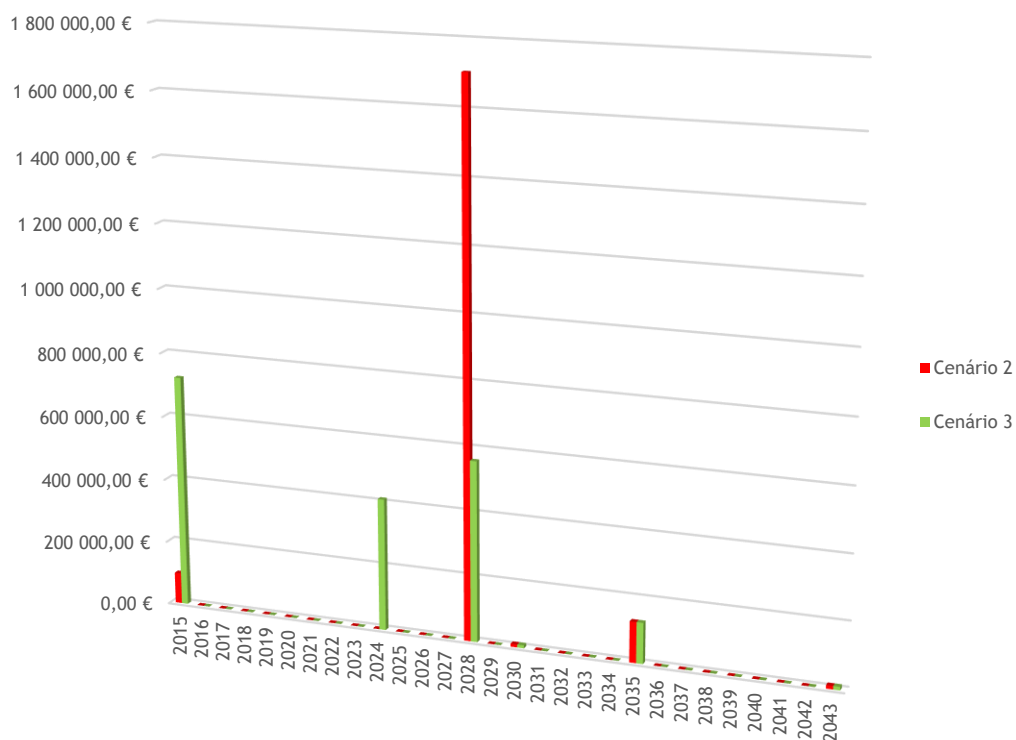


Figura 17 - Plano de investimentos para o SAA-A.17

Tabela 22 - Distribuição de investimentos para o SAA-A.17

	Cenário 2	Cenário 3
2015	96 762,56 €	724 429,64 €
2024	0,00 €	411 423,49 €
2028	1 704 580,45 €	566 403,41 €
2030	9 175,42 €	9 175,42 €
2035	127 208,77 €	127 208,77 €
2043	10 931,97 €	10 931,97 €
TOTAL	1 948 659,16 €	1 849 572,68 €

A análise da Figura 17 e da Tabela 22 permite concluir o seguinte:

- No cenário 2, o investimento para substituição de todos os componentes está avaliado num investimento total de 1.948.659,16€ dividido por 5 dos 38 anos em análise, em que 87,5% do investimento total é realizado no ano de 2028 para substituição dos componentes PVC_10_63, PVC_10_75, PVC_10_90 e PVC_10_110, denotando uma elevada concentração de investimento no ano de 2028.
- No cenário 3, o investimento para a substituição de todos os componentes está avaliado num investimento total de 1.845.277,11€ dividido por 6 dos 38 anos em análise, em que a percentagem máxima realizado do investimento total num ano é de 39,3%, referente ao ano de 2015.
- O cenário ao qual está associado um custo total de investimento mais baixo é o cenário 3, o que comparativamente com o cenário 2 permite uma análise de necessidades de investimento noutros SAA geridos pela ADC, EM.

Considerando a prioridade de investimento no ano de 2015 e os possíveis cenários equacionados para diferentes estratégias de investimento com base no Índice de Valor da Infraestrutura e o valor da infraestrutura e custo de substituição dos componentes entre 2015 e 2043 associadas ao ciclo de vida dos componentes, recomenda-se à empresa ADC, EM que para o subsistema de abastecimento de água A.17 adote a estratégia de substituição de cada componente, definida como cenário 3, e apresentada na Tabela 23:

Tabela 23 - Quadro resumo da proposta de estratégia de substituição de cada componente do SAA-A.17

A.17			
Ano	Componente	Extensão	Investimento ano
2015	PVC_10_63	8151m	724 429,64 €
	FC_10_50	Total	
	FC_10_60	Total	
	FC_10_100	Total	
	FC_10_125	Total	
2024	PVC_10_63	4886m	411 423,49 €
2028	PVC_10_63	2597m	566 403,41 €
	PVC_10_75	Total	
	PVC_10_90	Total	
	PVC_10_110	Total	
2030	PE_10_25	Total	9 175,42 €
2035	PEAD_10_25	Total	127 208,77 €
	PEAD_10_38	Total	
	PEAD_10_63	Total	
2043	FFD_10_80	Total	10 931,97 €

5.3.6 - Fase 6 - Exploração do modelo

Decorrente da aplicação do modelo ao caso de estudo A.17, é possível identificar pressupostos de melhoria a desenvolver no futuro, de modo a que o modelo promova resultados com uma maior qualidade e fiabilidade, nomeadamente:

- Informação sobre o SAA deverá cobrir a totalidade da rede de abastecimento de água
- Tendo em conta que os componentes contabilizam a extensão total no SAA de uma tubagem com determinadas características, é importante que esta informação seja fragmentada por troços definidos sempre que exista mudança no tipo de tubagem ou se verifique a existência de válvulas de pressão.
- Número de ramais existentes por componente deverá ser correspondente aos existentes na realidade.
- Deve ser feito um estudo que permita avaliar o ano de instalação real de cada componente.
- A vida útil é definida por valores teóricos que na realidade podem ser majorados ou minorados por parâmetros que influenciam a vida útil de um componente como por exemplo as condições de instalação, avaliação do estado atual

GPI - Modelo de apoio à GPI com base em análise de custos - Caso de estudo ADC,EM

- O nível de priorização deverá ter também em conta parâmetros como a importância social que cada componente assume,
- Numa análise completa de um subsistema deverão ser também analisados outros componentes existentes, como reservatórios, eletrobombas ou válvulas de pressão.

5.4 - Segunda aplicação do modelo - Verdelhos

A aplicação do modelo é desenvolvida com base nos pressupostos apresentados no subcapítulo 4.3, respeitando as seis fases definidas na metodologia proposta.

Fase 1 - Planeamento do modelo

Fase 2 - Descrição física do sistema através dos parâmetros definidos para o modelo

Fase 3 - Normalização de dados

Fase 4 - Processamento de dados e resultados

Fase 5 - Recomendações a partir da análise de resultados

Fase 6 - Exploração do modelo

5.4.1 - Fase 1 - Planeamento do modelo

O subsistema de abastecimento de água considerado para análise tem o código de identificação A.28, e refere-se à zona de Verdelhos, com 406 habitantes residentes, segundo os CENSOS 2011 [43]. No período de verão a população servida é bastante superior devido à afluência de população emigrante. O subsistema de AA tem 7416 metros de extensão total de condutas com diâmetros entre os 38 mm e 90 mm e é composto por dois materiais distintos, PVC e PEAD. Existem 836 ramais em todo o subsistema, sendo que não foi fornecido pela Entidade Gestora a localização de cada um deles.

Na Figura 18 apresenta-se o esquema geral da rede de abastecimento de água existente na zona de Verdelhos.



Figura 18 - Esquema geral do sistema de abastecimento de água de Verdelhos

5.4.2 - Fase 2 - Descrição física do sistema através dos parâmetros definidos para o modelo

Como definido anteriormente, esta fase tem como objetivo apresentar os dados necessários ao desenvolvimento do modelo através da informação disponibilizada pela Entidade Gestora no ano de 2015 (ano de avaliação), criando um inventário próprio associado ao modelo.

Assim foi solicitado à ADC, EM a composição do subsistema de abastecimento de água referente às tubagens existentes na zona de Verdelhos, desagregada pela seguinte sequência:

- Material constituinte da tubagem;
- Diâmetro nominal em milímetros (mm);
- Ano de Instalação;
- Classe de pressão;
- Extensão em metros (m).

A informação disponibilizada é sistematizada na Tabela 24:

Tabela 24 - Informação sobre o subsistema de abastecimento de água de Verdelhos

Material	Diâmetros (mm)	Ano da instalação	Classe de pressão	Extensão (m)
PVC	63	1987	PN 10	5600
PVC	75	1987	PN 10	873
PVC	90	1987	PN 10	739
PEAD	38	1987	PN 10	11
PEAD	63	1987	PN 10	140
Sem informação				53

Código de identificação do elemento - Seguindo os pressupostos apresentados no subcapítulo 4.4.1, os códigos de identificação de cada tubagem são apresentados na Tabela 25:

Tabela 25 - Código de identificação dos elementos do SAA-A.28

Material	Diâmetros (mm)	Classe de pressão (Mpa)	Código de Identificação do Elemento
PVC	63	10	PVC_10_63
PVC	75	10	PVC_10_75
PVC	90	10	PVC_10_90
PEAD	38	10	PEAD_10_38
PEAD	63	10	PEAD_10_63

Vida útil técnica - A vida útil técnica associada a cada componente é apresentada na Tabela 26, tendo em conta as vidas úteis técnicas definidas na Tabela 8.

Tabela 26 - Vida útil técnica dos elementos do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	Vida útil (anos)
PVC_10_63	45
PVC_10_75	45
PVC_10_90	45
PEAD_10_38	45
PEAD_10_63	45

Ano de instalação - O ano de instalação referente a cada componente é apresentado na Tabela 27.

Tabela 27 - Ano de instalação dos componentes do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	Ano da instalação
PVC_10_63	1987
PVC_10_75	1987
PVC_10_90	1987
PEAD_10_38	1987
PEAD_10_63	1987

Material do componente de substituição - Por indicação da Entidade Gestora, é considerado como material constituinte do novo componente a instalar o Polietileno de Alta Densidade (PEAD).

Diâmetro nominal do componente de substituição - O diâmetro nominal do componente de substituição é igual ao existente, sempre que verifique a presença de diâmetros nominais de 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 200, 250, 315, 350 e 400 mm. Caso o diâmetro nominal existente não seja nenhum dos anteriormente identificados, é considerado como diâmetro nominal de substituição um dos valores de diâmetro expostos imediatamente seguinte ao existente.

Classe de pressão do componente de substituição - A classe de pressão do componente de substituição mantém-se, 10 Mpa.

Custo unitário de substituição - Para efeitos do presente trabalho foi considerado como valor de custo unitário de substituição o valor definido no Anexo 3, referentes a uma dissertação, "*Custos de construção de infraestruturas de abastecimento de água e de saneamento*", [44] realizada no ano de 2010, com valores atualizados para o ano de 2015 considerando as taxas de inflação registadas entre 2010 e 2015. [45] Verificou-se ainda que os valores atualizados são semelhantes aos habitualmente praticados na zona da Covilhã por empresas construtoras que prestam serviços à ADC,EM.

Os preços unitários considerados para os trabalhos necessários à abertura e fecho das valas para instalação da tubagem e sua substituição, respeitam os seguintes critérios:

- Largura da vala de 0,65m;
- Vala com paredes verticais;
- Arranque e reposição de pavimentos numa faixa com a largura da vala mais 0,20m;
- Recobrimento médio da tubagem igual a 1,0m;
- Largura da vala igual 0,65m;

Custo unitário de substituição por ramal - Tendo por base valores de investimento efetuados pela ADC, EM é considerado o valor de 200 €/und como custo unitário de substituição por ramal.

5.4.3 - Fase 3 - Normalização de dados

Tipo de pavimento - Apesar de este parâmetro depender das características físicas diretamente observáveis, a informação disponibilizada não permite identificar a localização precisa das tubagens. Desta forma para efeitos de aplicação do modelo foi considerado que todas as tubagens têm como tipo de pavimento existente - Cubos.

Nº de ramais - Como definido anteriormente este parâmetro é determinado pelo número de ramais existentes no componente, por cada cem metros de comprimento. Tendo em conta que não foi possível identificar o número de ramais integrados em cada componente, o número de

ramais a considerar foi calculado de forma linear, tendo por base o número total de ramais no subsistema (835) e a extensão total do mesmo (7416m).

Foi ainda considerado que as tubagens com diâmetro nominal superior a 100mm não possuem ramais.

Desta forma é possível calcular a distribuição a considerar para cada componente, apresentada na Tabela 28:

Tabela 28 - Normalização do número de ramais existentes em cada elemento do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	Extensão (m)	Nº de ramais	Nº de ramais usados no modelo
PVC_10_63	5600	631,28	631
PVC_10_75	873	98,41	98
PVC_10_90	739	83,31	83
PEAD_10_38	11	1,24	1
PEAD_10_63	140	15,78	16
Sem Informação	53	5,98	6

5.4.4 - Fase 4 - Processamento de dados e resultados

As tabelas com todos os cálculos efetuados pelo modelo são apresentados no Anexo 5.

Ano de investimento recomendado - Na Tabela 29 são apresentados os anos de investimento recomendados para cada um dos componentes do SAA-A.28 em função do tempo de vida útil associado.

Tabela 29 - Ano de investimento recomendado para cada um dos elementos do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	Ano de investimento recomendado
PVC_10_63	2032
PVC_10_75	2032
PVC_10_90	2032
PEAD_10_38	2032
PEAD_10_63	2032

Custo atualizado de substituição de um componente - Na Tabela 30 são apresentados os custos atualizados de substituição para o ano de 2015 de cada um dos elementos do SAA-A.28, considerando uma taxa de atualização anual de 1%

Tabela 30 - Custo atualizado de substituição de cada um dos elementos do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	Custo atualizado de substituição de um componente
PVC_10_63	581 076,60 €
PVC_10_75	92 710,97 €
PVC_10_90	80 354,64 €
PEAD_10_38	1 084,68 €
PEAD_10_63	14 580,21 €

Valor atual de cada componente - Na Tabela 31 são apresentados os valores de cada componente no ano de 2015.

Tabela 31 - Valor atual de cada componente do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	Valor Atual do componente
PVC_10_63	185 355,91 €
PVC_10_75	29 573,60 €
PVC_10_90	25 632,09 €
PEAD_10_38	346,00 €
PEAD_10_63	4 650,90 €

Índice de valor de um componente - Na Tabela 32 são apresentados os valores de índice de valor de cada componente no ano de 2015.

Tabela 32 - Índice de valor de cada componente do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	IVC
PVC_10_63	0,38
PVC_10_75	0,38
PVC_10_90	0,38
PVC_10_110	0,38
PEAD_10_25	0,38

No que concerne à infraestrutura de abastecimento de água, o valor da infraestrutura em 2015 é de 245.558,50 €, tendo um custo total de substituição de 650.007,79 €. O índice de valor da infraestrutura é de 0,38.

5.4.5 - Fase 5 - Recomendações a partir da análise de resultados

Priorização de investimentos no ano de 2015 - Considerando o IVC de cada um dos componentes da infraestrutura é possível identificar o nível de prioridade de investimento associado a cada um deles, apresentado na Tabela 33.

Tabela 33 - Prioridade de investimento de cada componente do SAA-A.28

Código de Identificação do Elemento	Prioridade de investimento
PVC_10_63	
PVC_10_75	
PVC_10_90	
PEAD_10_38	
PEAD_10_63	

Na análise da Tabela 33 é possível identificar que todos os componentes existentes têm o mesmo nível de prioridade de investimento, uma vez que todos eles foram instalados no mesmo ano e as vidas úteis associadas a cada uma das tubagens é de 45 anos.

Evolução do valor da infraestrutura e do IVI ao longo da sua existência - Efetuaram-se diversas simulações para ilustrar o valor da infraestrutura e do IVI, mediante diferentes estratégias de investimento, num período de avaliação igual ao adotado para o SAA A.17, referente à zona do Paúl, ou seja desde o ano de avaliação, 2015, até 2043.

Nestas simulações adotaram-se três possíveis cenários de investimento:

Cenário 1 - Sem considerar qualquer investimento na infraestrutura;

Cenário 2 - Considerar o investimento no ano de fim de vida útil de cada componente da infraestrutura;

Cenário 3 - Considerar a necessidade de investimento por forma a garantir que a infraestrutura não ultrapasse um IVI de 0,6, nem seja inferior a 0,4, ao qual está associado um valor de infraestrutura de 390.004,67€ e 260.003,12€ respetivamente.

Tendo em conta que o IVI apresenta valores da ordem dos 0,40-0,60 para situações de infraestruturas estabilizadas, a definição destes índices visa garantir que ao longo do período de avaliação estabelecido, a infraestrutura garanta uma qualidade de serviço com base num valor de IVI nunca inferior a 0,4 ao qual, como anteriormente referido, está associada uma necessidade de investimentos significativos em reabilitação, uma vez que a infraestrutura está mais envelhecida que o devido. Por outro lado ao ser estabelecido que o IVI não ultrapasse um valor de 0,6, é tido como objetivo evitar um sobre investimento na infraestrutura num determinado ano.

A seleção dos componentes a substituir em cada ano de análise teve em primeira instância a priorização mediante o fim de vida útil de cada componente, o nível de prioridade de substituição mediante o IVC de cada tubagem, e caso esta condição fosse igual para diferentes componentes o investimento foi considerado para a tubagem com maior extensão.

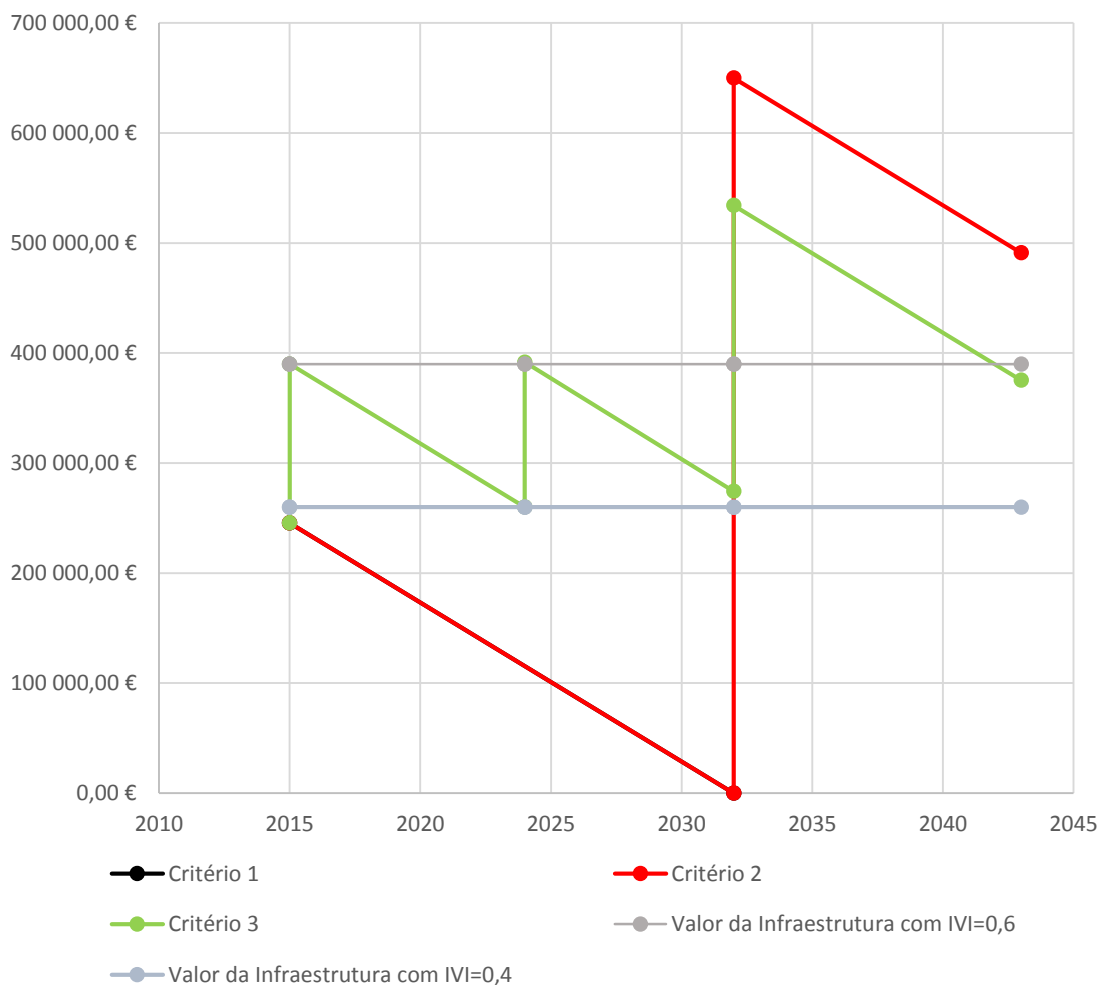


Figura 19 - Evolução do valor da infraestrutura SAA-A.28, entre 2015 e 2043

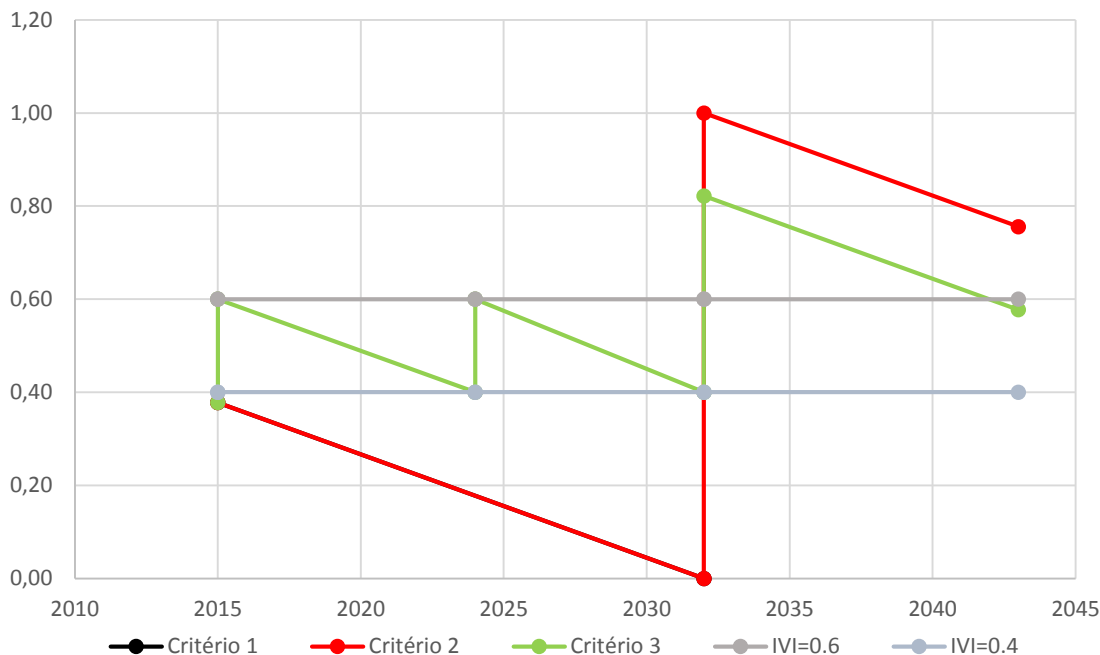


Figura 20 - Evolução do IVI do SAA-A.28, entre 2015 e 2043

A análise da Figura 19 e da Figura 20 permite concluir o seguinte:

- O valor do IVI no ano de avaliação é igual a 0,38 correspondente a um valor de infraestrutura de 245.558,50€, o que indica uma prioridade de investimento de médio prazo.
- O cenário de não investimento na infraestrutura, cenário 1, conduz a um decaimento do valor da infraestrutura de 245.558,50€ até 0 € ao longo de 17 anos. O período de 17 anos corresponde à máxima vida útil remanescente de todos os componentes, referente a qualquer uma das tubagens avaliadas em 2015.
- Para ambos os cenários em que é efetuado investimento na infraestrutura, cenário 2 e cenário 3, o IVI aumenta significativamente aquando da substituição do ativo com maior custo, PVC_10_63, devido à sua extensão e números de ramais instalados na tubagem com um custo total de substituição de 490.648,0€.
- O cenário de investimento no fim de vida útil de cada componente, cenário 2, conduz a valores de IVI de elevada variação. Se entre 2015 até 2032, ano de fim da vida útil das tubagens constituintes, o IVI varia entre 0,37 e 0, nesse mesmo ano, ao substituir todos os componentes do subsistema, o valor de IVI atinge o valor de 1 referente a um valor de infraestrutura de 650.007,79€. Estes valores indicam que até 2032 o nível de prioridade de investimento varia de forma linear entre médio prazo e imediata, indicando um investimento nulo. A partir de 2032 o nível de prioridade de investimento até 2043 é de longo prazo, no entanto durante este período o valor de IVI mantém-se acima de 0,6 indicando um sobre investimento na infraestrutura.

- O cenário 3, conduz essencialmente a um investimento na substituição de parte do componente PVC_10_63 de forma faseada antes que este atinga o fim da sua vida útil, garantindo desta forma que o nível de prioridade de investimento na infraestrutura se mantenha de longo prazo até ao final do período de análise. É possível ainda identificar que a partir do ano de 2032 até 2043 o IVI é superior a 0.6, indicando um sobre investimento, decorrente do fim da vida útil e consequente investimento na substituição de 1147m do PVC_10_63 e a totalidade dos componentes PVC_10_75, PVC_10_90, PEAD_10_38, PEAD_10_63 em 2032.

Plano de investimento - Considerando os três cenários de investimento anteriormente expostos, é possível definir um plano de investimento associado a cada um deles, apresentados na Figura 21. Para os custos de investimento calculados, foi considerada uma taxa de atualização anual de 1%.

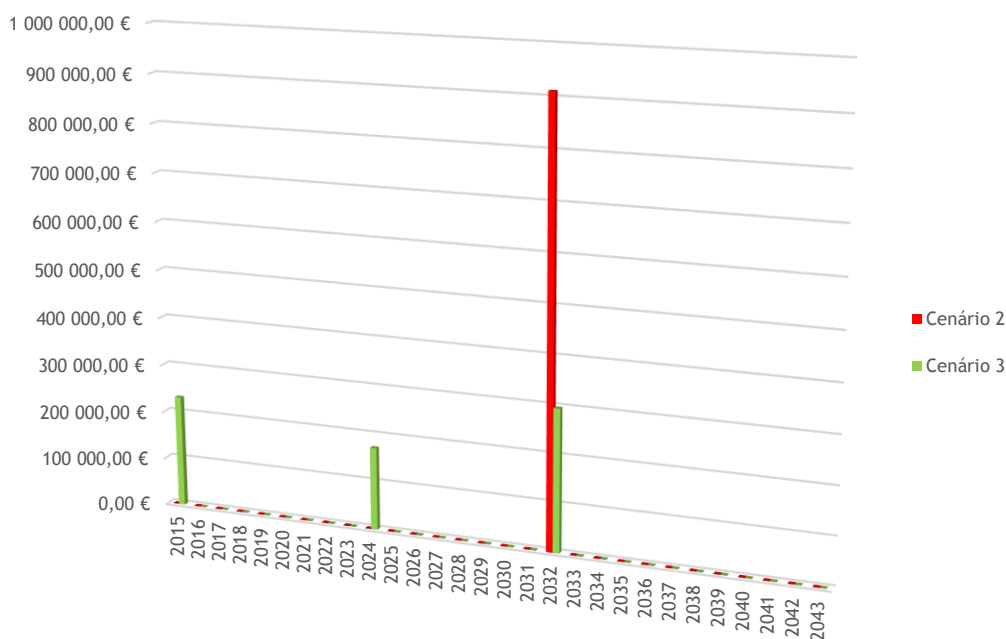


Figura 21 - Plano de investimentos para o SAA-A.28

Tabela 34 - Distribuição de investimentos para o SAA-A.28

	Cenário 2	Cenário 3
2015	0,00 €	232 196,92 €
2024	0,00 €	172 807,00 €
2032	911 685,97 €	297 499,95 €
TOTAL	911 685,97 €	702 503,87 €

A análise da Figura 21 e da Tabela 34 permite concluir o seguinte:

- No cenário 2, o investimento para substituição de todos os componentes está avaliado num investimento total de 911.685,97€, investido na sua totalidade no ano de 2032. Este facto deve-se por todos os componentes terem todos a mesma vida útil e terem sido instalados no mesmo ano.
- No cenário 3, o investimento para a substituição de todos os componentes está avaliado num investimento total de 702.503,87€ dividido por 3 dos 38 anos em análise, em que a percentagem máxima realizado do investimento total num ano é de 42.4%, referente ao ano de 2028.
- O cenário ao qual está associado um custo total de investimento mais baixo é o cenário 3.

Considerando a prioridade de investimento no ano de 2015 e os possíveis cenários equacionados para diferentes estratégias de investimento com base no Índice de Valor da Infraestrutura, o valor da infraestrutura e custo de substituição dos componentes entre 2015 e 2043 associadas ao ciclo de vida dos componentes, recomenda-se à empresa ADC, EM que para o subsistema de abastecimento de água A.28 adote a estratégia de substituição de cada componente, definida como cenário 3, e apresentada na Tabela 35:

Tabela 35 - Quadro resumo da proposta de estratégia de substituição de cada componente do SAA-A.28

Ano	Componente	Extensão	Investimento ano
2015	PVC_10_63	2649m	232 196,92 €
2024	PVC_10_63	1804m	172 807,00 €
2032	PVC_10_63	1147m	291 499,55 €
	PVC_10_75	Total	
	PVC_10_90	Total	
	PEAD_10_38	Total	
	PEAD_10_63	Total	

5.4.6 - Fase 6 - Exploração do modelo

Decorrente da aplicação do modelo ao caso de estudo A.28, é possível identificar pressupostos de melhoria a desenvolver no futuro, de modo a que o modelo promova resultados com uma maior qualidade e fiabilidade, nomeadamente:

- Informação sobre o SAA deverá cobrir a totalidade da rede de abastecimento de água
- Tendo em conta que os componentes contabilizam a extensão total no SAA de uma tubagem com determinadas características, é importante que esta informação seja fragmentada por troços definidos sempre que exista mudança no tipo de tubagem ou se verifique a existência de válvulas de pressão.

- Número de ramais existentes por componente deverá ser correspondente aos existentes na realidade.
- A vida útil é definida por valores teóricos que na realidade podem ser majorados ou minorados por parâmetros que influenciam a vida útil de um componente como por exemplo as condições de instalação, avaliação do estado atual
- O nível de priorização deverá ter também em conta parâmetros como a importância social que cada componente assume.
- Numa análise completa de um subsistema deverão ser também analisados outros componentes existentes, como reservatórios, eletrobombas ou válvulas de pressão.

5.5 - Considerações finais

Decorrente da aplicação do modelo de análise de custos aos subsistemas de abastecimento de água A.17 e A.28, e tendo em conta as recomendações desenvolvidas para cada um dos SAA, é possível definir uma estratégia de investimento a adotar pela ADC,EM por forma a garantir uma qualidade de serviço adequada em ambos os subsistemas analisados.

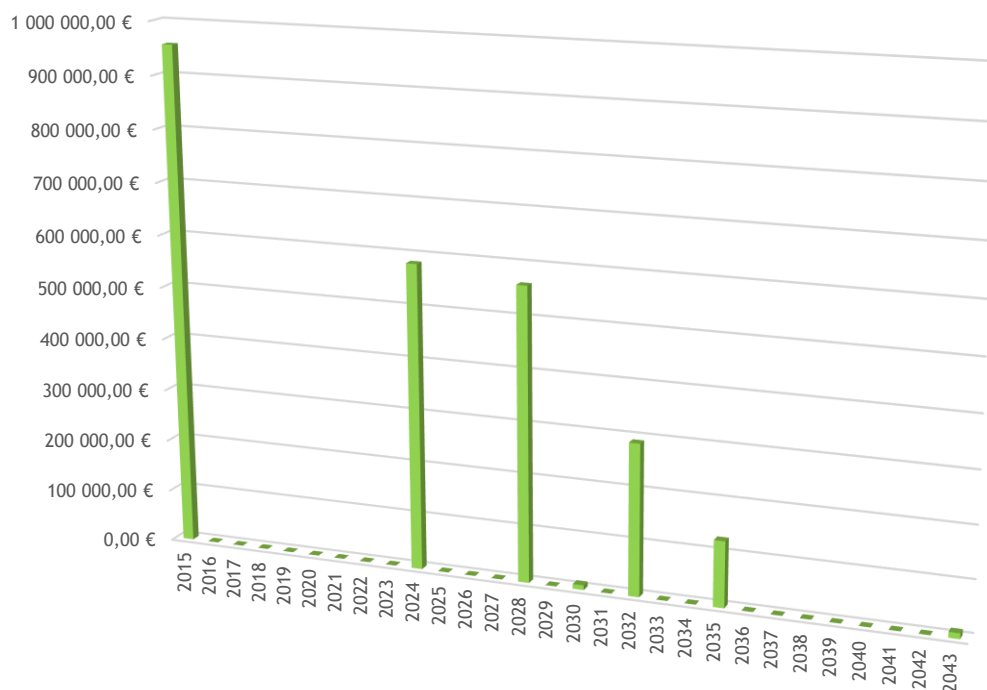


Figura 22 - Plano de investimento para os SAA A.17 e A.28, entre 2015 e 2043

Tabela 36 - Quadro resumo da proposta de estratégia de substituição de cada componente dos SAA A.17 e A.28

Ano	SAA	Componente	Extensão	Investimento ano
2015	A.28	PVC_10_63	2649m	956 626,56 €
	A.17	PVC_10_63	8151m	
	A.17	FC_10_50	Total	
	A.17	FC_10_60	Total	
	A.17	FC_10_100	Total	
	A.17	FC_10_125	Total	
2024	A.28	PVC_10_63	1804m	584 230,49 €
	A.17	PVC_10_63	4886m	
2028	A.17	PVC_10_63	2597m	562 107,83 €
	A.17	PVC_10_75	Total	
	A.17	PVC_10_90	Total	
	A.17	PVC_10_110	Total	
2030	A.17	PE_10_25	Total	9 175,42 €
2032	A.28	PVC_10_63	1147m	291 499,55 €
	A.28	PVC_10_75	Total	
	A.28	PVC_10_90	Total	
	A.28	PEAD_10_38	Total	
	A.28	PEAD_10_63	Total	
2035	A.17	PEAD_10_25	Total	127 208,77 €
	A.17	PEAD_10_38	Total	
	A.17	PEAD_10_63	Total	
2043	A.17	FFD_10_80	Total	10 931,97 €
INVESTIMENTO TOTAL				2 541 780,59 €

Na Figura 22 e Tabela 36 é apresentado o plano de investimento e estratégia de substituição recomendada à ADC,EM, integrando os SAA A.17 e A.28 para que em ambos os subsistemas de abastecimento de água no período em estudo o valor do IVI de cada infraestrutura permaneça num intervalo de valores de 0,4 e 0,6. A definição deste intervalo de valores de IVI permite que através do investimento previsto, a infraestrutura se encontre estabilizada ao longo do período de avaliação garantindo uma eficiência operacional dos componentes ao qual está associada uma qualidade de serviço adequada em cada um dos SAA, sem que a infraestrutura esteja mais envelhecida que o devido e se evite um sobre investimento num determinado ano.

Desta forma as aplicações do modelo aos SAA A.17 e A.28, permitem concluir que o IVI é um parâmetro útil para análise do estado de conservação de uma infraestrutura. O estado de conservação aconselhado, decorrente da estratégia de substituição ou reabilitação adotada, é definido para valores de IVI entre 0,4 e 0,6, sendo que este mesmo intervalo de IVI permite verificar se a política de investimento é a mais indicada. Quando o IVI toma valores entre 0,4

e 0,6 a estratégia de substituição é adequada, abaixo de 0,4 o investimento é insuficiente e acima de 0,6 há um sobre investimento na infraestrutura.

Como referido na secção 4.6.1, o plano de investimentos deve ter um carácter orientador, e não vinculativo, muito por conta do nível de informação utilizado na aplicação do modelo aos dois subsistemas em análise, que deverá ser melhorada tendo em conta as seguintes recomendações:

- Informação sobre os SAA's deverá cobrir a totalidade da rede de abastecimento de água;
- Tendo em conta que os componentes contabilizam a extensão total no SAA de uma tubagem com determinadas características, é importante que esta informação seja fragmentada por troços definidos sempre que exista mudança no tipo de tubagem ou se verifique a existência de válvulas de pressão;
- Número de ramais existentes por componente deverá ser correspondente aos existentes na realidade;
- Deve ser feito um estudo que permita avaliar o ano de instalação real de cada componente;
- A vida útil é definida por valores teóricos que na realidade podem ser majorados ou minorados por parâmetros que influenciam a vida útil de um componente como por exemplo as condições de instalação ou uma avaliação do estado atual da tubagem;
- O nível de priorização deverá ter também em conta parâmetros como a importância social que cada componente assume;
- Numa análise completa de cada subsistema deverão ser também analisados outros componentes existentes, como reservatórios, eletrobombas ou válvulas de pressão.

Capítulo 6 - Conclusões e recomendações

ÍNDICE

6.1 - Conclusões

6.2 - Recomendações e trabalhos futuros

6.1 - Conclusões

O trabalho realizado nesta dissertação permite enunciar algumas conclusões finais, decorrentes do estado de arte desenvolvido e da conceção e aplicação do modelo de apoio à gestão patrimonial de infraestruturas com base na análise de custos a subsistemas de abastecimento de água geridos pela entidade gestora ADC,EM.

Nesse sentido é possível concluir que os sistemas de abastecimento de água são de grande importância para a sociedade atual, por serem constituídos por uma diversidade de componentes e agentes que interagem com o sistema.

A evolução legal registada em Portugal, permite identificar dois importantes factos: o primeiro referente à possibilidade de integração de capitais privados nas Entidades Gestoras e o outro referente à preocupação que a legislação em vigor coloca na gestão eficiente dos ativos de um SAA, através da obrigatoriedade legal de implementação de um sistema de Gestão Patrimonial de Infraestruturas nas EG.

Esta preocupação reside essencialmente devido aos reduzidos níveis de renovação infraestrutural nas redes de distribuição existentes em Portugal que estão identificados como a causa de uma degradação da eficiência operacional dos sistemas e a uma progressiva diminuição da qualidade do serviço prestado.

Desta forma, e para que seja feita uma gestão eficiente dos ativos associados a um SAA, é reconhecida a importância na definição e implementação de planos de Gestão Patrimonial de Infraestruturas em Entidades Gestoras, como forma a garantir o cumprimento dos requisitos de desempenho dos sistemas, capacitando desta forma as Entidades Gestoras para lidar com uma grande diversidade de desafios.

A Gestão Patrimonial de Infraestruturas é mundialmente reconhecida como essencial para a sustentabilidade dos serviços assentes em infraestruturas físicas de elevado custo de construção e manutenção, por forma a garantir o cumprimento dos requisitos de qualidade do serviço que essas infraestruturas asseguram.

Deste modo a GPI é considerada como uma abordagem que integra toda a organização, contemplando níveis de planeamento e decisão diferenciados, abarcando o nível estratégico, tático e operacional. Esta abordagem permite criar planos de gestão dinâmicos através de uma abordagem PDCA, através de uma monitorização dos resultados consequentes das decisões tomadas, que poderá redefinir a elaboração de um novo plano com objetivos, critérios, métricas e metas mais exigentes para a organização.

No caso das infraestruturas de abastecimento de água, a GPI incide sobre a gestão de ativos fixos tangíveis que compõem os sistemas diretamente associados à prestação de serviço, como sejam as condutas, os reservatórios, as estações elevatórias e as estações de tratamento.

A identificação das prioridades de intervenções é definida por modelos de apoio à GPI classificados nas seguintes categorias:

- Avaliação de perdas de água;
- Análise e previsão de falhas em condutas;
- Análise de custos.

Nesse sentido o modelo de apoio à GPI por análise de custos desenvolvido no âmbito da presente dissertação, mostra-se de aplicabilidade prática pelas folhas de cálculo elaboradas, em que a sua implementação permite conhecer o valor atual de um SAA, prever qual o ano em que os componentes deixam de estar capacitados de dar uma resposta adequada às exigências de serviço de um sistema de abastecimento de água e os seus custos de substituição, possibilitando ainda a definição de estratégias que assegurem a garantia de qualidade de serviço e o ponto em que é economicamente mais vantajoso proceder à substituição dos constituintes do sistema, com base no Índice de Valor da Infraestrutura. O IVI associado a cada componente permite ainda definir uma estratégia segmentada através da priorização de intervenção nos elementos do SAA.

Para uma adequada aplicação do modelo desenvolvido, é primeiramente necessário a recolha, organização e caso se aplique normalização de informação necessária, através da construção de uma base de dados, de modo a que o acesso a essa mesma informação seja facilitado.

A aplicação do modelo proposto aos SAA A.17 e A.28 geridos pela ADC,EM, fundamentais para testar o modelo, permite concluir que o IVI é um parâmetro útil para análise do estado de conservação de uma infraestrutura. O estado de conservação aconselhado, decorrente da estratégia de substituição ou reabilitação adotada, é definido para valores de IVI entre 0,4 e 0,6, sendo que este mesmo intervalo de IVI permite verificar se a política de investimento é a mais indicada. Quando o IVI toma valores entre 0,4 e 0,6 a estratégia de substituição é adequada, abaixo de 0,4 o investimento é insuficiente e acima de 0,6 há um sobre investimento na infraestrutura.

Decorrente da aplicação do modelo proposto aos SAA A.17 e A.28 geridos pela ADC,EM, é ainda possível concluir uma capacidade de resposta adequada aos objetivos definidos na metodologia proposta, tornando-se assim válido como elemento de suporte à decisão no âmbito da GPI.

6.2 - Recomendações e trabalhos futuros

A presente dissertação constitui o primeiro passo para a implementação de um modelo de apoio à gestão patrimonial de infraestruturas com base em análise de custos na empresa ADC,EM.

Nesse sentido o modelo desenvolvido serviu para ganhar sensibilidade às dificuldades de implementação permite definir recomendações e trabalhos futuros que permitam ao modelo promover resultados com uma maior qualidade e fiabilidade, destacando-se:

- Desenvolvimento de um plano estratégico, tático e operacional de gestão patrimonial de infraestruturas que permitiria a criação de novos objetivos, integrando toda a organização.
- A implementação de um sistema de informação geográfica permitiria que o nível de informação existente na ADC,EM melhorasse significativamente, por forma a solucionar parte das recomendações apresentadas nos subcapítulos 5.3.6 e 5.4.6 que revelam uma inexistência ou fraca qualidade de informação sobre os componentes existentes nos SAA.
- A abordagem a ter em conta no modelo de análise custos deverá enquadrar os custos na vida completa de um componente, considerando custos indiretos e externalidades associados ao mesmo.
- Numa análise completa de um SAA deverão ser também analisados outros componentes existentes, como reservatórios, eletrobombas ou válvulas de pressão.
- É recomendável que seja desenvolvido um modelo de apoio à GPI complementado com a análise e previsão de falhas em condutas, trabalhos e custos de restabelecimento do serviço, por forma a melhorar as previsões para substituição dos componentes e vida útil associada a cada elemento.

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

- [1] FRADE, José Veiga, et al - PENSAAR 2020 - Uma nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais - Volume 1. Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. 2015. 3 vol.
- [2] VIDIGAL, Pedro Miguel - Análise alargada de parâmetros técnico-hidráulicos e avaliação de desempenho de sistemas de distribuição de água. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2008. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- [3] BAPTISTA, Jaime de Melo, et al - Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2012) - Volume 1 - Caracterização geral do setor. Lisboa: ERSAR, 2013. ISBN 978-989-8360-17-5. 4 vol.
- [4] BAPTISTA, Jaime de Melo - Uma abordagem regulatória integrada (ARIT-ERSAR) para os serviços de águas e resíduos. Lisboa: ERSAR, 2014. ISBN 978-989-8360-20-5.
- [5] INSAAR - Relatório de Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais - Sistemas Públicos Urbanos INSAAR 2010. Lisboa: INSAAR, 2011.
- [6] PATO, João Howell - História das políticas públicas de abastecimento e saneamento de águas em Portugal. Lisboa: ERSAR, 2011. ISBN 978-989-8360-08-3.
- [7] DECRETO DE LEI nº 31 095. D.G. I Série. 303 (1940-12-31) 1644-1645
- [8] DECRETO DE LEI nº 33:863. D.G. I Série. 179 (1944-8-15) 729-731
- [9] LEI nº 2103. D.G. I Série. 67 (1960-3-22) 807-810
- [10] LEI nº 46/77. D.R. I Série. 156 (1977-7-8) 1709-1710
- [11] DECRETO DE LEI nº 372/93. D.R. I Série. 254 (1993-10-29) 6105-6106
- [12] DECRETO DE LEI nº 162/96. D.R. I Série. 205 (1996-9-4) 2962-2970
- [13] DECRETO DE LEI nº 194/2009. D.R. I Série. 161(2009-8-20) 5418-5435
- [14] Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas - Água e Saneamento em Portugal - O Mercado dos Preços. Lisboa: APDA, 2012. Depósito Legal 351235/12
- [15] ERSAR; INAG, I.P. - PEAASAR II - Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 - Relatório de Acompanhamento 2008. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, e Instituto da Água, I.P., 2009
- [16] ALEGRE, Helena; COVAS, Dídia - Guia Técnico 16 - Gestão Patrimonial de infra-estruturas de abastecimento de água. Uma abordagem centrada na reabilitação. Lisboa: ERSAR, 2010. ISBN 978-989-8360-04-5.
- [17] DESPACHO nº 4385/2015. D.R. II Série. 84 (2015-4-30) 10626-10630

- [18] FRADE, José Veiga, et al - PENSAAR 2020 - Uma nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais - Volume 2. Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. 2015. 3 vol.
- [19] ALEGRE, Helena; COELHO, Sérgio T. - Infrastructure Asset Management of Urban Water Systems. Lisboa: LNEC, 2013
- [20] HASKINS, Scott. - Risk Management: Current Stage, gaps and looking ahead. LESAM 2007 - 2º Leading Edge Conference on Strategic Management. 2007
- [21] VANIER, Dana; DANYLO, Norman. - Municipal Infrastructure investment planning: Managing the data. Montreal: NRC, 1998
- [22] BROWN, R. E.; HUMPHREY, B. G. - Asset management for transmission and distribution. Power and Energy Magazine, 2005
- [23] BURNS, P.; HOPE, D.; ROORDA J. - Managing infrastructure for the next generation. Automation in Construction. 1999
- [24] ALEGRE, Helena. - Gestão Patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais, Programa de investigação e programa de pós-graduação apresentados para a obtenção do título de “Habilitado para o exercício de funções de coordenação de investigação científica”, LNEC. 2007
- [25] ISO 9000 - Quality management
- [26] <http://www.aware-p.org/np4PT/approach>
- [27] ALEGRE, Helena; COVAS, Dídia; COELHO, Sérgio T.; ALMEIDA, M. Céu; CARDOSO, M. Adriana. - AWARE-P: uma abordagem integrada para a gestão patrimonial de infra-estruturas de sistemas urbanos de água. Lisboa: LNEC, 2011
- [28] ALEGRE, Helena; HIRNER, Wolfram; BAPTISTA, Jaime Melo; PARENA, Renato. - Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água. Lisboa: IRAR, 2004
- [29] ALEGRE, Helena; COELHO, Sérgio T.; LEITÃO, João P. - Gestão Patrimonial de Infra-Estruturas em Sistemas Urbanos de Água. Lisboa: LNEC, 2012
- [30] SOUZA, Edson; COVAS, Dídia; SOARES, Alexandre; GONÇALVES, Fábio. - Metodologia para a melhoria da eficiência na utilização da água e da energia em sistemas de abastecimento de água. Lisboa: UTL.
- [31] KLEINER, Yehuda; RAJANI, Balvant. - Comprehensive review of structural deterioration of water mains: statistical models. Ottawa: NRC, 2001
- [32] BRITO, Carlos. - Análise de Risco e Avaliação de Estratégias de Prolongamento da Vida Útil de Conduitas de Grande Diâmetro. Lisboa: IST, 2013. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil

- [33] ISO 15686-5:2008 - Buildings and constructed assets - Service Life planning - Part 5: Life-cycle costing
- [34] NP EN ISO 9001:2000 “*Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos*”
- [35] NP EN ISO 14001:2004 “*Sistemas de gestão ambiental - Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização*”
- [36] SCHULTING, F.L.; ALEGRE, H. - Report: Global developments of strategic asset management
- [37] ENGELHARDT, M. O.; SKIPWORTH, P. J.; SAVIC, D. A.; SAUL, A. J.; WALTERS, G. A. - Rehabilitation strategies for water distribution networks: a literature review with a UK perspective. Sheffield, 2000
- [38] PINTO, Diogo Teodoro - Análises de custo para o apoio à decisão no estabelecimento de prioridades de reabilitação de infra-estruturas de abastecimento de água. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2009. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- [39] BARATA, Pedro Miguel do Carmo - Construção de um modelo de gestão patrimonial de infra-estruturas de abastecimento público de água. Braga: Universidade do Minho, 2008. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- [40] ALEGRE, Helena; COVAS, Dídia. - Reabilitação de sistemas de adução e distribuição de água - Guia nº13. Lisboa: IRAR, 2009
- [41] <http://www.aguasdacovilha.pt/?cix=19&lang=1>
- [42] <http://www.aguasdacovilha.pt/?cix=26&lang=1>
- [43] CARVALHO, Alda. - Censos 2011 Resultados Definitivos - Região Centro. Lisboa: INE, 2012 ISBN 978-989-25-0184-0
- [44] GOMES, João Paulo Dragão - Custos de construção de infra-estruturas de abastecimento de água e de saneamento. Aveiro: Universidade de Aveiro. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Planeamento Regional e Urbano.
- [45] <http://codigopostal.ciberforma.pt/ferramentas/calcular-valores-inflacao/>

Anexos

ÍNDICE

Anexo 1 - Exemplos de rubricas de custo organizadas por tipos de custos, adaptado de [38]

Anexo 2 - Folha de cálculo desenvolvida

Anexo 3 - Custos por metro de tubagem em rede de distribuição instalada em vala adaptado de [44]

Anexo 4 - Resultados do modelo de apoio à GPI - SAA A.17 (Paúl)

Anexo 5 - Resultados do modelo de apoio à GPI - SAA A.28 (Verdelhos)

Anexo 1 - Exemplos de rubricas de custo organizadas por tipos de custos, adaptado de [38]

Tipo de custo (na perspetiva da entidade gestora)	Associado a...	Exemplos de rubrica de custo	Instante ao longo do ciclo da vida
Custo direto	Aquisição e instalação	- Custo unitário de instalação de condutas (função do método), diâmetro, local, profundidade, incluindo movimento de terras, acessórios, trabalhos complementares)	Inicial
		- Custo unitário do equipamento eletromecânico (incluindo acessórios e instalação)	
		- Custo de construção civil de edifício de EE	
		- Custo unitário de construção de reservatórios (função do tipo de reservatório, do volume)	
		- Custo de aquisição de terrenos	
	Reabilitação (Renovação e substituição)	- Custo unitário de reabilitação de condutas (função do método, diâmetro, local, profundidade, trabalhos complementares)	Ciclo de vida
		- Custo de reabilitação de edifícios EE	
		- Custo de reabilitação de reservatórios	
		<u>Custos unitários</u>	Ciclo de vida
		- Custo unitário de reparação de avarias em condutas (médio ou função do diâmetro)	
- Custo unitário de reparação de avarias em ramais			
- Custo unitário de reparação de avarias em grupos eletrobomba			
<u>Custos médios anuais</u>			
- Custo médio anual de reparação de avarias em grupos eletrobomba			
- Custo da manutenção programada em reservatórios			

		<ul style="list-style-type: none"> - Custo anual para operação/manutenção de uma ZMC permanente - Custo de operação (exceto energia) dos grupos eletrobomba - Custo anual de um posto de cloragem (mão de obra, reagentes, energia) - Custo da manutenção programada de postos de cloragem 	
	Exploração (e.g. custos de energia, custos de captação)	<ul style="list-style-type: none"> <u>Custos unitários</u> - Custo de energia por m³ e por 100 m de altura de elevação <u>Custos médios anuais</u> - Custo médio anual de energia (no ano início) e respetiva taxa de crescimento - Custo médio da compra ou produção da água - Custo médio de venda da água - Custo médio de tratamento de qualidade da água (turvação ou sabor) 	Ciclo de vida
Custo indireto	Coimas pagas pelo incumprimento de normas e regulamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Coimas/indenizações por violação da pressão mínima - Coimas/indenizações por danos de incêndio causados por falta de água - Coimas/indenizações por violação do cloro residual mínimo - Coimas/indenizações por problemas de ocorrência de teores de chumbo 	Ciclo de vida
	Custos Intangíveis	<ul style="list-style-type: none"> - Danos de imagem <p>No caso dos SAA, tratando-se de monopólios, sem concorrência, estes custos não se traduzem na perda de vendas</p>	Ciclo de vida
Externalidade	Custos para os consumidores (financeiros e sociais)	<ul style="list-style-type: none"> - Custo das perturbações devidas a interrupções do abastecimento - Custo das perturbações devidas a violações do cloro residual mínimo por ocorrência e local de consumo 	Ciclo de vida

	Custos para terceiros (financeiros e sociais)	<ul style="list-style-type: none"> - Custos de reparação de outras infra estruturas de outras entidades gestoras por danos provocados por obras - Custo de perturbações a estabelecimentos comerciais devido a obras - Custo dos atrasos provocados no trânsito - Custo de poluição sonora - Custo do risco de inundações 	Ciclo de vida
	Custos Ambientais (não financeiros)	<ul style="list-style-type: none"> - Custo ambiental unitário da água captada (associados à utilização dos recursos hídricos) - Custo ambiental associado ao consumo de energia e emissão de gases poluentes - Custo ambiental unitário de derrube/transplante de árvores - Custo ambiental de deposição de resíduos em destino final (O&M, reabilitação e desativação) - Custo ambiental de emissões CO2 resultantes do consumo de energia - Custo ambiental de emissões de CO2 resultantes do tratamento de água - Custo ambiental de emissões de CO2 resultantes dos resíduos de tratamento de água 	Ciclo de vida

Anexo 3 - Custos por metro de tubagem em rede de distribuição instalada em vala, adaptado de [44]

	Custo por metro linear (€/m)					
Material e Pressão Nominal	PEAD - PN10					
Nº de habitantes	< 400		400 - 2000		>2000	
Ano	2010	2015	2010	2015	2010	2015
DN (mm)						
63	61,2	65,08	60,9	65,08	60,7	65,08
75	62,9	67,22	62,6	67,22	62,3	66,15
90	65,3	69,35	64,9	69,35	64,3	68,28
110	67,6	72,55	67	71,48	66,4	70,42
125	70,6	75,75	69,9	74,68	69,1	73,62
140	73,8	78,95	72,8	77,89	71,8	76,82
160	79,2	84,29	78	83,22	76,8	82,15
200	93,2	99,22	91,1	97,09	89,2	94,96
250	115,5	123,76	112,4	119,5	109,1	116,29
315	149,3	158,97	144,2	153,64	139,1	148,3
350	174,6	186,71	167,1	178,18	160,7	171,77
400	203	216,58	194,9	208,05	186,7	199,51

Anexo 4 - Resultados do modelo de apoio à GPI - SAA A.17 (Paúl)

Localização	Paúl
Ano de avaliação, ab (ano)	2015

Código de Identificação do Elemento	Ano de entrada em serviço, a0 (ano)	Tipo de pavimento	Tipo de componente	Tipo de Material	Diâmetro nominal, (mm)	Classe de Pressão, (Mpa)	Extensão, e (m)	Nº de ramais, r	Vida útil técnica, vu (ano)	Material do componente de substituição	Diâmetro do componente de substituição, (mm)	Classe Pressão do componente de substituição, (Mpa)	Vida total, vt (ano)	Vida útil remanescente, vur (ano)	Vida útil remanescente normalizada, vur (ano)	Ano de investimento recomendado, air (ano)	Custo unitário de substituição do componente, cus (€/m)	Custo unitário de substituição por ramal, cur (€/und)	Custo de substituição de um componente, csc (€)	Custo de substituição da infraestrutura, csi (€)	Custo atualizado de substituição de um componente, ca (€)	Valor de amortização do componente, ac (€)	Valor Atual do componente, vac (€)	Valor Atual da infraestrutura, vai (€)	Índice de valor do componente, IVC	Prioridade de investimento	Índice de Valor da Infraestrutura, IVI
PVC_10_63	1983	Cubos	Tubagem	PVC	63	PN 10	15634	932	45	PEAD	63	10	32	13	13	2028	65,08 €	200,00 €	1 203 860,72 €	1 714 943,83 €	1 370 105,80 €	26 752,46 €	347 781,99 €	485 843,20 €	0,28888889	0,283299772	
PVC_10_75	1983	Cubos	Tubagem	PVC	75	PN 10	1723	102	45	PEAD	75	10	32	13	13	2028	67,22 €	200,00 €	136 220,06 €		155 031,13 €	3 027,11 €	39 352,46 €		0,28888889		
PVC_10_90	1983	Cubos	Tubagem	PVC	90	PN 10	1297	77	45	PEAD	90	10	32	13	13	2028	69,35 €	200,00 €	105 346,95 €		119 894,66 €	2 341,04 €	30 433,56 €		0,28888889		
PVC_10_110	1983	Cubos	Tubagem	PVC	110	PN 10	732	0	45	PEAD	110	10	32	13	13	2028	71,48 €	200,00 €	52 323,36 €		59 548,86 €	1 162,74 €	15 115,64 €		0,28888889		
PEAD_10_25	1990	Cubos	Tubagem	PEAD	25	PN 10	104	6	45	PEAD	63	10	25	20	20	2035	65,08 €	200,00 €	7 968,32 €		9 722,86 €	177,07 €	3 541,48 €		0,44444444		
PEAD_10_38	1990	Cubos	Tubagem	PEAD	38	PN 10	64	4	45	PEAD	63	10	25	20	20	2035	65,08 €	200,00 €	4 965,12 €		6 058,39 €	110,34 €	2 206,72 €		0,44444444		
PEAD_10_63	1990	Cubos	Tubagem	PEAD	63	PN 10	1185	71	45	PEAD	63	10	25	20	20	2035	65,08 €	200,00 €	91 319,80 €		111 427,51 €	2 029,33 €	40 586,58 €		0,44444444		
PE_10_25	1990	Cubos	Tubagem	PE	25	PN 10	103	6	40	PEAD	63	10	25	15	15	2030	65,08 €	200,00 €	7 903,24 €		9 175,42 €	197,58 €	2 963,72 €		0,375		
FFD_10_80	1983	Cubos	Tubagem	FFD	80	PN 10	102	6	60	PEAD	90	10	32	28	28	2043	69,35 €	200,00 €	8 273,70 €		10 931,97 €	137,90 €	3 861,06 €		0,46666667		
FC_10_50	1961	Cubos	Tubagem	FC	50	PN 10	261	16	30	PEAD	63	10	54	-24	0	2015	65,08 €	200,00 €	20 185,88 €		20 185,88 €	672,86 €	0,00 €		0		
FC_10_60	1961	Cubos	Tubagem	FC	60	PN 10	530	32	30	PEAD	63	10	54	-24	0	2015	65,08 €	200,00 €	40 892,40 €		40 892,40 €	1 363,08 €	0,00 €		0		
FC_10_100	1961	Cubos	Tubagem	FC	100	PN 10	74	0	30	PEAD	110	10	54	-24	0	2015	71,48 €	200,00 €	5 289,52 €		5 289,52 €	176,32 €	0,00 €		0		
FC_10_125	1961	Cubos	Tubagem	FC	125	PN 10	407	0	30	PEAD	125	10	54	-24	0	2015	74,68 €	200,00 €	30 394,76 €		30 394,76 €	1 013,16 €	0,00 €		0		
Sem Informação			Tubagem	sem informação			726	43						0	0												

Anexo 5 - Resultados do modelo de apoio à GPI - SAA A.28 (Verdelhos)

Localização	Verdelhos
Ano de avaliação	2015

Código de Identificação do Elemento	Ano de entrada em serviço, a0 (ano)	Tipo de pavimento	Tipo de componente	Tipo de Material	Diâmetro nominal, (mm)	Classe de Pressão, (Mpa)	Extensão, e (m)	Nº de ramais, r	Vida útil técnica, vu (ano)	Material do componente de substituição	Diâmetro do componente de substituição, (mm)	Classe Pressão do componente de substituição, (Mpa)	Vida total, vt (ano)	Vida útil remanescente, vur (ano)	Ano de investimento recomendado, air (ano)	Custo unitário de substituição do componente, cus (€/m)	Custo unitário de substituição por ramal, cur (€/und)	Custo de substituição de um componente, csc (€)	Custo de substituição da infraestrutura, csi (€)	Custo atualizado de substituição de um componente, ca (€)	Valor de amortização do componente, ac (€)	Valor Atual do componente, vac (€)	Valor Atual da infraestrutura, vai (€)	Índice de valor do componente, IVC	Prioridade de investimento	Índice de Valor da Infraestrutura, IVI
PVC_10_63	1987	Cubos	Tubagem	PVC	63	10	5600	631	45	PEAD	63	10	28	17	2032	65,08 €	126 200,00 €	490 648,00 €	650 007,79 €	581 076,60 €	10 903,29 €	185 355,91 €	245 558,50 €	0,377777	-	0,37777778
PVC_10_75	1987	Cubos	Tubagem	PVC	75	10	873	98	45	PEAD	75	10	28	17	2032	67,22 €	19 600,00 €	78 283,06 €		92 710,97 €	1 739,62 €	29 573,60 €		0,377777		
PVC_10_90	1987	Cubos	Tubagem	PVC	90	10	739	83	45	PEAD	90	10	28	17	2032	69,35 €	16 600,00 €	67 849,65 €		80 354,64 €	1 507,77 €	25 632,09 €		0,377777		
PEAD_10_38	1987	Cubos	Tubagem	PEAD	38	10	11	1	45	PEAD	63	10	28	17	2032	65,08 €	200,00 €	915,88 €		1 084,68 €	20,35 €	346,00 €		0,377777		
PEAD_10_63	1987	Cubos	Tubagem	PEAD	63	10	140	16	45	PEAD	63	10	28	17	2032	65,08 €	3 200,00 €	12 311,20 €		14 580,21 €	273,58 €	4 650,90 €		0,377777		
Sem Informação	-	-	Tubagem	-	-	-	53	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

