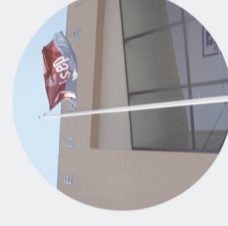




Aplicação de Ferramentas de Gestão de Ativos numa Empresa do Setor do Saneamento Básico

LISETE MARISA BAPTISTA MOREIRA

novembro de 2017



Aplicação de Ferramentas de Gestão de Ativos numa Empresa do Setor do Saneamento Básico



APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DE ATIVOS NUMA EMPRESA DO SETOR DO SANEAMENTO BÁSICO

LISETE MARISA BAPTISTA MOREIRA

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Orientador: Jaime António Pires Gabriel Silva

Supervisores: José Manuel Benevides Rego Costa e Lúgia Maria Bandeira Ramos (Águas do Douro e Paiva,
S.A./SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A.)

OUTUBRO DE 2017

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Abreviaturas	xxi
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
CAPÍTULO 2 A SIMDOURO e o Grupo Empresarial que Integra	5
CAPÍTULO 3 Revisão Bibliográfica	11
CAPÍTULO 4 Aplicação de Matrizes de Risco ao Caso de Estudo	59
CAPÍTULO 5 Aplicação do Indicador IVI ao Caso de Estudo	81
CAPÍTULO 6 Considerações Finais.....	101
Referências Bibliográficas	105
Anexo I – Determinação do Nível de Risco dos Intercetores	109
Anexo II – Determinação do Nível de Risco das Caixas de Visita	129
Anexo III – Matriz de Risco dos Sistemas da SIMDOURO	133
Anexo IV – Determinação dos Custos de Substituição.....	139
Anexo V – Determinação do IVI Utilizando a Ferramenta Excel do Microsoft Office	153

RESUMO

O presente trabalho desenvolve-se no contexto da Gestão de Ativos e tem como objetivos a aplicação de metodologias de gestão do risco e de um indicador focado na avaliação dos gastos de substituição e reabilitação, num sistema de drenagem de águas residuais. A Gestão de Ativos ou a Gestão Patrimonial de Infraestruturas tem ganho cada vez mais visibilidade em várias áreas e designadamente na área do saneamento básico, sendo este um dos principais motivos para o desenvolvimento deste trabalho, baseado num estágio académico realizado na empresa SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A..

Assim, aplica-se uma metodologia de gestão do risco que a empresa pode utilizar futuramente no planeamento dos seus investimentos e desenvolve-se a utilização de um indicador representativo da gestão de ativos, tendo-se escolhido, para o efeito, o IVI – Índice de Valor da Infraestrutura.

A metodologia de gestão do risco utilizada, baseia-se na aplicação de matrizes de risco, existentes no Grupo Águas de Portugal, SGPS, S.A. (AdP) a que a SIMDOURO pertence, adotando os critérios de avaliação do risco definidos previamente pelo Grupo AdP em trabalhos que vem desenvolvendo no contexto da gestão de ativos. Com base no nível de risco, é possível definir as prioridades de intervenção em termos de monitorização, manutenção ou reabilitação dos ativos.

No que respeita à utilização do Índice de Valor da Infraestrutura (IVI), o seu cálculo foi inicialmente realizado em folhas de cálculo Excel, do Microsoft Office, tendo-se recorrido posteriormente a um *software* (AWARE-P da Baseform). Este *software* permite gerar gráficos com informação acrescida, incluindo a possibilidade de traduzir graficamente a evolução previsional do IVI ao longo do tempo, mediante determinados pressupostos. São, também, obtidas estimativas dos custos de substituição/reabilitação que permitem, às entidades gestoras, avaliar o investimento futuro necessário.

Assim, tendo presente que, nas entidades gestoras, os recursos financeiros disponíveis são escassos e que é indispensável fazer face às necessidades de gastos com a manutenção e reabilitação dos ativos, considera-se que este trabalho pode dar um contributo para a determinação dos ativos a serem alvo de investimento, bem como para o planeamento da distribuição temporal dos respetivos montantes.

Palavras-chave: Gestão de Ativos; Sistemas de Drenagem de Águas Residuais; Matriz de Risco; Índice de Valor da Infraestrutura.

ABSTRACT

The main goals of this work, developed in the Asset Management framework, is to apply risk management methodologies and an indicator focused on the costs of replacement and rehabilitation, on a wastewater drainage system. Asset Management is becoming significantly highlighted in several areas, namely in the water and wastewater systems, which justifies the reasons for developing this work, based on an academic internship at the company SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A..

Therefore, a risk management methodology is applied, which the company can use in the future for planning their investments, as well as a representative assets management indicator, having been selected for that purpose the IVI – Infrastructure Value Index.

The risk management methodology used is based on the application of risk matrixes, existing in the Águas de Portugal, SGPS, S.A. Group (AdP) to which SIMDOURO belongs. The AdP Group, had already defined the risk assessment criteria to take into account. Based on the level of risk it is possible to define priorities for intervention, namely which assets should the company monitor, maintain or rehabilitate first.

With regard to the use of the Infrastructure Value Index (IVI), it was initially determined using Excel (Microsoft Office) spreadsheets, and afterwards a software (AWARE-P from Baseform) was used. This software allows the possibility of graphically presenting IVI evolution through the years, under certain assumptions. Replacement/rehabilitation costs are also estimated, allowing the utilities to be aware of future investments needed.

Thus, considering that financial resources available to utilities are scarce and that it is necessary to face costs for replacement and rehabilitation of the assets, this work can be useful on the determination of which investments should be done, as well as on the distribution of the corresponding amounts through the years.

Keywords: Assets Management; Wastewater Drainage Systems; Risk Matrix; Infrastructure Value Index.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este trabalho, não posso deixar de expressar o meu profundo agradecimento a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente, tanto a nível pessoal como profissional, para a conclusão desta caminhada tão importante da minha vida.

Agradeço ao ISEP e à SIMDOURO, por me concederem a oportunidade de realizar um estágio em ambiente empresarial, com base nos protocolos que estabeleceram e têm mantido com esse objetivo.

Ao Professor Jaime Gabriel Silva, por ter aceitado orientar este trabalho, pelo tempo disponibilizado para acompanhar e orientar o mesmo, pelos conhecimentos transmitidos e pelos desafios propostos, bem como pelas críticas, sugestões e melhorias apresentadas e pelo interesse demonstrado em todos os assuntos tratados ao longo do trabalho. O meu sincero agradecimento.

Ao Engenheiro Rego Costa e à Engenheira Lígia Ramos, supervisores do estágio, um sincero agradecimento pela orientação e pela permanente disponibilidade para me ajudar, bem como por todas as informações fornecidas, pelas críticas e correções sugeridas. Nesse contexto, quero ainda sublinhar o excelente acolhimento e integração na empresa, a simpatia, o interesse e amizade transmitidos.

A todos os elementos da SIMDOURO e da AdDP, por me receberem e ajudarem sempre que necessário, especialmente na recolha de dados e informações fornecidas, durante o desenvolvimento deste trabalho. Um agradecimento especial à D. Amélia Pacheco e aos Engenheiros Raquel Caetano, Luís Sá, Joana Boaventura, Alexandre Fortunato e Inês Freitas. Agradeço, também, à Elisabete Martins, à Mónica Costa e à Isabel Dias, pelo apoio e amizade, facilitando a minha integração na empresa.

Ao Engenheiro Sérgio Teixeira Coelho da Baseform e ao Engenheiro Fernando Ferreira da Águas de Gaia, EM, S.A., pelos seus importantes contributos para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela amizade e pelo apoio que transmitiram ao longo deste percurso.

Por último, mas com a maior importância, a toda a minha família, especialmente aos meus pais e ao meu irmão. Um profundo agradecimento pelo carinho, pelos conselhos, pela motivação e coragem transmitida nas situações mais difíceis da minha vida, pela paciência e pelo apoio incondicional. Sem eles nada disto seria possível. E, sendo assim, a eles dedico este trabalho e à minha avó, Angelina!

A todos vós, serei eternamente grata!

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Considerações iniciais	1
1.2	Objetivos e âmbito do trabalho	2
1.3	Estrutura do trabalho.....	3
CAPÍTULO 2	A SIMDOURO e o Grupo Empresarial que Integra.....	5
2.1	O Grupo Águas de Portugal, SGPS, S.A.	5
2.2	A SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A.	6
CAPÍTULO 3	Revisão Bibliográfica	11
3.1	A drenagem de águas residuais	11
3.2	A gestão de ativos.....	12
3.2.1	Gestão de ativos <i>versus</i> Gestão patrimonial de infraestruturas	12
3.2.2	Níveis de decisão na gestão de ativos	15
3.2.3	Possibilidade de certificação em gestão de ativos	19
3.2.4	Importância da informação na gestão de ativos	20
3.2.5	Ciclo de vida dos ativos.....	22
3.3	Manutenção e reabilitação.....	24
3.3.1	Manutenção	24
3.3.2	Reabilitação	26
3.4	Avaliação do desempenho.....	30
3.4.1	Indicadores de desempenho (ID)	30
3.4.2	Índices de desempenho (IndD) e níveis de desempenho (ND)	32
3.5	Gestão do risco	32

ÍNDICE DE TEXTO

3.5.1	Comunicação e consulta	34
3.5.2	Estabelecimento do contexto	34
3.5.3	Apreciação do risco.....	35
3.5.4	Tratamento do risco	38
3.5.5	Monitorização e revisão	38
3.5.6	FMEA e FMECA	39
3.5.7	Matriz de risco	41
3.6	Indicador IVI – Índice de Valor da Infraestrutura.....	46
3.6.1	Descrição do IVI	48
3.6.2	Vidas úteis.....	49
3.6.3	Interpretação dos resultados.....	51
3.6.4	Aplicação informática de apoio para o cálculo e análise do IVI	52
CAPÍTULO 4	Aplicação de Matrizes de Risco ao Caso de Estudo	59
4.1	Dados utilizados no caso de estudo.....	59
4.1.1	Informação das infraestruturas da SIMDOURO.....	59
4.1.2	Intercetores	61
4.1.3	Caixas de visita.....	64
4.2	Construção das matrizes de risco	66
4.2.1	Intercetores	66
4.2.2	Caixas de visita.....	69
4.3	Análise dos resultados	71
4.3.1	Intercetores	72
4.3.2	Caixas de visita.....	77
CAPÍTULO 5	Aplicação do Indicador IVI ao Caso de Estudo	81
5.1	Dados utilizados no caso de estudo.....	81
5.1.1	Vida útil dos ativos.....	81
5.1.2	Determinação dos custos de substituição	82

5.2	Determinação do IVI utilizando a ferramenta Excel do Microsoft Office.....	84
5.3	Utilização do <i>software</i> AWARE-P da Baseform	86
5.4	Análise dos resultados	87
5.4.1	Análise do IVI obtido na ferramenta Excel do Microsoft Office	88
5.4.2	Análise dos resultados obtidos no <i>software</i> AWARE-P da Baseform.....	90
CAPÍTULO 6	Considerações Finais.....	101
6.1	Conclusões	101
6.2	Potencialidades de desenvolvimento futuros	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Área de atuação da SIMDOURO (SIMDOURO, 2017b).....	7
Figura 2.2 – Estrutura funcional da SIMDOURO (SIMDOURO, 2017d).....	8
Figura 2.3 – Informação relativa aos diâmetros e materiais dos intercetores da SIMDOURO.....	9
Figura 2.4 – Informação relativa à idade dos intercetores da SIMDOURO.....	9
Figura 3.1 – Pilares fundamentais na GPI (Alegre, 2008).....	13
Figura 3.2 – Níveis de decisão da GA (Espanha <i>et al.</i> , 2015).....	15
Figura 3.3 – Fases do planeamento estratégico (Almeida e Cardoso, 2010).....	15
Figura 3.4 – Fases do planeamento tático (Almeida e Cardoso, 2010).....	17
Figura 3.5 – Fases do planeamento operacional (Almeida e Cardoso, 2010).....	18
Figura 3.6 – Relações entre os termos chave da GA (NP ISO 55000:2016).....	19
Figura 3.7 – Curva da banheira (Cariço, 2014).....	23
Figura 3.8 – Formas de manutenção (Assis, 2014).....	25
Figura 3.9 – Exemplos de causas de degradações dos intercetores (Fonte: SIMDOURO).....	28
Figura 3.10 – Exemplos de causas de degradações dos intercetores (continuação) (Fonte: SIMDOURO).....	29
Figura 3.11 – Hierarquia da gestão do risco (Pollard, 2008).....	33
Figura 3.12 – Processo da gestão do risco (NP ISO 31000:2013).....	34
Figura 3.13 – Exemplo de uma matriz de risco (Guedes, 2014).....	42
Figura 3.14 – Gama de valores que o IVI pode tomar relativamente à infraestrutura (Freixial, 2017).....	51
Figura 3.15 – Exemplo de tubagens agrupadas por classes de diâmetros, material e idade (Fonte: Baseform).....	55
Figura 3.16 – Exemplo de um sistema de drenagem de águas residuais com 71 200 linhas – listagem parcial (Baseform, 2014).....	55

Figura 3.17 – Exemplo de um gráfico de resultados do IVI (Baseform, 2014).	56
Figura 4.1 – Mapa do sistema do Município de Vila Nova de Gaia (Fonte: SIMDOURO, 2017f).	61
Figura 4.2 – Excerto de informação do IG do Espírito Santo, contida na plataforma WebSIG (Fonte: SIMDOURO).	62
Figura 4.3 – Exemplos dos defeitos considerados no caso de estudo (Fonte: SIMDOURO).	63
Figura 4.4 – Exemplos dos defeitos considerados no caso de estudo (continuação) (Fonte: SIMDOURO).	64
Figura 4.5 – Base de dados das caixas de visita, em elaboração pela SIMDOURO (Fonte: SIMDOURO)...	65
Figura 4.6 – Resumo do nível de risco dos interceutores.....	72
Figura 4.7 – Matriz de risco do sistema de Arouca da SIMDOURO.....	73
Figura 4.8 – Matriz de risco do sistema de Cinfães da SIMDOURO.....	73
Figura 4.9 – Matriz de risco do sistema de Paredes/Penafiel da SIMDOURO.....	74
Figura 4.10 – Mapa do sistema de Vila Nova de Gaia com os resultados obtidos através da aplicação das matrizes de risco.	75
Figura 4.11 – Matriz de risco das caixas de visita do sistema de Baião.	77
Figura 4.12 – Matriz de risco das caixas de visita do sistema de Castelo de Paiva.	78
Figura 4.13 – Matriz de risco das caixas de visita do sistema de Cinfães.....	78
Figura 5.1 – Exemplo de várias tipologias de pavimento num troço de tubagem.....	84
Figura 5.2 – Percentagem de rede em cada classe do IVI.	89
Figura 5.3 – Exemplo de um gráfico de resultados do IVI (Baseform, 2014).	90
Figura 5.4 – Resultados obtidos no <i>software</i> , sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).	92
Figura 5.5 – Resultados obtidos no <i>software</i> , forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).	92
Figura 5.6 – Resultados obtidos no <i>software</i> definindo um IVI, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).	94
Figura 5.7 – Resultados obtidos no <i>software</i> , definindo um IVI igual a 0,50, forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).	94

Figura 5.8 – Resultados obtidos no <i>software</i> , definindo uma taxa de reabilitação, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).	95
Figura 5.9 – Resultados obtidos no <i>software</i> , definindo um custo de substituição/reabilitação anual, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).....	96
Figura 5.10 – Resultados obtidos no <i>software</i> , definindo uma taxa de reabilitação, forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).	97

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Infraestruturas de saneamento de águas residuais em exploração pela SIMDOURO.	7
Tabela 3.1 – Conjunto dos indicadores propostos para águas residuais (ERSAR e LNEC, 2017).	31
Tabela 3.2 – Critérios para a elaboração da matriz de risco das condutas de águas residuais em “alta” do Grupo AdP (Fonte: AdP).	44
Tabela 3.3 – Critérios para a elaboração da matriz de risco de caixas de visita do Grupo AdP (Fonte: AdP).	44
Tabela 3.4 – Vidas úteis adotadas na iGPI e valores de referência em New South Wales em 2014 para o abastecimento de água e drenagem de águas residuais (Amaral, Alegre e Matos, 2015).	50
Tabela 3.5 – Vidas úteis médias na drenagem de águas residuais (Almeida e Cardoso, 2010).	50
Tabela 4.1 – Informação detalhada dos sistemas da SIMDOURO e respetiva aplicabilidade no presente trabalho.	60
Tabela 4.2 – Determinação da funcionalidade (probabilidade) do subsistema de Lordelo.	67
Tabela 4.3 – Determinação da criticidade (consequência) do subsistema de Lordelo.	67
Tabela 4.4 – Determinação da funcionalidade (probabilidade) do subsistema do Areinho.	68
Tabela 4.5 – Determinação da criticidade (consequência) do subsistema do Areinho.	68
Tabela 4.6 – Determinação do nível de risco do subsistema de Lordelo.	69
Tabela 4.7 – Determinação do nível de risco do subsistema do Areinho.	69
Tabela 4.8 – Determinação da funcionalidade (probabilidade) das caixas de visita do sistema de Baião.	70
Tabela 4.9 – Determinação da criticidade (consequência) das caixas de visita do sistema de Baião.	71
Tabela 4.10 – Determinação do nível de risco das caixas de visita do sistema de Baião.	71
Tabela 4.11 – Determinação do nível de risco de alguns interceptores da SIMDOURO.	76
Tabela 5.1 – Vidas úteis utilizadas no caso de estudo.	82
Tabela 5.2 – Determinação do IVI por interceptor e por subsistema, no subsistema do Areinho.	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 5.3 – Informação comprimida dos intercetores da SIMDOURO, utilizados no *software*
(Fonte: Baseform). 87

Tabela 5.4 – Menores valores do IVI obtido, por intercetor. 89

ABREVIATURAS

AdDP	Águas do Douro e Paiva, S.A.
AdNorte	Águas do Norte, S.A.
AdP	Águas de Portugal, Sociedade Gestora de Participações Sociais (SGPS), S.A.
AWARE-P	<i>Advanced Water Asset REhabilitation in Portugal</i>
CCTV	<i>Closed Circuit TeleVision</i>
CE	Conduas Elevatórias
EE	Estações Elevatórias
EG	Entidade(s) Gestora(s)
EN	<i>European Norm</i>
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ETAR	Estação(ões) de Tratamento de Águas Residuais
EVEF	Estudos de Viabilidade Económico-Financeira
FFd	Ferro Fundido Dúctil
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
FMECA	<i>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis</i>
FTS	Fichas Técnicas “Simplificadas”
GA	Gestão de Ativos
GAE	Gestão de Ativos e Engenharia
GPI	Gestão Patrimonial de Infraestruturas
ID	Indicador de Desempenho
IG	Intercetores Gravíticos

ABREVIATURAS

iGPI	Iniciativa Nacional para a Gestão Patrimonial de Infraestruturas
IndD	Índices de Desempenho
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IST	Instituto Superior Técnico
IVI	Índice de Valor da Infraestrutura
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
ND	Níveis de Desempenho
NP	Norma Portuguesa
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
POSEUR	Programa Operacional para a Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos
PP	Polipropileno
PVC	Policloreto de Vinilo
RGSPDADAR	Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais
SDAR	Sistema(s) de Drenagem de Águas Residuais
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIMDOURO	Saneamento do Grande Porto, S.A.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Gestão de Ativos (GA) tem ganho cada vez mais visibilidade na área do saneamento básico, sendo este um dos principais motivos para o desenvolvimento deste trabalho, setor esse em que, no nosso país, é muitas vezes designado por Gestão Patrimonial de Infraestruturas (GPI). Contudo, também noutros setores aparece em destaque, nomeadamente nos das infraestruturas de transporte (rodoviários e ferroviários), das energias (eletricidade e gás), dos portos, dos aeroportos, e outros.

O saneamento básico inclui todas as fases, desde o abastecimento de água até à drenagem de águas residuais e pluviais, sendo uma necessidade básica para a população. O presente trabalho, que resulta de um estágio académico em ambiente empresarial realizado na SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A., teve em consideração o Sistema de Drenagem de Águas Residuais (SDAR) da mesma. A SIMDOURO gere um sistema em “alta” constituído pelos intercetores gravíticos (IG), condutas elevatórias (CE), estações elevatórias (EE) e estações de tratamento de águas residuais (ETAR).

Os SDAR representam uma parcela significativa no património público construído e têm um elevado valor económico, sendo a sua gestão uma atividade de capital intensivo. Com efeito, para tal é necessário um capital muito elevado, com um período de retorno muito longo, pelo que é indispensável gerir de modo sustentável e racional, de forma a assegurar a prestação a longo prazo de um serviço de elevada qualidade, garantindo o desenvolvimento das comunidades e a proteção do meio ambiente (Alegre e Covas, 2010).

A GA, ou GPI, corresponde a um conjunto de estratégias da organização e das suas atividades e práticas, sistemáticas e coordenadas, correspondentes, possibilitando a gestão das suas infraestruturas de modo racional e de forma a garantir o equilíbrio entre o desempenho, o custo e o risco que lhes estão associados (Carricho, 2014).

Desta forma, pretende-se no presente trabalho aplicar uma metodologia de gestão do risco, que a empresa possa utilizar no planeamento dos seus investimentos, bem como desenvolver a utilização de um indicador representativo da GA da empresa, o IVI – Índice de Valor da Infraestrutura.

A metodologia de gestão do risco utilizada, neste trabalho, baseia-se na aplicação de matrizes de risco, existentes no Grupo Águas de Portugal, SGPS, S.A. (AdP) a que a SIMDOURO pertence. Com os critérios de avaliação do risco definidos nas matrizes é determinado o nível de risco dos ativos, definindo as prioridades de intervenção, ou seja, definindo quais os ativos que necessitam de ser alvo de monitorização, manutenção ou reabilitação.

No que respeita à utilização do IVI, este foi determinado inicialmente através da ferramenta Excel do Microsoft Office, tendo-se recorrido posteriormente a um *software* (AWARE-P da Baseform), para o seu cálculo. Este *software* permite gerar gráficos com elevada informação, incluindo o IVI. São, também, obtidos custos de substituição/reabilitação que permitem, às entidades gestoras (EG), visualizar o futuro investimento necessário, o que poderá ser incorporado nos Estudos de Viabilidade Económico-Financeira (EVEF) das empresas.

Deste modo, considerando os escassos recursos financeiros disponíveis nas EG para manutenção e reabilitação dos seus ativos, considera-se que este trabalho pode dar um contributo para a determinação dos ativos a serem alvo de investimento, bem como a distribuição temporal do mesmo.

1.2 OBJETIVOS E ÂMBITO DO TRABALHO

O presente trabalho resulta de um estágio académico em ambiente empresarial realizado na SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A., e tem como objetivo a aplicação de metodologias de gestão do risco e de avaliação do custo, no contexto da GA e aplicado ao SDAR da mesma.

A metodologia de gestão do risco foi desenvolvida através da aplicação de matrizes de risco aos interceptores gravíticos (IG) e condutas elevatórias (CE) da SIMDOURO, bem como a parte das respetivas caixas de visita. Como referido atrás, a implementação de um indicador focado na GA, foi desenvolvida utilizando o indicador IVI, que recentemente a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) decidiu incluir nos seus indicadores para as EG do setor e que está, assim, em fase de teste.

Este trabalho tem assim os seguintes objetivos:

- Conhecimento do Grupo Águas de Portugal, SGPS, S.A. (AdP), da SIMDOURO e da Direção de Gestão de Ativos e Engenharia (GAE) da mesma;
- Aprofundamento bibliográfico referente à GA, bem como à drenagem de águas residuais, à gestão do risco, à avaliação do desempenho, e custos, entre outros;
- Aprofundamento bibliográfico referente à aplicação da metodologia das matrizes de risco e do IVI;

- Recolha de informação sobre as tubagens da SIMDOURO, nomeadamente as suas características físicas, o número de avarias, anos de construção, entre outras;
- Determinação dos custos de referência das tubagens e da pavimentação, determinando, posteriormente, os custos de substituição;
- Aplicação das matrizes de risco e do IVI, no contexto da SIMDOURO, e sobre as tubagens e caixas de visita do sistema, constituindo assim um caso de estudo;
- Por fim, análise dos resultados obtidos, com vista a suportar a forma de, no futuro, a empresa determinar os ativos a serem alvo de investimento, bem como a distribuição temporal do mesmo.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. O Capítulo 1 é constituído pela introdução, onde se expõe o tema do presente trabalho, assim como a necessidade do mesmo e os objetivos definidos.

No Capítulo 2, é efetuada a descrição da empresa onde se realizou o estágio académico, a SIMDOURO. Neste, são apresentadas algumas das características mais importantes da empresa, tais como a sua área de atuação, as suas infraestruturas e as suas características gerais, a sua estrutura funcional, entre outras. Neste capítulo é, também, descrito muito sucintamente, o Grupo AdP a que a SIMDOURO pertence.

No Capítulo 3, é apresentada a revisão bibliográfica necessária ao desenvolvimento do trabalho, com descrição das abordagens com interesse para a aplicação ao caso de estudo. Começa-se por expor o contexto da drenagem de águas residuais, assim como a GA e a gestão do risco. Apresentam-se também os conceitos de manutenção e reabilitação, bem como a avaliação do desempenho. Por fim, apresenta-se um indicador de desempenho, o IVI.

No Capítulo 4, são aplicadas as matrizes de risco aos interceptores e a algumas caixas de visita da SIMDOURO. São apresentadas as propostas de adaptação das matrizes, a sua construção e, por fim os resultados obtidos, com o objetivo de propor uma forma de, no futuro, a empresa suportar as suas decisões em termos de prioridade de intervenção e, portanto, de investimentos.

No Capítulo 5, é aplicado o IVI, também aos interceptores da SIMDOURO, quer utilizando a ferramenta Excel do Microsoft Office, quer o software AWARE-P da Baseform.

Por fim, no Capítulo 6 apresentam-se as conclusões do presente trabalho, propondo alguns potenciais desenvolvimentos futuros.

CAPÍTULO 2

A SIMDOURO E O GRUPO EMPRESARIAL QUE INTEGRA

A empresa que acolheu o estágio académico originário do presente trabalho é a SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A., empresa multimunicipal que faz parte do grupo empresarial Águas de Portugal, SGPS, S.A. (AdP), o qual se enquadra no setor empresarial do estado e vocacionado para a área do saneamento básico (abastecimento de água para consumo humano e drenagem de águas residuais). Neste capítulo, descrevem-se resumidamente essas organizações.

2.1 O GRUPO ÁGUAS DE PORTUGAL, SGPS, S.A.

O Grupo Águas de Portugal, SGPS, S.A. (AdP) foi constituído em 1993, marcando o arranque de uma verdadeira revolução no sector do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais em Portugal. Na sequência da integração do país na Comunidade Económica Europeia (CEE), poucos anos antes, criaram-se as condições para implementar uma gestão empresarial, neste sector, liderada pela AdP em parceria com os Municípios (AdP, 2017a).

A principal atividade do Grupo AdP é a gestão integrada do ciclo urbano da água e compreende todas as suas fases, desde a captação, o tratamento e a distribuição de água para consumo público, à recolha, transporte, tratamento e rejeição de águas residuais urbanas e industriais, incluindo a sua reciclagem e reutilização (AdP, 2017b).

Em Portugal, o Grupo AdP participa num conjunto de empresas que, em parceria com os Municípios, presta serviços a cerca de 80% da população portuguesa (AdP, 2017c). Atualmente as empresas do Grupo têm presença em todo o país, prestando serviços aos Municípios, que são simultaneamente seus clientes e seus acionistas, sendo essas empresas responsáveis pela gestão dos sistemas multimunicipais (sistemas em “alta”) e servindo diretamente as populações através de sistemas municipais (sistemas em “baixa”) de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais. O Grupo opera, ainda, na área das energias renováveis, com o objetivo de maximizar o aproveitamento energético dos seus ativos e dos recursos endógenos, e na área internacional, com intervenção em vários países lusófonos (AdP, 2017b).

O Grupo AdP tem como missão conceber, contruir, explorar e gerir os sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, num quadro de sustentabilidade económica, financeira, técnica, social e ambiental, desenvolvendo um grupo empresarial português forte e de elevada competência, capaz de responder, com eficácia, aos grandes desafios que atualmente se colocam no setor do ambiente. O Grupo visa promover a universalidade, a continuidade e a qualidade do serviço, a sustentabilidade do setor e a proteção dos valores ambientais, assentando em valores fundamentais, tais como a sustentabilidade, o equilíbrio, a equidade e a promoção do bem-estar (AdP, 2017d).

2.2 A SIMDOURO – SANEAMENTO DO GRANDE PORTO, S.A.

A 17 de outubro de 2000 foi criado o Sistema Multimunicipal de Saneamento do Grande Porto, através do Decreto-Lei n.º 260/2000, com o intuito de responder às necessidades de melhoramento dos níveis de atendimento de drenagem e tratamento de águas residuais, urbanas e industriais, num conjunto de dezanove concelhos da região do Grande Porto, cuja implementação, contudo, não se concretizou.

Mais tarde, o Decreto-Lei n.º 312/2009, de 27 de outubro altera a configuração desse Sistema. Cria a Empresa Multimunicipal SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A., à qual é atribuída, exclusivamente, a exploração e gestão do Sistema Multimunicipal de Saneamento do Grande Porto, para oito concelhos – Arouca, Baião, Castelo de Paiva, Cinfães, Maia, Paredes, Penafiel e Vila Nova de Gaia, incluindo a construção, extensão, reparação, renovação, manutenção e melhoria das obras e equipamentos necessários. O Contrato de Concessão entre a SIMDOURO e o Estado Português, é assinado a 11 de novembro de 2010, conferindo à empresa a responsabilidade pela recolha, tratamento e rejeição de efluentes em “alta” dos seguintes sete Municípios – Arouca, Baião, Castelo de Paiva, Cinfães, Paredes, Penafiel e Vila Nova de Gaia.

A 30 de junho de 2015, a empresa passa a integrar a nova organização Águas do Norte, S.A., criada pelo Decreto-Lei n.º 93/2015, de 29 de maio.

Na sequência das mudanças governamentais que ocorreram em 2016 e através do Decreto-Lei n.º 16/2017 de 1 de fevereiro, é criado o novo Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do sul do Grande Porto e o novo Sistema Multimunicipal de Saneamento do Grande Porto por cisão do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e de Saneamento do Norte de Portugal. Ou seja, da Águas do Norte, S.A. são destacadas as empresas Águas do Douro e Paiva, S.A. (AdDP) e SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A..

Posto isto, a SIMDOURO é uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos, responsável pela construção, gestão e concessão do Sistema Multimunicipal de Saneamento do Grande Porto, em regime de exclusivo e por um prazo de 50 anos (SIMDOURO, 2017a). É, ainda, responsável, de acordo com o

Decreto-Lei n.º 16/2017 de 1 de fevereiro, pela recolha, tratamento e rejeição de efluentes domésticos, de efluentes que resultem da mistura de efluentes domésticos com efluentes industriais ou pluviais (efluentes urbanos), e pela receção de efluentes provenientes de fossas sépticas, assim como, os respetivos tratamento e rejeição, a qual deve ser realizada de forma regular, contínua e eficiente.

A empresa abrange cerca de 519 mil habitantes, numa área de 1300km², correspondendo à totalidade dos Municípios de Arouca, Baião, Castelo de Paiva, Cinfães, Paredes, Vila Nova de Gaia e uma parte do município de Penafiel (bacia do Rio Sousa), como se pode ver na Figura 2.1 (SIMDOURO, 2017a).



Figura 2.1 – Área de atuação da SIMDOURO (SIMDOURO, 2017b).

O conjunto das infraestruturas, cuja responsabilidade de exploração e gestão está sob domínio da SIMDOURO, estão enumeradas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Infraestruturas de saneamento de águas residuais em exploração pela SIMDOURO.

Saneamento de Águas Residuais	2017
Sistemas	6
Subsistemas	14
ETAR	27
Intercetores gravíticos (Km)	212
Conduas elevatórias (Km)	23
Estações elevatórias	27

A gestão da SIMDOURO deve garantir a eficiência, a fiabilidade, a qualidade do serviço e o respeito pelos valores sociais e ambientais mais elevados. A empresa visa ser reconhecida pela sua competência, sustentabilidade e pela criação de valor para a região onde se insere, adotando uma política de responsabilidade empresarial no sentido de contribuir ativamente para o desenvolvimento sustentado

dos serviços de saneamento de águas residuais e concretizar as metas nacionais estabelecidas para o setor. Para tal, a SIMDOURO compromete-se a cumprir as obrigações e responsabilidades sociais para com as partes interessadas¹, tendo como princípios satisfazer as necessidades e expetativas dos clientes, motivar os colaboradores, ser eficiente nos processos, a melhoria contínua e a inovação imprescindíveis ao Sistema de Gestão e, a transparência e a comunicação para com as partes interessadas (SIMDOURO, 2017c).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 16/2017, de 1 de fevereiro, anexo IV, a estrutura acionista da SIMDOURO encontra-se repartida pela AdP e os seus Municípios, de tal forma que a AdP possui cerca de 58,52% e os Municípios os restantes 41,48%. A sua estrutura organizacional tem por base o organograma funcional que se apresenta na Figura 2.2.

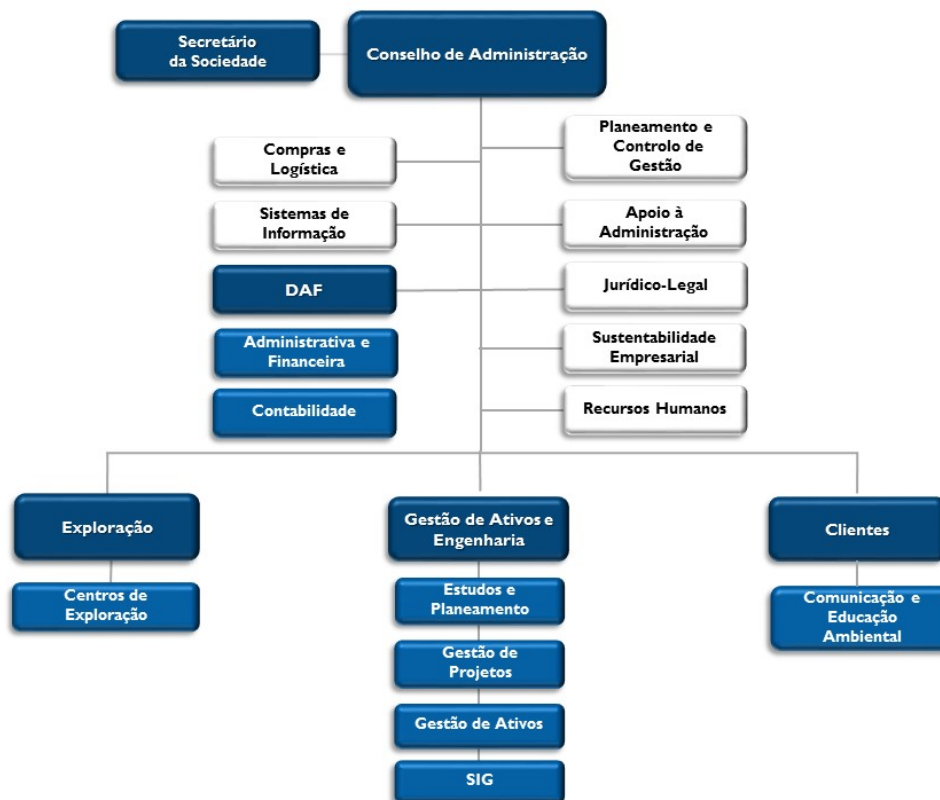


Figura 2.2 – Estrutura funcional da SIMDOURO (SIMDOURO, 2017d).

A Direção de Gestão de Ativos e Engenharia (GAE), área da empresa em que o estágio académico decorreu, estrutura-se, internamente, em diversas áreas: Estudos e Planeamento (EP), que inclui o controlo de investimentos, Gestão de Projetos (GP), Gestão de Ativos (GA) e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

¹ As partes interessadas incluem acionistas, clientes, colaboradores, concedentes, fornecedores e a comunidade onde se insere, entre outros (SIMDOURO, 2017c).

A GAE tem a seu cargo a gestão do ciclo de vida das infraestruturas, a coordenação e o controlo de execução do plano de investimentos da empresa, onde estão incluídos os trabalhos de beneficiação e recuperação planeada de partes do sistema existente e não apenas as novas obras. É, também, responsável pela execução de estudos e projetos e pelo lançamento, coordenação e fiscalização de empreitadas (AdDP, 2017).

Como referido anteriormente no Capítulo 1, a aplicação do estágio académico englobou, entre outros, a análise de todos os interceptores gravíticos (IG) e condutas elevatórias (CE) da SIMDOURO, abrangendo cerca de 235km de tubagens, na vertente da gestão do seu ciclo de vida.

De forma a uma melhor perceção das características gerais das infraestruturas estudadas, apresentam-se na Figura 2.3 e na Figura 2.4, os gráficos com a informação relativa aos diâmetros, materiais e idades, das mesmas.

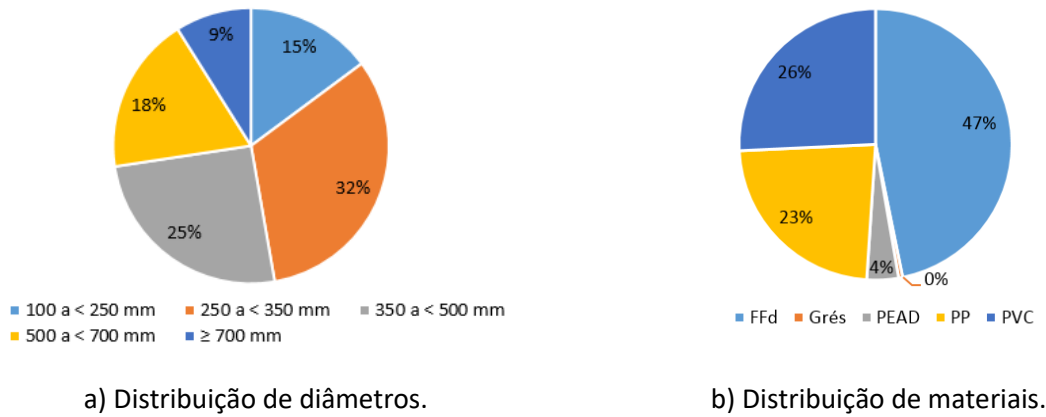


Figura 2.3 – Informação relativa aos diâmetros e materiais dos interceptores da SIMDOURO.

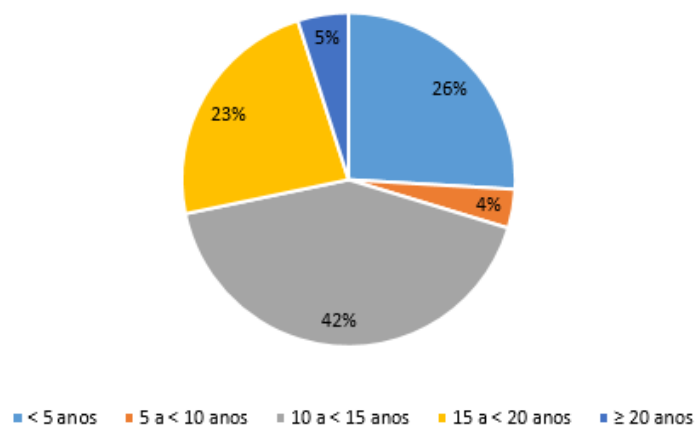


Figura 2.4 – Informação relativa à idade dos interceptores da SIMDOURO.

CAPÍTULO 3

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

O ciclo da água envolve a captação, o tratamento, o transporte, o armazenamento e a distribuição de água, assim como a recolha, o tratamento e a devolução ao recetor final (i.e., rio ou mar). A água distribuída é usada para diversos fins, podendo ser utilizada para uso doméstico, comercial, industrial e municipal, no caso da rega de zonas verdes e da higiene urbana. Depois desta utilização, as características físicas, químicas e biológicas da água, sofrem alterações, transformando-a em águas residuais impróprias para reutilização direta, dando origem à drenagem de águas residuais (Sousa, 2001).

O Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPDADAR), refere que os sistemas de drenagem de águas residuais (SDAR) podem ser classificados em: (i) sistemas unitários, constituídos por uma única rede de coletores, em que são admitidas as águas residuais domésticas, industriais e pluviais em conjunto; (ii) sistemas separativos, constituídos por duas redes de coletores diferentes, uma destinada à drenagem de águas pluviais ou similares² e outra destinada à drenagem de águas residuais domésticas e industriais; (iii) sistemas mistos, constituídos pelos dois tipos de sistemas anteriores em conjunto, onde parte da rede funciona como sistema unitário e a restante como sistema separativo e; (iv) sistemas separativos parciais ou pseudo-separativos, em que é admitida, a ligação de águas pluviais de pátios interiores ao coletor de águas residuais domésticas, em condições excecionais.

Nos SDAR domésticas/industriais o transporte é efetuado desde os pontos de recolha até à estação de tratamento de águas residuais (ETAR), enquanto no sistema de drenagem de águas pluviais, o transporte é realizado até à linha de água. Os SDAR podem, também, ser classificados de acordo com a sua constituição como sistemas em “alta”, em “baixa”, ou mistos. Os sistemas em “alta” são constituídos pelos intercetores, estações elevatórias (EE) e ETAR, os sistemas em “baixa” são constituídos pelos coletores e

² Segundo o RGSPDADAR, artigo 115.º, por similares a águas pluviais, entendem-se as provenientes de regas de jardins e espaços verdes, de lavagem de arruamentos, pátios, passeios e parques de estacionamento, que são, normalmente, recolhidas por sarjetas, sumidouros e ralos.

pela rede de drenagem, por outro lado os sistemas mistos são constituídos pela rede de drenagem, interceptores, EE e ETAR (Oliveira, 2015).

Tanto coletores, interceptores como emissários, são utilizados para o mesmo fim: ambos têm a função de transportar águas residuais. Nos termos do presente trabalho, consideram-se importantes os respetivos conceitos. Sendo assim, um coletor é parte integrante da rede de drenagem de um sistema em “baixa”, destinando-se a recolher as águas residuais de um aglomerado ou conjunto de aglomerados. Enquanto os emissários e interceptores, que fazem parte dos sistemas da rede em “alta”, destinam-se ao transporte das águas residuais recolhidas pelas redes de drenagem até ao local de tratamento ou de destino final. Quando a descarga é efetuada no oceano, os emissários são designados por emissários submarinos (Matos, 2006). No presente trabalho, e sendo a SIMDOURO um sistema de saneamento em “alta”, como referido em 2.2, far-se-á o uso do termo “interceptor”.

Note-se que, este tipo de sistemas representam uma parcela significativa para o património de utilidade pública construído e têm um elevado valor económico. Deste modo, a prestação dos serviços de abastecimento de águas e de drenagem e tratamento de águas residuais são atividades de capital intensivo. Ou seja, os investimentos são contínuos e não se esgotam no período inicial de execução de novas infraestruturas, conduzindo a necessidades permanentes de recursos financeiros, num contexto por vezes de grande dificuldade na obtenção de financiamento. Com efeito, é necessário um capital muito elevado para um período de retorno muito longo, pelo que é necessário gerir de modo sustentável e racional, de forma a assegurar a prestação a longo prazo de um serviço de elevada qualidade, garantindo o desenvolvimento das comunidades e a proteção do meio ambiente (AdP, 2014; Alegre e Covas, 2010). Desta necessidade, surge a importância de implementar sistemas de Gestão de Ativos (GA) nas organizações.

3.2 A GESTÃO DE ATIVOS

3.2.1 Gestão de ativos *versus* Gestão patrimonial de infraestruturas

A gestão coerente das infraestruturas de suporte a serviços de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais é indispensável para a sustentabilidade das suas atividades. Ao ter de fazer face a alterações de procura face às previsões, a envelhecimento do património construído e a requisitos regulamentares e regulatórios exigentes, muitos gestores já se aperceberam ser fundamental implementar sistemas de GA (Alegre, 2008).

O termo GA (em inglês, “*asset management*”) começou por ser usado na área financeira, através do desenvolvimento de uma abordagem própria, aplicada no âmbito de instrumentos financeiros, onde o

equilíbrio entre risco e lucro era indispensável. Muitas técnicas da GA financeiros (*“Financial Asset Management”*) são aplicáveis à GA infraestruturais (*“Infrastructure Asset Management”*) no que toca ao tratamento do risco, relacionando-se, fundamentalmente, com a previsibilidade do desempenho futuro das infraestruturas. A principal diferença surge possivelmente na multidisciplinaridade requerida no caso da Gestão Patrimonial de Infraestruturas (GPI), onde a engenharia é um dos pilares fundamentais (Alegre, 2008), conforme se apresenta na Figura 3.1.

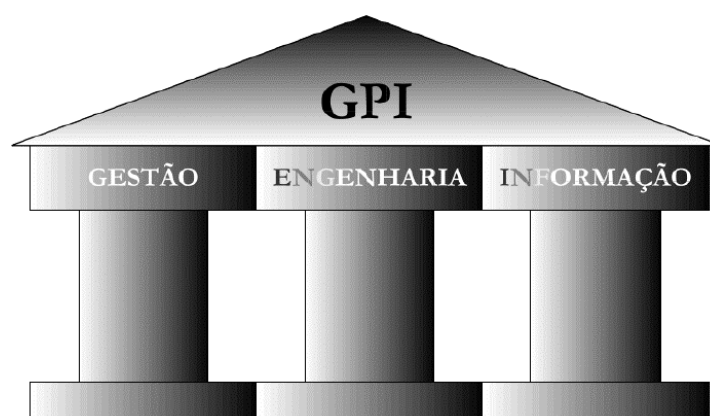


Figura 3.1 – Pilares fundamentais na GPI (Alegre, 2008).

Noutra perspetiva, *“Infrastructure Asset Management”* é uma abordagem da organização como um todo, onde procura equilibrar os custos, riscos, oportunidades e benefícios de desempenho (IAM, 2015).

De acordo com a norma NP ISO 55000:2016, um ativo é “um bem, uma coisa ou uma entidade, que tem um valor potencial ou real para uma organização”. Cada organização e respetivas partes interessadas devem determinar o que consideram ser o valor. Este pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro e, pode mudar ao longo da vida útil do ativo. Alegre (2008) refere, também, que é comum encontrar o termo *“asset”* em documentos técnicos de engenharia de forma a designar alguns componentes físicos de um sistema de distribuição de água ou de drenagem de águas residuais (e.g., condutas, coletores, válvulas), no entanto é, também, utilizado para designar os ativos ou bens de uma organização, numa perspetiva económico-financeira.

O termo *“asset management”*, tendo origem na área financeira, foi incorporado em Portugal, como Gestão de Ativos (GA) e é utilizado pelas entidades gestoras (EG) de infraestruturas. No entanto, este termo é restrito, visto que reflete quase, exclusivamente, a perspetiva económico-financeira, enquanto que a perspetiva da engenharia não é menos importante (Alegre, 2008).

Surge, assim, a necessidade de um termo equivalente a *“infrastructure asset management”*. Em alguns tipos de atividade utiliza-se o termo gestão patrimonial, no caso das infraestruturas, a expressão “património em infraestruturas” aparece como equivalente a *“infrastructure assets”*. O património é algo que se deve usufruir, mas também conservar, manter e valorizar. Quando se trata de gerir *“infrastructure*

assets” é necessário adotar os melhores procedimentos para preservar e valorizar o património em infraestruturas, de forma a garantir que ele cumpra bem o serviço a que se destina e que é passado, em bom estado de conservação, de geração em geração. Daqui surge a expressão “Gestão Patrimonial de Infraestruturas” (GPI) em sinónimo de “*infrastructure asset management*” (Alegre, 2008).

Posto isto, a GPI corresponde ao conjunto de estratégias da organização, das suas atividades e práticas sistemáticas e coordenadas correspondentes, possibilitando a gestão das suas infraestruturas de modo racional e de forma a garantir o equilíbrio entre o desempenho, o custo e o risco que lhes estão associados (Carriço, 2014). A GPI, é cada vez mais reconhecida como sendo essencial para atingir a sustentabilidade dos serviços urbanos de água, integrando-se naturalmente os conceitos de manutenção e reabilitação, abordados no subcapítulo 3.3, na gestão das infraestruturas. A reabilitação é uma atividade determinante para a garantia do cumprimento dos requisitos de desempenho dos sistemas, por um lado, as infraestruturas estão dependentes de diferentes causas de degradação ao longo do tempo e, por outro lado, as exigências de desempenho tendem a aumentar (Almeida e Cardoso, 2010).

De acordo com Carriço (2014) muitas EG, devido ao aumento da idade dos componentes dos sistemas urbanos de água, deparam-se com a decisão de quais componentes reabilitar prioritariamente, tendo em vista garantir a sustentabilidade económico-financeira das próprias empresas e o cumprimento dos níveis de serviço adequados.

Esta necessidade é reforçada com a entrada em vigor dos Decretos-lei n.º 194/2009 e n.º 195/2009, ambos de 20 de agosto, relativos ao regime jurídico dos serviços municipais e multimunicipais, respetivamente. O primeiro, obriga as EG que sirvam mais de 30 mil habitantes a promover e manter um sistema de GPI, enquanto o segundo, obriga as concessionárias multimunicipais a apresentarem um inventário patrimonial afeto à concessão que inclua as prioridades de reabilitação ou substituição e respetiva calendarização (Carriço, 2014).

Estes decretos-lei refletem a preocupação da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) relativamente à necessidade das EG adotarem estratégias adequadas para a GPI urbanas de água, tendo em consideração as dimensões do desempenho, risco e custo durante o ciclo de vida dos seus ativos. Esta diz que a GPI deve assegurar níveis de serviço adequados ao menor custo possível com um nível de risco aceitável (Carriço, 2014).

No presente trabalho, como muitas EG dos sistemas do Grupo AdP adotaram genericamente e de forma mais usual o termo Gestão de Ativos (GA), usar-se-á este último indiscriminadamente, pois qualquer uma das definições expostas se enquadram com os objetivos do caso de estudo.

Neste contexto, pode relevar-se a definição de GA apresentada por Bhagwan (2009): “processo integrado de tomada de decisão, planeamento e controlo quanto à aquisição, uso, proteção e eliminação de ativos,

com vista a maximizar o seu potencial de resposta em serviço e benefícios e a minimizar os riscos que lhes estão associados e os seus custos ao longo do seu ciclo de vida” (AdP, 2014).

3.2.2 Níveis de decisão na gestão de ativos

Alegre e Covas (2010) e Almeida e Cardoso (2010) apresentaram uma metodologia estruturada para elaborar planos de GA, encontrando-se organizada em três níveis de decisão – estratégico, tático e operacional, como se pode verificar na Figura 3.2.

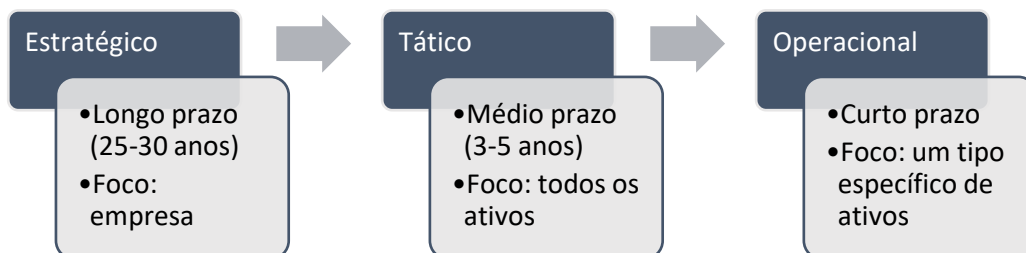


Figura 3.2 – Níveis de decisão da GA (Espanha *et al.*, 2015).

Refira-se que esta abordagem deve ser vista como a situação mais habitual. Poderá haver casos em que um ativo, por si só, numa determinada organização, mereça ser abordado no nível de planeamento estratégico.

Nível de planeamento estratégico

O planeamento estratégico da organização é aquele onde se estabelece a missão, a visão e as políticas da empresa, traduzindo os requisitos e as expectativas das diferentes partes interessadas. O planeamento estratégico é um planeamento de longo prazo (25 a 30 anos), e é tipicamente estruturado nas fases apresentadas na Figura 3.3, sendo promovido pela administração da organização (Alegre e Covas, 2010; Almeida e Cardoso, 2010).

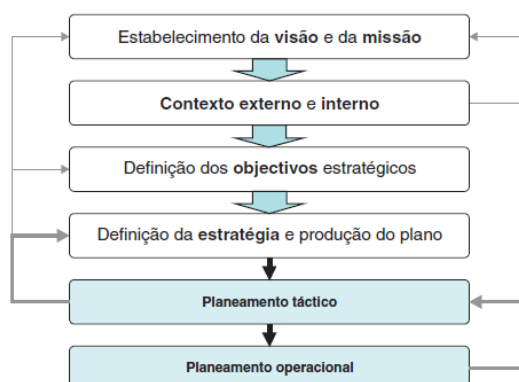


Figura 3.3 – Fases do planeamento estratégico (Almeida e Cardoso, 2010).

A missão da organização corresponde à sua razão de ser, traduzindo os seus ideais e as suas orientações globais, a visão representa as intenções e as aspirações da empresa sobre o seu futuro, de forma a orientá-la numa meta a longo prazo e a atingir a missão estabelecida (Carriço, 2014).

No contexto interno e externo importa conhecer as características da própria organização e onde se insere. Os objetivos estratégicos finalizam o que se pretende atingir no longo prazo. Para cada um dos objetivos estratégicos, as EG devem definir critérios de avaliação, medidas de desempenho e metas, de modo a permitir avaliar o cumprimento dos objetivos e a caracterizar o desempenho de forma quantitativa ou qualitativa (Almeida e Cardoso, 2010).

Segundo Carriço (2014), as estratégias indicam o caminho para atingir os objetivos estratégicos, constituindo as respostas às ameaças e às oportunidades, assim como aos pontos fracos e fortes encontrados na EG. Por exemplo, uma estratégia de uma EG de sistemas de águas residuais é o estabelecimento de um plano de reabilitação preventiva ou, a elaboração de um plano de minimização de afluências indevidas aos sistemas (Almeida e Cardoso, 2010).

A produção do plano inclui a implementação, monitorização, avaliação e revisão do mesmo. A implementação consiste no desenvolvimento de planos táticos e operacionais coerentes e articulados. A monitorização e revisão devem ser realizadas periodicamente. A monitorização desenvolve-se essencialmente no nível tático e operacional. A avaliação deve ser feita anualmente, identificando a necessidade de introduzir alterações no plano estratégico ou, casualmente, proceder a alterações nos objetivos, critérios ou metas (Almeida e Cardoso, 2010).

Nível de planeamento tático

O planeamento tático é onde se estabelece, de forma sistemática, as atividades e os períodos de implementação que permitem a concretização dos objetivos estratégicos. O planeamento tático é um planeamento de médio prazo (3 a 5 anos) e é tipicamente estruturado nas fases apresentadas na Figura 3.4, sendo promovido, de forma articulada, pelos responsáveis de cada departamento da organização (Almeida e Cardoso, 2010; Carriço, 2014).

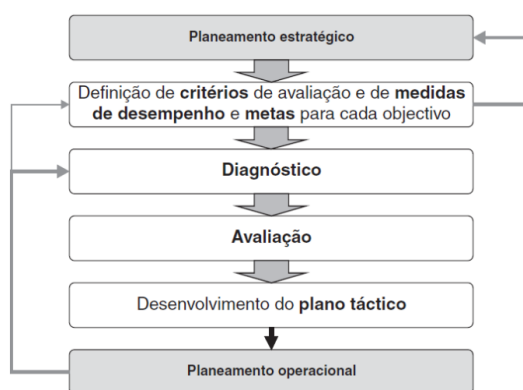


Figura 3.4 – Fases do planeamento tático (Almeida e Cardoso, 2010).

Sabendo quais são os objetivos estratégicos, neste nível de planeamento procede-se à pormenorização dos critérios, das medidas de desempenho e das metas, para avaliar as ações alternativas e os resultados da sua implementação (Almeida e Cardoso, 2010).

De acordo com Almeida e Cardoso (2010), as metas estabelecidas no nível tático devem ser coerentes com as definidas no nível estratégico. Os critérios de avaliação considerados neste nível refletem os objetivos estratégicos da EG. Estes podem ser agrupados em categorias, tais como: (i) condição estrutural; (ii) desempenho ambiental; (iii) desempenho hidráulico; (iv) desempenho socioeconómico e; (v) qualidade de serviço.

No diagnóstico identificam-se as anomalias que indiciam a existência de problemas que são relevantes nas vertentes hidráulica, estrutural, ambiental e operacional. O diagnóstico compreende a análise da informação existente e de desempenho e a sua atualização (Almeida e Cardoso, 2010).

Após o diagnóstico procede-se à fase de avaliação do desempenho atual. Esta fase consiste na comparação do desempenho observado com as metas de desempenho estabelecidas (Almeida e Cardoso, 2010).

A evolução do plano tático engloba o desenvolvimento de soluções integradas, tendo uma visão global do sistema destinando-se a identificar soluções corretivas; a avaliação das soluções, selecionando as mais adequadas em termos de desempenho e outros fatores³; e a preparação do plano de reabilitação, que deve ser um único documento para todo o sistema (Almeida e Cardoso, 2010).

³ Outros fatores incluem: segurança durante a construção e operação, perturbação da população e atividades económicas, uso sustentável dos recursos, faseamento dos trabalhos, coordenação com trabalhos noutras infraestruturas, uso racional dos recursos, implicações nas ações de manutenção, avaliação económica e custos em ciclo de vida (Almeida e Cardoso, 2010).

Nível de planeamento operacional

O planeamento operacional tem como objetivos a especificação, a programação e a implementação das ações definidas nos planos táticos (Alegre e Covas, 2010). O planeamento operacional é tipicamente estruturado nas fases apresentadas na

Figura 3.5 e é promovido pelos responsáveis das equipas operacionais da organização. Estabelece as ações específicas no curto prazo, onde engloba o projeto, a construção e o ajuste dos planos de operação e manutenção. Neste nível de planeamento, os objetivos e as metas operacionais referem-se em termos de execução das obras, ou de fase das obras, contrariamente aos outros dois níveis. A compilação de informação para a revisão do plano de reabilitação no nível tático e a atualização do programa de trabalhos operacionais, são duas fases importantes neste nível de planeamento (Almeida e Cardoso, 2010; Carriço, 2014).

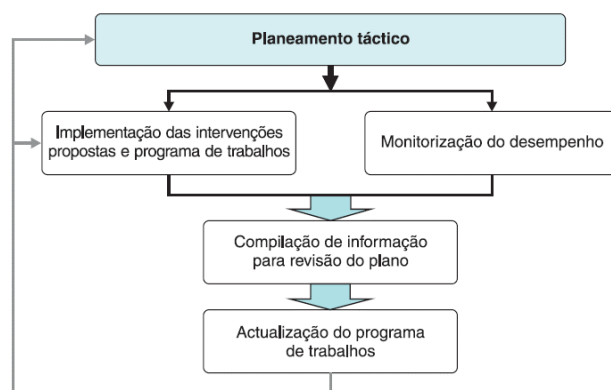


Figura 3.5 – Fases do planeamento operacional (Almeida e Cardoso, 2010).

No plano de reabilitação, as etapas⁴ necessárias para a sua implementação dependem do tipo de intervenções propostas. A monitorização do desempenho consiste em: verificar a eficácia das intervenções propostas no plano de reabilitação; identificar anomalias no desempenho; efetuar testes, inspeções e medições adequados para o acompanhamento e receção de obras, e durante a operação do sistema; acompanhamento do programa de trabalhos e; por fim, monitorização das metas estabelecidas nos níveis estratégicos e táticos (Almeida e Cardoso, 2010). Nesta etapa podem ser utilizados diferentes métodos, entre os quais se inclui a inspeção visual, cujo tema se tratará no subcapítulo 3.5.7 e no Capítulo 4.

De forma a concluir o nível de planeamento operacional, a compilação de informação para revisão do plano consiste na compilação e registo de dados base num suporte e sistemas adequados, nomeadamente

⁴ Habitualmente consideram-se as seguintes etapas: programa base, estudo prévio, anteprojecto ou projecto-base, projecto de execução, construção e receção da obra (Almeida e Cardoso, 2010).

nos sistemas de informação da EG, onde se engloba a implementação do plano de reabilitação. A atualização do programa de trabalhos deve ser anual e incorporar os desenvolvimentos em termos de execução, como por exemplo ajustes na programação temporal (Almeida e Cardoso, 2010).

3.2.3 Possibilidade de certificação em gestão de ativos

Na perspetiva de uma entidade que tenha a sua GA bem desenvolvida e já com algum grau de implementação, pode essa empresa concluir que retira vantagens de certificar-se em GA. Nesse caso, as normas internacionais da série ISO 55000 são a base para desenvolver um sistema de GA orientado para o processo de certificação, seguindo estas normas uma abordagem idêntica a outras normas como a da Qualidade (ISO 9001), Ambiente (ISO 14001), entre outras, o que facilita o processo de certificação.

De acordo com a norma NP ISO 55002:2016, o sistema de GA faz parte integrante do sistema de gestão da organização, tendo uma estrutura predefinida. A norma NP ISO 55000:2016 refere que, um sistema de GA é um conjunto de elementos interrelacionados e interatuantes de uma empresa, e é utilizado para dirigir, controlar e coordenar as atividades de GA.

Sendo assim, e de acordo com a norma NP ISO 55001:2016, a organização deve estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente o sistema de GA, incluindo os processos necessários e as suas interações. Deve desenvolver um plano estratégico de GA que inclua documentação sobre o papel do sistema de GA para atingir os objetivos da GA.

A relação entre os termos chave da GA, de acordo com a norma NP ISO 55000:2016, encontra-se representada na Figura 3.6.

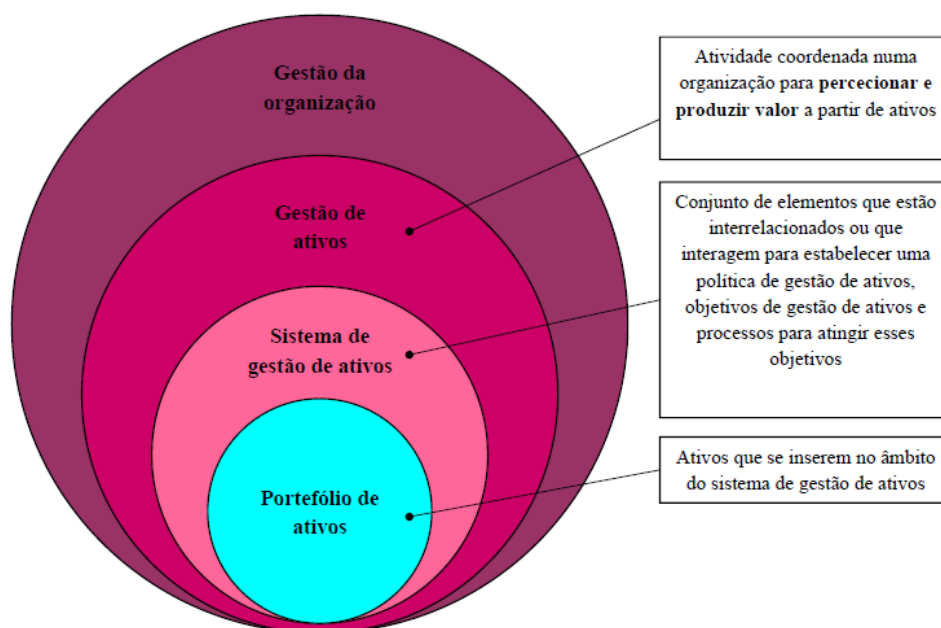


Figura 3.6 – Relações entre os termos chave da GA (NP ISO 55000:2016).

A norma NP ISO 55000:2016 refere que, a GA necessita de informação precisa sobre os seus ativos, no entanto um sistema de GA é mais do que um sistema de informação de gestão, pois interage com diversas funções de uma organização. Nesse contexto, ao mesmo tempo que a empresa procura otimizar a informação sobre os seus ativos e melhorar continuamente os procedimentos para tirar partido desse conhecimento, também a informação de gestão interna passa a estar alinhada com outros normativos em que a empresa se certifique.

3.2.4 Importância da informação na gestão de ativos

A GA no setor das águas suscita uma parametrização específica da informação que é necessária para a sua implementação, atendendo às especificidades das suas infraestruturas, que conjugam redes disseminadas no território com outras pontuais (como ETAR, reservatórios, EE, etc.). Tratam-se de infraestruturas dotadas de ativos muito diversificados, obrigando a que se encontre um equilíbrio quanto ao nível a que convém desagrega-las, para efeitos da gestão da informação sobre essas infraestruturas (nem em excesso, nem por defeito) (Silva, 2015).

Por outro lado, Silva (2015) refere que os dados de manutenção e operação dos ativos têm de ser continuamente atualizados, com vista à GA, pois eles próprios influenciam o nível de segregação do cadastro dos ativos (e portanto da informação a recolher) e a adaptação em cada empresa. Assim, neste contexto de inúmeros dados, graças às tecnologias de informação e às potencialidades de aquisição e armazenamento da informação, ganham importância metodologias de base matemática que permitam extrair conhecimento da análise de dados.

Relativamente à informação associada à GA, também são expostos os tópicos abaixo (Silva, 2014):

- Problema: tipo de informação e desagregação necessária para a GA passar de sólida informação de base para a tomada de decisão;
- Desafios e oportunidades: dados não é o mesmo que informação (fica aquém desta) e informação não é igual a conhecimento (a primeira fica aquém desta última); a informação é crucial para a tomada de decisão, sendo portanto uma oportunidade o desenvolvimento que permita passar dos dados ao conhecimento dos ativos, que fundamente as decisões que vão sendo tomadas no contexto da gestão;
- Ações concretas que se devem equacionar: como melhorar a informação de GA, no sentido de uma EG dispor de um conjunto de dados orientado para a tomada de decisão, nomeadamente sobre a substituição dos seus ativos.

No entanto, sendo evidente o interesse de ter informação fiável para tomar decisões boas e em tempo, ou seja, gerir com base em informação, como referido em AdP (2014), a comunicação de Silva (2014)

também alerta que, à medida que se evolui de dispor de boa informação para tomada de decisão fundamentada nela, se deve evitar excessivos custos devidos à informação da GA, dado que uma maior desagregação dos dados (por via de excessiva desagregação dos ativos) envolve necessariamente mais trabalho. Por isso, a forma como se estruturam os ativos requer um equilíbrio, que cada entidade deverá procurar, adequando os seus dados às especificidades dos seus sistemas.

Sendo assim, a gestão da informação é um pilar essencial na GA pois, sem uma informação⁵ fidedigna sobre cada um dos ativos, não é possível dar resposta à estratégia global de manter os níveis de serviço adequados diminuindo os custos de manutenção e operação (AdP, 2014).

Uma adequada gestão da informação, além de permitir o controlo do nível de cumprimento da estratégia estabelecida, potencia (AdP, 2014):

- Melhores decisões económicas e financeiras;
- Redução de índices de intervenções corretivas;
- A ponderação das decisões de reabilitação e de substituição;
- Melhoramento da perceção dos *stakeholders* do esforço de otimização dos recursos.

Posto isto, para uma melhor GA deve proceder-se à realização de inventários, de forma a compilar toda esta informação existente, fazendo a classificação, localização, desagregação e valorização, assim como a avaliação funcional e o custo do ciclo de vida dos ativos (AdSA, 2017).

Por outro lado, na implementação de ferramentas de GA, as empresas deparam-se por vezes com a dificuldade de conseguir concretizar, para todas as suas infraestruturas simultaneamente, o tratamento de toda a informação associada. Mesmo existindo parte da informação já organizada de forma transversal para todas as infraestruturas, pode ser de equacionar a concretização de algumas ferramentas de GA através de um “projeto piloto” em que estas se implementam numa parcela ou subsistema. No caso referido em Silva *et al.* (2017), foi essa a opção tomada no processo descrito, em que a implementação da GA se tinha iniciado, mas de forma muito embrionária, pelo que necessitava de ser continuada, apesar dos reduzidos recursos humanos disponíveis, sob pena de os esforços iniciais não serem frutíferos (porque os dados coligidos rapidamente ficam obsoletos, se não se continuar com a sua atualização). Assim, uma opção pragmática é implementar ferramentas de GA numa parte do sistema, produzindo um “piloto” que depois será copiado para as restantes partes, ao mesmo tempo que se promove o aumento de conhecimento dos colaboradores em GA.

⁵ Esta informação está relacionada com as atividades do processo de operação e manutenção de infraestruturas de águas residuais, que é obtida nas diferentes áreas funcionais, tais como engenharia, financeira, operação, manutenção e gestão (AdP, 2014).

No caso descrito em Silva *et al.* (2017), foi escolhido um sistema importante para a EG (de entre os sete sistemas que gere), pela sua significância financeira e características dos ativos, dando relevância, nesse “piloto”, às ferramentas de análise de risco e ao uso de um indicador útil à GA (o IVI – Índice de Valor da Infraestrutura).

De forma idêntica, no presente trabalho, os objetivos propostos focaram-se na aplicação de matrizes de risco e na determinação do mesmo indicador, sobre uma parte das infraestruturas de águas residuais da SIMDOURO. Como tal, a informação requerida tem em vista o desenvolvimento de uma abordagem paralela, sendo contudo de relevar que a estruturação da informação é obviamente distinta, por endereçar um sistema totalmente diferente e de uma outra entidade (segue necessariamente uma desagregação de ativos adequada ao sistema da SIMDOURO).

3.2.5 Ciclo de vida dos ativos

A GA deve ser aplicada a todas as fases do ciclo de vida de qualquer ativo, desde a sua conceção até à respetiva desativação, de forma a maximizar a rentabilidade dos ativos e contribuir para o equilíbrio entre riscos, custos e desempenho associados aos diversos ativos (AdP, 2014).

Para um melhor entendimento do ciclo de vida dos ativos e das suas diferentes fases, importa explicar alguns conceitos, tais como (AdP, 2014):

- Vida total de um ativo: período entre a instalação/entrada em funcionamento do ativo e a sua desativação final;
- Vida útil técnica de um ativo: período após a instalação durante o qual o ativo cumpre a função para o qual foi destinado;
- Vida útil económica de um ativo: período entre a obtenção e o tempo em que o ativo, ainda que esteja fisicamente capacitado para realizar o serviço, já não constitui a opção de menor custo de forma a satisfazer os requisitos de desempenho pretendidos;
- Vida útil contabilística de um ativo: definida pelo período de amortização fiscal.

O ciclo de vida dos ativos compreende quatro fases fundamentais, tais como, planeamento (conceção), construção (aquisição), utilização (operação) e desativação (eliminação).

Na fase de planeamento é necessário definir as especificações que permitam assegurar o cumprimento dos requisitos de qualidade, funcionalidade, compatibilidade, etc., e a integração não apenas num sistema mais abrangente, como numa filosofia de gestão uniforme e integrada. Nesta fase deve ser desenvolvido o plano de GA, definidas as políticas de manutenção e de monitorização do desempenho dos ativos, assim

como os modelos para suportar o processo de decisão de substituição ou desativação, tendo em consideração a avaliação de potenciais alternativas (AdP, 2014).

Na fase de construção deve assegurar-se que os ativos a construir, instalar ou adquirir cumprem as especificações definidas na fase de planeamento, garantindo-se o acompanhamento das obras e o controlo da qualidade e dos custos de execução. Nesta fase deve ser verificada e atualizada a informação cadastral, assim como a capitalização de investimentos. São, também, recolhidas informações sobre o comportamento dos materiais ou de soluções construtivas, que importa ter em consideração em intervenções posteriores (AdP, 2014).

A fase de utilização corresponde à vida útil técnica dos ativos. Nesta fase é essencial assegurar a sua operacionalidade, de forma a cumprir as funções a que se destina. O objetivo desta fase consiste em reduzir o número de falhas com o menor custo possível, surgindo a manutenção, que será abordada em 3.3. Esta assume uma importância elevada, uma vez que permite prolongar a vida útil técnica, mantendo níveis de risco e custo aceitáveis (AdP, 2014).

A variação da taxa de falha dos ativos durante o seu ciclo de vida é muito variável ao longo do tempo (AdP, 2014). A falha dos ativos está interligada com a sua fiabilidade, a qual pode ser definida como “a probabilidade de um órgão funcionar satisfatoriamente (ou cumprir a função requerida) durante um certo intervalo de tempo (ou missão) sob condições especificadas”. Na Engenharia, a fiabilidade é definida de um modo mais preciso, como medida da capacidade de um produto operar sem falha (Assis, 2014).

A função de risco ou taxa instantânea de falha, $h(t)$, é uma das medidas mais importantes de fiabilidade e traduz a taxa de falha por unidade, de tempo e ativo, no momento $t + \Delta t$, em relação à população sobrevivente no início do tempo. Esta função representa a curva da mortalidade (ou de sobrevivência), vulgarmente conhecida por curva da banheira (“*bathtub curve*”) (Assis, 2014; Carriço, 2014).

De acordo com Carriço (2014), a curva da banheira aplica-se a uma população de ativos (e.g., uma rede de drenagem de águas residuais) e representa, de um modo geral, as fases de vida desse tipo de ativo ao longo do tempo. Esta curva distingue-se em três fases características do ciclo de vida, como se pode verificar na Figura 3.7, designadamente: fase de mortalidade infantil, fase de maturidade e fase de degradação.

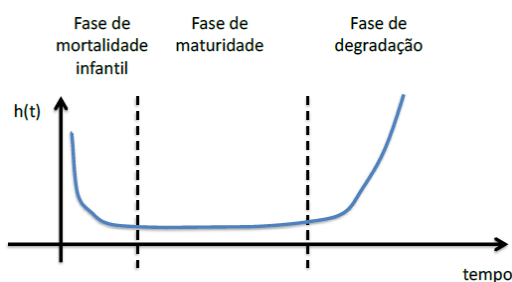


Figura 3.7 – Curva da banheira (Carriço, 2014).

A fase de mortalidade infantil corresponde ao período de entrada em funcionamento dos ativos novos, apresentando uma taxa instantânea elevada de falhas, possivelmente devido a erros no projeto ou defeitos no fabrico, na instalação/montagem ou no controlo da qualidade. Nesta fase, as falhas manifestar-se-ão muito provavelmente no início da vida, no entanto pode manifestar-se mais tarde. A taxa instantânea decresce rapidamente até atingir um ponto onde estabiliza, entrando-se na fase de maturidade. Nesta fase, verifica-se que a taxa instantânea de falhas estabiliza num valor quase constante durante uma parte significativa da vida útil técnica do ativo. Esta taxa instantânea de falhas, pelo facto de ser praticamente constante e não depender do tempo, designa-se simplesmente por taxa de falhas. Nesta fase, as falhas devem-se, muitas vezes, a solicitações superiores às projetadas ou a ocorrências acidentais (Assis, 2014; Carriço, 2014).

Quando o fim da vida útil técnica do ativo é atingida, entra-se na fase de degradação. Nesta fase, a taxa instantânea de falhas cresce acentuadamente em consequência de fenómenos de degradação, tais como, fluência, fadiga mecânica ou térmica, corrosão ou desgaste. Esta fase pode ser evitada se o ativo for substituído preventivamente antes de atingir o fim da sua vida útil técnica. De facto, é uma fase a evitar, pois verificar-se-á a queda acelerada do desempenho do ativo e o seu possível colapso a qualquer momento, tendo consequências económicas e de segurança indesejáveis ou, pode arrastar consigo a falha de outros ativos com os quais interage. A abordagem preventiva torna-se indispensável quando as consequências são graves. Caso as consequências sejam desprezáveis, adotar-se-á a abordagem corretiva, em que se deixa falhar o ativo e só depois é substituído (Assis, 2014; Carriço, 2014).

Por fim, a fase de desativação corresponde ao destino a dar ao ativo. É necessário tomar boas decisões logo na fase de conceção do ativo de forma a facilitar a decisão de colocar fora de serviço, substituir ou desativar, tendo em consideração as implicações económicas, ambientais, jurídico-legais, de sustentabilidade, etc.. Estando os custos, e eventualmente receitas, associados à tomada de decisão, esta é uma fase complexa e que deverá ser devidamente ponderada (AdP, 2014).

3.3 MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO

No presente subcapítulo pretende-se definir os conceitos de manutenção e reabilitação que, embora à primeira vista pareçam conceitos semelhantes, apresentam um significado diferente.

3.3.1 Manutenção

Almeida e Cardoso (2010) apresentam duas definições para a manutenção, a primeira que nos diz ser uma “intervenção periódica destinada à prevenção ou à correção de ligeiras degradações dos ativos, para que estes atinjam o seu tempo de vida útil, sem perda de desempenho” e a segunda “trabalhos de rotina

efetuados para garantir o bom desempenho ao longo do tempo”. Assis (2014) diz que a manutenção constitui o ato de diagnosticar e reparar ou prevenir, falhas de um sistema.

As intervenções de manutenção podem ser de duas naturezas (Assis, 2014):

- Manutenção corretiva: tem como objetivo repor as condições normais de funcionamento de um sistema. Esta manutenção surge em resposta às falhas casuais e imprevisíveis;
- Manutenção preventiva: tem como objetivo evitar ou prevenir a falha de um sistema. Esta manutenção serve para evitar falhas consequentes da degradação progressiva.

De acordo com Assis (2014) pode generalizar-se e descrever-se as diferentes formas de manutenção como representado na Figura 3.8.

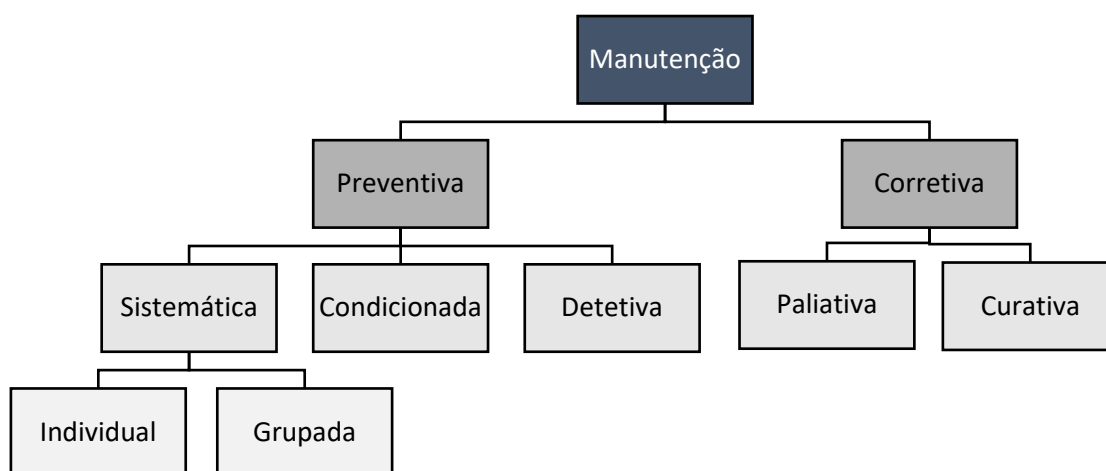


Figura 3.8 – Formas de manutenção (Assis, 2014).

A manutenção preventiva divide-se em sistemática, condicionada e detetiva.

As intervenções sistemáticas desencadeiam-se periodicamente, com base no conhecimento da lei de degradação aplicável a cada caso e do risco aceitável de falha. Estas intervenções são divididas em individuais e grupadas, em que as primeiras acontecem sempre que um ativo crítico acumula o seu tempo de vida limite para a sua substituição, forçando a paragem do equipamento, e as segundas, que correspondem a um conjunto de ativos em simultâneo e surgem para evitar o inconveniente de parar frequentemente o equipamento, selecionando grupos de ativos com periodicidades de substituição próximas, de forma a parar o equipamento uma só vez para cada grupo formado (Assis, 2014).

As intervenções condicionadas desencadeiam-se no fim da vida útil dos ativos, estas podem ser previstas observando as tendências dos parâmetros que refletem a degradação. As intervenções detetivas visam detetar falhas ocultas, ou seja, ativos que já falharam mas que não proporcionaram sinais exteriores que o denunciem (Assis, 2014).

No que se refere à manutenção corretiva, a mesma pode dividir-se em paliativa e curativa. Segundo Assis (2014) “a manutenção corretiva é, muitas vezes, um “paliativo” e a manutenção curativa a “cura””, dando o exemplo de “um disjuntor dispara frequentemente, uma intervenção paliativa limita-se a rearmar o disjuntor, enquanto uma intervenção curativa procura a(s) causa(s) dos disparos e elimina-a(s)”.

3.3.2 Reabilitação

No caso da reabilitação, Almeida e Cardoso (2010) apresentam, também, duas definições, a primeira que nos diz ser um “conjunto de medidas para restaurar ou melhorar o desempenho de um sistema de águas residuais ou pluviais existente” e a segunda “intervenção destinada a proporcionar desempenho compatível com exigências ou condicionamentos atuais”.

As intervenções de reabilitação podem ser de duas naturezas (Almeida e Cardoso, 2010):

- Reabilitação reativa: realizada quando o funcionamento do sistema é interrompido ou comprometido com graves anomalias, implicando uma rápida atuação (e.g., reposição da integridade estrutural de um interceptor após o seu colapso);
- Reabilitação preventiva: planeada de forma a prevenir que a degradação do desempenho de um sistema atinja níveis indesejáveis. Sendo assim, tem como objetivo repor o desempenho nos níveis desejáveis ou melhorá-lo em resposta às novas solicitações ou exigências.

A intervenção adotada pelas EG acaba por ser a reabilitação reativa, devido aos seus recursos limitados. No entanto, a reabilitação preventiva possui benefícios que têm vindo a ser reconhecidos face às exigências crescentes segundo várias dimensões, englobando os aspetos técnicos, de saúde pública, de segurança, ambientais, económico-financeiros e sociais (Almeida e Cardoso, 2010).

Posto isto, os métodos de reabilitação podem ser classificados em três categorias, nomeadamente (Almeida e Cardoso, 2010):

- Reparação: intervenção destinada a corrigir anomalias;
- Renovação: intervenção num componente do sistema, incorporando o material existente, total ou parcialmente, melhorando o seu desempenho;
- Substituição: construção de um novo componente do sistema, incorporando a função do presente componente que é desativado, podendo ser ou não no alinhamento do componente existente.

De forma a compreender a importância da reabilitação nos SDAR, apresenta-se de seguida as causas que podem levar à degradação do desempenho e as consequências do desempenho inadequado, dos sistemas.

Causas de degradação dos sistemas

De acordo com Almeida e Cardoso (2010), dos principais tipos de causas que podem conduzir à degradação do desempenho dos componentes dos sistemas de águas residuais fazem parte: (i) as causas internas e externas; (ii) as incorreções de conceção e projeto; (iii) as práticas de construção inadequadas; (iv) as insuficiências de manutenção e operação e; (v) outras causas.

As causas internas são aquelas associadas ao funcionamento em condições normais de utilização, incluindo o desgaste natural dos materiais devido à(s) (Almeida e Cardoso, 2010):

- Condições do escoamento: inclui o desgaste físico, químico ou bioquímico relacionado com as condições do escoamento e o tipo de afluências, consequente do uso contínuo da infraestrutura. Relacionado com a perda gradual de material da superfície do intercetor;
- Agressividade da atmosfera: a principal causa é o ataque dos materiais acima da superfície líquida por ácido sulfúrico (H_2SO_4);
- Acumulação de material sólido: devido à entrada de material sólido de diferentes tipos, dimensões e formas, juntamente com a insuficiente capacidade de transporte.

As causas externas são aquelas exteriores à infraestrutura, tais como: sobrecargas (estáticas ou dinâmicas) que não são recomendáveis em relação às características resistentes da estrutura; atividades de escavação próximas da estrutura do intercetor; ocorrência de sismos e subsidência do solo; intrusão de raízes; danos por terceiras entidades; entre outras. (Almeida e Cardoso, 2010).

Segundo Almeida e Cardoso (2010), os aspetos relativos às incorreções de conceção e projeto aplicam-se essencialmente a sistemas mais recentes ou devem ser considerados em desenvolvimentos futuros. Nesta fase podem ser cometidos erros de dimensionamento, que estão frequentemente associados a disposições construtivas inadequadas, deficiente seleção de materiais, equipamentos e acessórios e sem a devida consideração das condições locais, dando resultado a deficiências que podem ter um impacto significativo no desempenho do sistema.

As práticas de construção estão interligadas com a qualidade da construção. As práticas de construção inadequadas podem manifestar-se tanto no curto prazo (e.g., deformação de tubagens plásticas devido à má compactação), como no medio ou longo prazos (e.g., falta de proteção anti-corrosão nos ambientes agressivos). Estas podem ser devidas a: não cumprimento em obra das especificações de projeto; inexistência do controlo dos equipamentos, materiais e de execução da obra; execução deficiente do assentamento das tubagens e compactação das camadas de enchimento das valas; deficiente ligação de intercetores, a intercetores existentes; não realização de inspeção visual antes da entrada em serviço de modo a verificar a condição estrutural; falta de limpeza dos resíduos da construção antes da entrada em serviço; entre outros (Almeida e Cardoso, 2010).

A operação e a manutenção são atividades essenciais para garantir o funcionamento eficaz dos sistemas. A falta de operações e manutenções podem resultar de: inexistência, inadequação ou incumprimento dos planos de manutenção e operação; manutenção insuficiente de válvulas e outros reguladores que deve ser feita de forma regular; insuficiente monitorização dos locais críticos dos sistemas; incorreta seleção ou utilização de técnicas de manutenção; entre outras (Almeida e Cardoso, 2010).

Almeida e Cardoso (2010) referem ainda que existem outras causas que podem levar à degradação do desempenho dos sistemas, tal como a obsolescência de equipamentos tendo em consideração as questões de eficiência ou flexibilidade (e.g., indisponibilidade de peças no mercado ou baixo rendimento energético).

Na Figura 3.9 e na Figura 3.10, apresentam-se alguns exemplos de causas de degradação encontradas nos interceptores da SIMDOURO.



a) Causa interna, acumulação de material sólido.



b) Causa externa, intrusão de raízes.

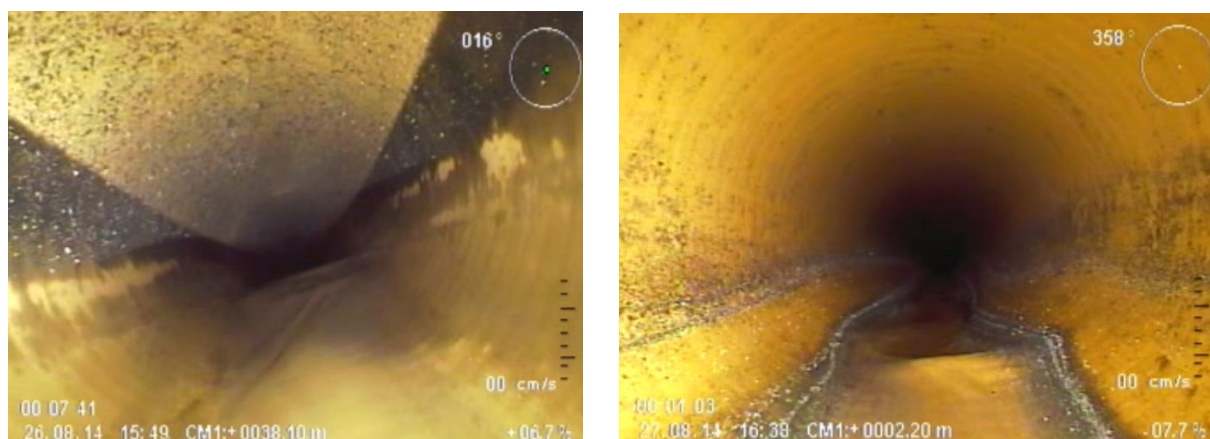


c) Junta partida na ligação entre dois tubos – Deficiência que pode estar associada a incorreções de conceção e projeto e/ou problemas de construção.



d) Afluências indevidas – Deficiência que pode estar associada a problemas de construção.

Figura 3.9 – Exemplos de causas de degradações dos interceptores (Fonte: SIMDOURO).



a) Redução da secção – Deficiência que pode estar associada a problemas de construção.

b) Deformação – Deficiência que pode estar associada a problemas de construção.

Figura 3.10 – Exemplos de causas de degradações dos interceptores (continuação) (Fonte: SIMDOURO).

Tipos de consequências do desempenho inadequado dos sistemas

De acordo com Almeida e Cardoso (2010), os tipos de consequências do desempenho inadequado dos sistemas podem ser estimados segundo variados pontos de vista ou dimensões, tais como:

- Dimensão técnica: as consequências englobam aspetos relacionados com o funcionamento dos sistemas, podendo ser de natureza: hidráulica (e.g., falta de capacidade de transporte; velocidade de escoamento excessivamente elevada ou baixa); estrutural (e.g., degradação dos materiais estruturais) e; ambiental (e.g., fuga de água residual para o solo e águas subterrâneas (exfiltração); ocorrência de inundações);
- Dimensão económico-financeira: as consequências incluem, por exemplo, agravamento dos custos operacionais; penalizações resultantes do incumprimento de obrigações legais, regulamentares ou contratuais, relativas ao nível de desempenho dos sistemas; custos para terceiros resultantes de falhas no desempenho, implicando danos para pessoas alheias à organização (e.g., danos em propriedades privadas);
- Dimensão saúde e segurança pública: o risco para a saúde pública pode aumentar com a probabilidade de contacto com as águas poluídas. A exposição a essas águas pode dever-se a: inundações; descargas para o meio recetor; exfiltração de água subterrânea. O aumento do risco para a segurança pública pode resultar do: número de acidentes aumentar, devido ao mau estado de conservação dos dispositivos colocados na via pública; aumento de abatimentos de terreno; dano para a população devido à ocorrência de inundações;
- Dimensão ambiental: as consequências ambientais podem ter reflexos variáveis no espaço e no tempo, pois dependem da sensibilidade do meio e da sazonalidade da precipitação, por exemplo.

Como potencial impacto, destaca-se, entre outros, a poluição derivada da inundação, da descarga para os meios hídricos e da exfiltração, abrangendo a destruição da fauna e da flora.

3.4 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

A avaliação do desempenho constitui um apoio à tomada de decisão baseada em critérios transparentes e objetivos. Utiliza medidas que expressam, de uma forma quantitativa ou qualitativa e objetiva, financeira ou não financeira (NP ISO 55002:2016), como é que um determinado produto ou serviço cumpre os objetivos ou requisitos definidos (Cardoso, 2008). Ou seja, é um meio de quantificar de forma objetiva as potencialidades e as deficiências dos sistemas, constituindo um suporte para a adoção de medidas corretivas de reabilitação (Almeida e Cardoso, 2010).

As medidas de desempenho devem proporcionar, clara e inequivocamente, informação acerca do produto ou serviço, de entre as quais: se os objetivos estão ou não a ser cumpridos, se há satisfação por parte dos clientes/consumidores, se há uma correta utilização dos recursos disponíveis e, se é necessário introduzir melhorias (Cardoso, 2008).

De um modo geral, as medidas de desempenho são agrupadas em três categoriais: indicadores de desempenho, índices de desempenho e níveis de desempenho.

3.4.1 Indicadores de desempenho (ID)

Um indicador de desempenho (ID) é uma medida quantitativa de eficácia ou eficiência⁶ da atividade de uma EG no que diz respeito ao desempenho do sistema ou do serviço (Almeida e Cardoso, 2010).

De acordo com a norma NP ISO 55002:2016, os ID devem fornecer informação útil de modo a determinar tanto os sucessos assim como as áreas que requerem ação corretiva ou de melhoria e a organização deve considerar a relação e o alinhamento entre os ID.

Segundo Carriço (2014) os ID são especialmente expressos por rácios entre variáveis e procuram traduzir a qualidade dos serviços prestados, a sustentabilidade das EG e a quantificação da sustentabilidade ambiental. As variáveis são constituídas pelos indicadores propriamente ditos e pela informação indispensável a uma correta interpretação dos resultados obtidos na avaliação.

A ERSAR e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), no início do presente ano, publicaram um novo “Guia n.º 22 – Avaliação da Qualidade dos Serviços de Águas e Resíduos Prestados aos Utilizadores – 3ª Geração do Sistema de Avaliação” (ERSAR e LNEC, 2017), onde publicam o conjunto dos

⁶ A eficácia avalia até que ponto os objetivos de gestão, tais como os níveis de serviço, foram cumpridos. A eficiência avalia até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de forma otimizada para a produção do serviço (Carriço, 2014).

indicadores e dos índices de qualidade do serviço a utilizar em cada um dos três tipos de serviços – abastecimento de água, saneamento de águas residuais urbanas e gestão de resíduos urbanos. Este guia deve ser utilizado por todas as EG portuguesas, quer prestem serviços em “alta” ou em “baixa”. Na Tabela 3.1 estão representados o conjunto dos indicadores propostos pelo guia.

Tabela 3.1 – Conjunto dos indicadores propostos para águas residuais (ERSAR e LNEC, 2017).

Convenção	Indicador	Designação
Adequação da interface com o utilizador		
Acessibilidade do serviço aos utilizadores		
AR01a	Acessibilidade física do serviço (%)	Percentagem do número total de alojamentos localizados na área de intervenção da EG para os quais existem infraestruturas em alta ligadas ou com possibilidade de ligação ao sistema em baixa.
AR02a	Acessibilidade económica do serviço (%)	Peso do encargo médio com o serviço de saneamento de águas residuais no rendimento médio disponível por agregado familiar na área de intervenção do sistema.
Qualidade do serviço prestado aos utilizadores		
AR03a	Ocorrência de inundações [n.º/(100km de coletor · ano)]	Número de ocorrências de inundação na via pública e/ou propriedades, com origem na rede pública de coletores, por 100km de coletor.
AR04a	Resposta a reclamações e sugestões (%)	Percentagem de reclamações e sugestões escritas que foram objeto de resposta escrita num prazo não superior a 22 dias úteis.
Sustentabilidade da gestão do serviço		
Sustentabilidade económica		
AR05a	Cobertura dos gastos (%)	Rácio entre os rendimentos tarifários, outros rendimentos e subsídios ao investimento e os gastos totais.
AR06a	Adesão ao serviço (%)	Percentagem do número total de alojamentos localizados na área de intervenção da EG para os quais as infraestruturas do serviço em alta estão disponíveis e têm serviço efetivo.
Sustentabilidade infraestrutural		
AR07a	Reabilitação de coletores (%/ano)	Percentagem média anual de coletores com idade superior a dez anos que foram reabilitados nos últimos cinco anos.
AR08a	Ocorrência de colapsos estruturais em coletores [n.º/(100km · ano)]	Número de colapsos estruturais ocorridos por 100km de coletor.
Produtividade física dos recursos humanos		
AR09a	Adequação dos recursos humanos [n.º/(10 ⁶ m ³ · ano)]	Número equivalente de empregados afetos a tempo inteiro ao serviço de saneamento de águas residuais por unidade de volume de água residual recolhida.
Sustentabilidade ambiental		
Eficiência na utilização de recursos ambientais		
AR10a	Eficiência energética de instalações elevatórias [kWh/(m ³ · 100m)]	Consumo de energia médio normalizado das instalações elevatórias.
Eficiência na prevenção da poluição		
AR11a	Acessibilidade física ao tratamento (%)	Percentagem do número de alojamentos localizados na área de intervenção da EG para os quais as redes públicas de drenagem se encontram disponíveis e ligadas a instalações de tratamento.
AR12a	Controlo de descargas de emergência (%)	Percentagem de descarregadores de emergência com descarga direta para o meio receptor monitorizados e com funcionamento satisfatório.
AR13a	Cumprimento da licença de descarga (%)	Percentagem da população equivalente que é servida por instalações de tratamento que asseguram o cumprimento da licença de descarga, quer em termos de parâmetros e periodicidade de monitorização, quer em termos do cumprimento dos limites de descarga.
AR14a	Encaminhamento adequado de lamas do tratamento (%)	Percentagem de lamas de fossas sépticas coletivas e de ETAR encaminhadas para tratamento em ETAR de outra EG (lamas líquidas ou espessas) ou entregues a operador licenciado (lamas desidratadas).
Indicadores usados no perfil do sistema		
-	Acessibilidade física do serviço através de redes fixas e meios móveis (%)	Percentagem do número total de alojamentos localizados na área de intervenção da EG para os quais as infraestruturas do serviço de recolha e drenagem através de redes fixas se encontram disponíveis ou para os quais existem soluções individuais de saneamento de águas residuais controladas pela EG (sendo o serviço de remoção de lamas e/ou de efluentes prestado pela EG) em locais sem rede fixa disponível.
-	Produção própria de energia (%)	Percentagem de energia consumida que é produzida internamente pela EG nas instalações afetas ao serviço de saneamento de águas residuais.
-	Utilização de águas residuais tratadas (%)	Percentagem de volume de água residual tratada que foi utilizada.
-	Licenciamento de descargas (%)	Percentagem de instalações de tratamento de águas residuais com licença de descarga válida.
-	IVI - Índice de Valor da Infraestrutura (-) (em teste)	Rácio entre o valor atual da rede e o valor de substituição correspondente ao ano de referência.

Note-se que, nos indicadores usados no perfil do sistema (Tabela 3.1), consta o Índice de Valor da Infraestrutura (IVI), que está em fase de teste. Neste trabalho, selecionou-se este indicador, tal qual como apresentado no Guia n.º 22 (ERSAR e LNEC, 2017), para testar a sua aplicação a um sistema da SIMDOURO e comprovar a forma como consegue traduzir uma análise na ótica da GA com utilidade para a empresa.

No subcapítulo 3.6 será apresentado o IVI, efetuando-se, posteriormente no Capítulo 5, uma aplicação específica ao caso de estudo da SIMDOURO.

3.4.2 Índices de desempenho (IndD) e níveis de desempenho (ND)

Os índices de desempenho (IndD) são medidas resultantes da combinação de medidas de desempenho simples ou da aplicação de instrumentos de análise e destinam-se a resumir várias perspetivas de análise numa única medida (Almeida e Cardoso, 2010). São medidas mais agregadas que os ID. Quando se trabalha com um número de indicadores reduzido, a informação por estes traduzida é fácil de assimilar. No entanto, quando o número de indicadores é elevado e estão relacionados, pode ser mais vantajoso agregá-los num só índice (Carriço, 2014).

Por outro lado, os níveis de desempenho (ND) são medidas de desempenho de natureza qualitativa expressas em categorias discretas (e.g., insatisfatório, bom, excelente). Geralmente são adotadas quando não é viável calcular medidas quantitativas (Almeida e Cardoso, 2010).

3.5 GESTÃO DO RISCO

As organizações de todos os tipos e dimensões enfrentam um conjunto de riscos que podem afetar a consecução dos seus objetivos. O processo de gestão do risco ajuda as organizações na tomada de decisão ao considerar a incerteza e a possibilidade de futuros eventos ou circunstâncias (intencionais ou não) e os seus efeitos nos objetivos da organização (NP EN 31010:2016).

A transparência das responsabilidades, tanto entre como dentro das organizações, é necessária para que a gestão do risco seja traduzida em procedimentos práticos de forma a proporcionarem melhorias sustentáveis no serviço e na tomada de decisão. Um aspeto crítico é a capacidade das organizações gerirem o risco (Pollard *et al.*, 2004).

Pollard (2008) apresenta um modelo de “maturidade” onde as organizações passam de “organizações principiantes”, com abordagens ainda não uniformizadas e não controladas, para “organizações adaptáveis”, possuindo uma abordagem adaptativa e pró-ativa.

Mesmo que dentro de uma organização se utilize uma hierarquia estrutural “flat” (i.e., linear/horizontal), no que toca à gestão do risco, Pollard *et al.* (2004) refere que é exigido que estes sejam geridos,

ativamente, nos respetivos níveis de planeamento estratégico, tático e operacional, anteriormente referidos no ponto 3.2.2, ou seja, utilizando uma hierarquia estrutural piramidal, como a apresentada na Figura 3.11.



Figura 3.11 – Hierarquia da gestão do risco (Pollard, 2008).

No presente trabalho, a gestão do risco será analisada no âmbito das normas NP ISO 31000:2013 e NP EN 31010:2016, passando à sua análise posteriormente.

Antes de se apresentar os processos de gestão do risco de acordo com as normas supracitadas, importa definir o conceito do risco. Este conceito está muitas vezes associado a situações com consequências negativas, sendo as consequências positivas, na grande maioria das vezes, desprezadas (Carricho, 2014). Este autor refere que muitas definições evitam limitar o risco aos seus potenciais efeitos negativos, remetendo para Luhmann (1996) que diz que “o risco é a ameaça ou a probabilidade de uma ação ou de um acontecimento afetar adversa ou benéficamente a capacidade de uma organização de atingir os seus objetivos”. A norma NP ISO 31000:2013 define o risco como o “efeito da incerteza na consecução dos objetivos⁷”.

Posto isto, Alegre (2008) refere que o risco pode ser calculado pelo produto entre a probabilidade de ocorrência de acontecimentos adversos, ou seja de uma situação potencialmente perigosa, e a respetiva consequência resultante desses acontecimentos, conforme a equação seguinte:

$$R = P \times C \quad (3.1)$$

onde:

R – risco;

P – probabilidade;

C – consequência.

⁷ De acordo com a norma NP ISO 31000:2013: (i) um efeito é um desvio, positivo ou negativo, relativamente ao esperado; (ii) a incerteza é o estado, ainda que parcial, de deficiência de informação relacionado com a compreensão ou conhecimento de um evento, sua consequência ou probabilidade e; (iii) os objetivos podem ter diferentes aspetos (financeiros, de saúde e segurança, ambientais, entre outros) e podem ser aplicados a diferentes níveis (estratégico, em toda a organização, de projeto, de produto e de processo).

Na Figura 3.12 estão representadas as etapas da gestão do risco de acordo com a norma NP ISO 31000:2013.

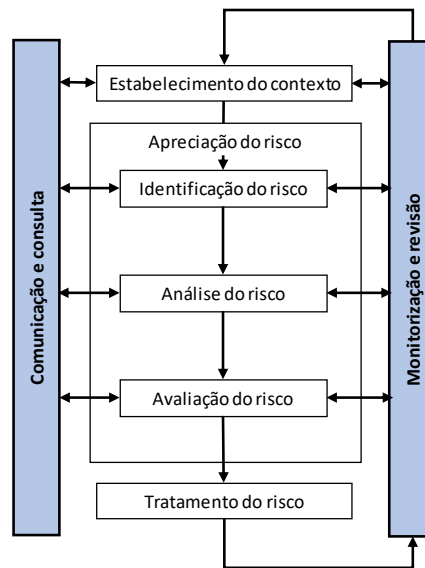


Figura 3.12 – Processo da gestão do risco (NP ISO 31000:2013).

Seguidamente apresenta-se de forma descritiva cada uma das etapas do processo da gestão do risco.

3.5.1 Comunicação e consulta

Uma comunicação e consulta eficaz, às partes interessadas, dá origem a uma apreciação do risco bem-sucedida. Estas deverão ocorrer durante todas as fases do processo de gestão do risco (NP EN 31010:2016; NP ISO 31000:2013).

De acordo com a norma NP ISO 31000:2013, a comunicação e a consulta são importantes, pois produzem juízos sobre o risco baseados nas perceções das partes interessadas sobre o mesmo. Estas perceções podem variar devido às diferenças nos valores, necessidades, conceitos, pressupostos e preocupações das partes interessadas. Estes pontos de vista podem ter um impacto significativo nas tomadas de decisão. Sendo assim, as perceções das partes interessadas devem ser identificadas, registadas e tidas em consideração nas decisões.

3.5.2 Estabelecimento do contexto

O estabelecimento do contexto permite à organização enunciar os seus objetivos, definir os seus parâmetros internos e externos a ter em consideração na gestão do risco, assim como o âmbito e os critérios do risco para as restantes partes do processo (NP ISO 31000:2013).

Segundo a mesma norma, o contexto externo é o ambiente externo à organização, sendo importante para assegurar que os objetivos e preocupações das partes interessadas externas são tidos em consideração

na altura do desenvolvimento dos critérios do risco. O contexto interno é o ambiente interno à organização, no qual esta procura atingir os seus objetivos, é tudo aquilo que no seio da organização pode influenciar a forma como a organização irá gerir o risco.

No estabelecimento do contexto, a organização deve, também, definir os critérios a ser utilizados para avaliar a significância do risco. Estes critérios deverão refletir os valores, objetivos e recursos da organização e, deverão ser consistentes com a política de gestão do risco da organização, ser definidos no início de qualquer processo da gestão do risco e ser continuamente revistos (NP ISO 31000:2013).

3.5.3 Apreciação do risco

De acordo com a norma NP ISO 31000:2013, a apreciação do risco faculta aos decisores e responsáveis uma melhor compreensão dos riscos que podem afetar a consecução dos objetivos, assim como a adequação e eficácia dos controlos⁸ já estabelecidos. A apreciação do risco abrange a identificação do risco, a análise do risco e a avaliação do risco.

A identificação do risco é o processo de pesquisa, reconhecimento e registo dos riscos. Este processo identifica as causas e a origem dos riscos (NP EN 31010:2016). Todas as causas e consequências devem ser consideradas, pois para além de se identificar o que pode acontecer, é necessário considerar as possíveis causas e cenários que mostrem quais as consequências que podem ocorrer (NP ISO 31000:2013).

De acordo com a norma precedente, a identificação do risco tem o objetivo de gerar uma vasta lista dos riscos baseada nos eventos que possam criar, melhorar, prevenir, degradar, acelerar ou retardar a consecução dos objetivos. É importante identificar os riscos associados ao facto de não se perseguir uma oportunidade. Um risco que não seja identificado nesta fase, não será incluído na análise posterior.

A análise do risco consiste em aprofundar a compreensão do risco (NP EN 31010:2016), no entanto nem todos os riscos exigem que essa análise seja detalhada (Pollard *et al.*, 2004). A análise do risco é uma entrada para a avaliação do risco e para as decisões quanto à necessidade dos riscos serem tratados, e quais as estratégias e métodos mais apropriados para o tratamento destes (NP ISO 31000:2013).

A norma NP EN 31010:2016 refere que a análise do risco consiste em determinar as consequências e as probabilidades dos riscos identificados, tendo em consideração a presença (ou não) e a eficácia de controlos existentes. Sendo que as consequências e as probabilidades são combinadas de forma a determinar um nível de risco.

⁸ Segundo a norma NP ISO 31000:2013, o controlo é a medida que modifica o risco e inclui qualquer processo, política, dispositivo, prática ou outra ação que modifique o risco. Este controlo nem sempre poderá produzir o efeito modificador pretendido ou adotado.

De acordo com a norma precedente, os métodos utilizados na análise do risco podem ser:

- Qualitativos: definem a consequência, a probabilidade e o nível de risco (alto, médio e baixo), e combinam a consequência com a probabilidade de forma a obter o nível de risco em função de critérios qualitativos, que deverão ser fundamentados e registados;
- Semi-quantitativos: utilizam escalas de avaliação numérica de consequência e probabilidade e combinam-nas através de uma fórmula, de modo a obter um nível de risco;
- Quantitativos: os valores das consequências e das suas probabilidades são realistas e, são determinados em unidades específicas definidas aquando do estabelecimento do contexto. A análise deste método nem sempre é possível ou desejável, devido à insuficiente informação acerca do sistema em análise.

A análise do risco implica ter em consideração as causas e origens do risco, as suas consequências e a probabilidade de ocorrência (NP EN 31010:2016). É necessário conhecer as funções de cada um dos tipos de componentes dos sistemas, de forma a se conhecer as suas potenciais falhas. De modo a permitir efetuar análises detalhadas das falhas dos ativos com realce na identificação das causas surge a utilização de técnicas como, por exemplo, a *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) ou a *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA) (Carriço, 2014), analisadas em 3.5.6.

As consequências resultantes da ocorrência de uma falha estão relacionadas com a tipologia da infraestrutura e, de acordo com Carriço (2014) podem incluir: custos de reparação; perdas de receita; perdas ou danos humanos; interrupção do serviço; impactos para a saúde pública; danos em propriedades; danos para terceiros; perdas de água; incumprimento dos requisitos legais; entre outros. A norma NP EN 31010:2016 refere, ainda, que um evento pode ter múltiplas consequências e atingir múltiplos objetivos.

No caso da probabilidade, existem três abordagens gerais para a estimar, que podem ser utilizadas individualmente ou em conjunto, nomeadamente (NP EN 31010:2016; Carriço, 2014):

- Utilização de dados históricos relevantes para identificar eventos ou situações que ocorreram no passado, para poder extrapolar-se a probabilidade de ocorrência no futuro. Caso, historicamente, a frequência de ocorrência seja muito baixa, então qualquer estimativa de probabilidade será muito incerta;
- Previsões de probabilidade utilizando técnicas preditivas tais como árvores de eventos, ou acontecimentos, ou análises de falhas. Se não existir informação histórica ou caso não seja adequada, é necessário deduzir a probabilidade pela análise do sistema, atividade, componente ou organização e pelos respetivos estados de falha ou sucesso;

- A opinião de um perito que pode ser utilizada num processo sistemático e estruturado para estimar a probabilidade. Este deve ter em conta todas as informações relevantes disponíveis.

Em suma, os impactos de uma falha num componente podem ter: uma baixa consequência e alta probabilidade, uma consequência alta e baixa probabilidade, ou um resultado intermédio. Certas vezes pode ser desejável abordar, apenas, os riscos com resultados muito altos, ou abordar separadamente os riscos com consequências altas e baixas. Desta forma, os riscos podem ser sujeitos a uma triagem de modo a identificar os mais ou menos significativos, assegurando que os recursos serão focalizados nos riscos mais importantes (NP EN 31010:2016).

No que diz respeito à avaliação do risco, esta tem como finalidade apoiar a tomada de decisão com base nos resultados da análise do risco, que pode ter em atenção: se um risco precisa de tratamento; prioridades de tratamento; se uma atividade deve ser realizada e; qual dos caminhos deverá ser seguido. A natureza das decisões e os critérios que serão utilizados para tomar essas decisões foram decididos quando se estabeleceu o contexto, no entanto necessitam de ser reanalisados em maior detalhe nesta fase (NP EN 31010:2016).

Na definição dos critérios do risco existe uma estrutura simples, um único nível que divide os riscos nos que necessitam de tratamento e nos que não necessitam. Por um lado, isto dá resultados atrativamente simples, por outro, não reflete as incertezas envolvidas seja a estimar riscos, seja a definir a fronteira entre os riscos que necessitam de tratamento daqueles que não necessitam (NP EN 31010:2016).

De acordo com a norma NP EN 31010:2016 e Carriço (2014), a decisão referente a se e como tratar o risco depende dos custos e benefícios de assumir os riscos e de implementação de melhores controlos. Sendo assim, uma abordagem comum é dividir os riscos em três níveis:

- Nível superior: onde o nível de risco é considerado intolerável, independentemente dos benefícios que a atividade possa trazer, e o tratamento do risco é essencial, independentemente do custo;
- Nível intermédio: onde os custos e benefícios são tidos em consideração, no entanto as oportunidades são ponderadas relativamente a potenciais consequências;
- Nível inferior: onde o nível de risco é considerado desprezável ou tão pequeno que não são necessárias medidas de tratamento do risco.

Neste trabalho, adotou-se a divisão do risco em três níveis, conforme supracitado.

Salienta-se que nos Anexos A e B da norma NP ISO 31000:2013, estão representadas as comparações e as descrições de um amplo conjunto de técnicas de apreciação do risco.

3.5.4 Tratamento do risco

O tratamento do risco implica a seleção, a combinação e a implementação de uma ou mais opções pertinentes, tendo como objetivo modificar a probabilidade de ocorrência, os efeitos dos riscos, ou ambos. Este é um processo cíclico de reapreciação do novo nível de risco, de forma a determinar a tolerabilidade em relação aos critérios anteriormente estabelecidos e a decidir se será necessário tratamento suplementar (NP EN 31010:2016).

O tratamento do risco é o processo para modificar o risco e pode envolver o seguinte (NP EN 31010:2016):

- Evitar o risco caso decida não iniciar ou continuar com a atividade portadora do risco;
- Assumir ou aumentar o risco de modo a perseguir uma oportunidade;
- Eliminar a fonte do risco;
- Modificar a probabilidade;
- Modificar a consequência;
- Repartir o risco com outra(s) parte(s);
- Reter o risco com base numa decisão informada.

De acordo com Carriço (2014), as variadas opções de tratamento do risco são integradas nos métodos de decisão em conjunto com outros fatores complementares, tais como custos, valores sociais, políticos e princípios éticos e jurídicos. Este processo de tratamento inclui dois momentos diferenciados:

- Aceitação ou não aceitação do risco;
- Decisão de selecionar e de hierarquizar medidas de intervenção do risco: medidas de mitigação para diminuir o risco atual ou medidas de controlo de forma a impedir o agravamento do risco atual.

Na prática, o tratamento do risco deve conduzir ou ser o principal “*driver*” do planeamento dos investimentos futuros por parte da empresa, idealmente no âmbito da elaboração do seu orçamento anual. No caso de EG do setor da água, a elaboração do orçamento para o ano seguinte é feita anualmente, entre junho e setembro de cada ano, num contexto designado por processo de elaboração do Orçamento e Projeto Tarifário (OPT) a apresentar à ERSAR até 30 de setembro.

3.5.5 Monitorização e revisão

O processo de monitorização e revisão deve ser uma parte planeada do processo da gestão do risco e envolver a verificação ou vigilância regular (NP ISO 31000:2013). O contexto e outros fatores que poderão variar ao longo do tempo podem alterar ou invalidar a apreciação do risco. Estes fatores devem ser

devidamente identificados para serem monitorizados e revistos de forma contínua, de modo a atualizar e aperfeiçoar, quando necessário, a apreciação do risco. A eficácia dos controlos deve ser, também, monitorizada e documentada, de forma a facultar os dados para utilizar na análise do risco (NP EN 31010:2016).

De acordo com a norma precedente, os resultados da monitorização e revisão devem ser registados e reportados interna e externamente, conforme apropriado, sendo utilizados como entrada para a revisão da estrutura da gestão do risco.

3.5.6 FMEA e FMECA

Como referido anteriormente no subcapítulo 3.5.3, de um modo geral, a FMEA ou a FMECA permitem efetuar análises detalhadas das falhas dos componentes com realce na identificação das causas (Carriço, 2014).

A FMEA é uma técnica com alguma eficiência na análise das falhas e, sendo assim tem sofrido poucas alterações ao longo do tempo (Costa, 2013). Alegre (2008) define a FMEA como um método de análise indutivo no qual são postuladas falhas particulares ou condições iniciais, revelando a gama completa dos efeitos no sistema. Esta análise procura aquilo que pode falhar e identifica os efeitos provenientes dessas falhas, analisando o impacto da falha no sistema (Costa, 2013).

Por seu turno, Pollard (2008) refere que esta análise é uma ferramenta de análise de risco qualitativa. Avalia a forma como o sistema está interligado examinando os modos de falha dos componentes e os regimes operacionais com objetivo de determinar os efeitos das falhas.

De acordo com a norma NP EN 31010:2016, a FMEA identifica:

- Todos os potenciais modos de falha dos vários ativos dos sistemas;
- Os efeitos que as falhas podem ter no sistema;
- Os mecanismos de falha;
- Como evitar as falhas e/ou mitigar os seus efeitos no sistema.

Como referido por Costa (2013), se o objetivo é passar para uma análise semi-quantitativa, a FMEA passa a ter a abordagem designada por FMECA (Costa, 2013). Nesta última, cada modo de falha identificado é hierarquizado conforme a influência combinada da respetiva possibilidade de ocorrência e da severidade das suas consequências (Alegre, 2008). A FMECA consiste na análise minuciosa das falhas dos

componentes, realçando a identificação das causas das falhas e a correção do projeto⁹ original para melhoria da fiabilidade (Assis, 2014).

As técnicas FMEA ou FMECA podem ser utilizadas para: “apoiar a seleção de alternativas de conceção com alta fiabilidade; assegurar que todos os modos de falha de sistemas e de processos e os seus efeitos foram considerados no sucesso operacional; identificar os modos e os efeitos de falha do erro humano; fornecer uma base para o planeamento do ensaio e manutenção dos sistemas; melhorar a conceção de procedimentos e processos; fornecer informação qualitativa ou quantitativa para técnicas de análise tais como a análise de árvores de falhas” (NP EN 31010:2016).

Estas duas técnicas precisam de informação detalhada sobre os ativos do sistema de modo a permitir uma análise significativa dos modos em que cada ativo pode falhar. Sendo assim, a informação poderá incluir: desenhos ou fluxogramas do sistema em análise e dos seus ativos ou os passos de um processo; explicitação da função de cada passo de um processo ou de cada ativo do sistema; detalhes de parâmetros ambientais e outros, que poderão afetar a operação; explicitação dos resultados de determinadas falhas e; histórico de falhas, incluindo dados de taxas de falhas, quando disponíveis (NP EN 31010:2016).

Segundo Assis (2014), a FMECA consiste na aplicação das seguintes ações:

- Decomposição de todos os ativos do sistema, que podem falhar e que serão substituídos ou reparados, e determinação das respetivas inter-relações funcionais;
- Descrição dos possíveis modos de falha de cada ativo, relativamente às condições de operação;
- Identificação das causas de falha;
- Identificação das consequências de falha possíveis;
- Determinação da probabilidade de falha de cada ativo e cálculo da fiabilidade do sistema;
- Classificação da severidade da falha, separando os modos de falha que podem ser catastróficos dos que apenas podem causar meros contratempos ou moderadas perdas económicas:
 - (i) Grau I: falha menor – não afeta a “*performance*” e a eficiência para além dos limites aceitáveis;
 - (ii) Grau II: falha maior – afeta a “*performance*” e a eficiência para além dos limites aceitáveis;
 - (iii) Grau III: falha crítica – degradação do sistema para além dos limites aceitáveis; e
 - (iv) Grau IV: falha catastrófica – estragos significativos com falha da missão, podendo resultar em mortes ou feridos;
- Descrição de ações corretivas ou preventivas, tendo como finalidade minimizar os efeitos e/ou reduzir a probabilidade de ocorrência.

⁹ A correção do projeto original corresponde à correção de erros de projeto aquando da conceção do ativo (Assis, 2014).

Posto isto, Carriço (2014) refere, a título de exemplo, que as falhas mais comumente analisadas nos SDAR são os colapsos e as obstruções, assim como a exfiltração, a infiltração e as afluências indevidas. No entanto, de um modo mais geral, Alegre (2008) refere que, para cada ativo crítico da infraestrutura, os possíveis modos de falha podem dever-se a problemas de:

- Capacidade ou disponibilidade, seja em termos de quantidade ou de qualidade;
- Fiabilidade, referida em 3.2.5, que pode não ser suficiente para os níveis de serviço pretendidos;
- Fim da vida útil, quando o ativo ainda funciona de forma aceitável, mas a probabilidade de falha é muito elevada;
- Fim de vida económica, quando o ativo ainda funciona, mas com custos exagerados.

Posteriormente à identificação dos modos de falha e os mecanismos, podem ser definidas e implementadas ações corretivas para os modos de falha mais significativos.

Da FMEA surge a elaboração de matrizes de risco, de modo a classificar e determinar o nível de risco, definindo uma hierarquia de prioridades de intervenção, relativamente aos intercetores e a parte das respetivas caixas de visita da SIMDOURO.

3.5.7 Matriz de risco

De acordo com a norma NP ISO 55002:2016, uma organização que considera os riscos na sua GA, deverá determinar os critérios de avaliação do risco nas tomadas de decisão, podendo utilizar, para o efeito, matrizes de risco. As matrizes de risco são uma ferramenta da gestão do risco, sendo utilizadas em diferentes áreas e tendo dois objetivos: apoiar a tomada de decisão no que diz respeito à aceitação do risco e definir uma hierarquia de prioridades de intervenção (Castro, 2016).

A elaboração de matrizes de risco fazem parte de uma análise de risco qualitativa, através da utilização da metodologia FMEA (AdP, 2014). O objetivo desta análise é classificar os riscos e determinar quais necessitam de uma análise mais aprofundada e, posteriormente, planos de resposta a esses riscos (Guedes, 2014).

A matriz de risco tem por base a determinação do risco conforme a equação (3.1). Esta matriz é representada por uma tabela de dupla entrada, onde a consequência (também designada por alguns autores por criticidade) é distribuída no eixo horizontal e a probabilidade (noutros trabalhos designada como funcionalidade) no eixo vertical, conforme apresentado na Figura 3.13.

De acordo com a norma NP EN 31010:2016, Carriço (2014) e Guedes (2014), nesta matriz (Figura 3.13) devem ser definidos os riscos em causa, tendo em consideração três níveis:

- Nível superior: riscos elevados, o risco é considerado intolerável, independente dos benefícios que a atividade possa trazer. São necessárias medidas urgentes para mitigar e reduzir os riscos, de modo a passarem para níveis inferiores (representada a vermelho);
- Nível intermédio: riscos intermédios, as medidas a tomar não são consideradas urgentes, no entanto as oportunidades são ponderadas relativamente a potenciais consequências (representada a amarelo);
- Nível inferior: riscos considerados aceitáveis, o nível de risco é considerado desprezável ou é tão pequeno que não são necessárias medidas de tratamento do risco (representada a verde).

Os níveis de risco devem ser definidos de acordo com a tipologia da infraestrutura em avaliação e de acordo com a experiência e objetivos da organização (Guedes, 2014), como apresentado na Figura 3.13.

Funcionalidade	Muito Alta					
	Alta					
	Moderada					
	Baixa					
	Muito Baixa					
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
		Críticidade				

Figura 3.13 – Exemplo de uma matriz de risco (Guedes, 2014).

A matriz de risco é uma ferramenta útil e amplamente aplicada, no entanto pode ser proposto um modelo padrão para aplicação numa organização. Muitas destas têm tentado propor um modelo padrão, no entanto a matriz de risco deve ser adequada às circunstâncias, tornando-se difícil a aplicação de uma metodologia comum em todas as circunstâncias relevantes para uma organização (Castro, 2016).

No presente trabalho a metodologia da matriz de risco foi aplicada aos intercetores gravíticos (IG), às condutas elevatórias (CE) e a algumas caixas de visita da SIMDOURO. Para tal, foram utilizadas as tabelas desenvolvidas pelo Grupo AdP, de forma a definir os critérios de avaliação, pesos e métricas associadas às pontuações a atribuir na análise de risco, apresentados na Tabela 3.2 e Tabela 3.3.

Antes de passar à análise dos critérios de avaliação, importa referir alguns conceitos que serão abordados na presente trabalho. Como referido anteriormente em 3.1, um intercetor faz parte de um sistema em “alta” e destina-se ao transporte de águas residuais recolhidas pela rede de drenagem até ao local de tratamento ou de destino final (Matos, 2006).

No presente trabalho os interceptores são divididos entre IG e CE. Os IG possuem uma inclinação constante entre cada caixa de visita de modo a que o escoamento seja efetuado graviticamente e em superfície livre (escoamento gravítico). Nas CE, o escoamento processa-se em pressão. Estas são utilizadas sempre que o escoamento gravítico não é viável, por exemplo, quando as tubagens atingem profundidades excessivas, quer para a sua instalação quer tendo em vista as necessidades de uma intervenção futura que elas possam requerer. Nesses casos é necessário que a tubagem eleve as águas residuais para um nível mais alto, contrariando a gravidade, o que impõe o uso de bombas.

As caixas de visita fazem parte dos SDAR e são os órgãos mais numerosos. Permitem o acesso aos interceptores para a sua inspeção e limpeza, eliminação de obstruções e verificação das condições e características do escoamento. Em regra, são utilizadas no início dos sistemas, nas mudanças de direções, de diâmetros e de inclinações e, nos pontos de convergência dos interceptores. Quando existe um grande desnível entre os interceptores a montante e jusante da caixa de visita, esta deve ser considerada uma caixa de queda (Cardoso, 2008).

Na Tabela 3.2, aplicada aos interceptores, pode-se verificar que a funcionalidade (probabilidade) é repartida em dois critérios de cuja média ponderada essa funcionalidade resulta: o desempenho esperado e o real. O primeiro pode ser traduzido através de três indicadores: a idade, o material dos interceptores e as inspeções realizadas aos mesmos. No caso de ser viável realizar inspeções ou de já existir um histórico de inspeções, o desempenho esperado é traduzido unicamente pelas inspeções, que então assume um peso de 40%. No caso de não existir um registo atualizado de inspeções, nem ser possível realizar essa abordagem, usam-se apenas os outros dois indicadores (idade e material), atribuindo-lhes o peso de 20% a cada um. O segundo critério corresponde ao número de avarias por ano e por 100km de interceptor, a que se atribui um peso de 60%.

No que respeita à criticidade (consequência), esta é repartida pelo impacto com peso de 25%, correspondendo ao tipo de caudal, se é tratado ou não tratado, e pela relevância, que se atribui em função dos diâmetros interiores dos interceptores e que tem um peso de 75%.

Tabela 3.2 – Critérios para a elaboração da matriz de risco das condutas de águas residuais em “alta” do Grupo AdP (Fonte: AdP).

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação	
Funcionalidade (Probabilidade)	Desempenho esperado	Idade	0% (20%)	[0-10]	1	
				]10-25]	2
				]25-40]	4
				>40	5	
		Material	0% (20%)	PEAD / PVC Corrugado	1	
				FFd	2	
				Fc / PP / PVC não corrugado / Bac	3	
				Grés	4	
		Inspeções	40% (0%)	BA	5	
				Muito bom	1	
				Bom	2	
				Razoável	3	
	Desempenho real	Nº avarias (obstruções + colapsos + roturas) /ano/100km	60%	Mau	4	
				Muito mau	5	
				0	1	
]0-2,5]				1		
]2,5-5]				2		
]5-10]				3		
Críticidade (Consequência)	Impacto	Tipo de caudal	25%	Caudal tratado	2	
				Caudal não tratado	5	
	Relevância	Diâmetros interiores (mm)	75%	Conduta em Sup. Livre	[0-200[1
					[200-300[2
					[300-400[3
					[400-700[4
					>700	5
				Conduta em pressão	[0-100[1
					[100-150[2
					[150-250[3
					[250-500[4
					>500	5

Tabela 3.3 – Critérios para a elaboração da matriz de risco de caixas de visita do Grupo AdP (Fonte: AdP).

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Funcionalidade (Probabilidade)	Inspeção	Avaliação estrutural	70%	Muito Bom	1
				Bom	2
				Razoável	3
				Mau	4
				Muito Mau	5
	Durabilidade	Materiais estruturais e revestimento em contacto com o efluente	30%	Caixa monolítica com revestimento pré-fabricado em material plástico (PEAD)	1
				Caixa monolítica revestida a fibra de vidro	1
				Caixa monolítica revestida com tinta epoxidica/argamassa de elevado desempenho	2
				Caixa em material plástico	2
				Alvenaria/Anéis revestida com tinta epoxidica/argamassa de elevado desempenho	3
Críticidade (Consequência)	Relevância	Diâmetro da conduta - jusante (mm)	40%	Caixa monolítica revestida a emulsão betuminosa	3
				Alvenaria/Anéis revestidos a emulsão betuminosa	4
				Caixa monolítica sem revestimento	5
				Anéis/alvenaria sem revestimento	5
Críticidade (Consequência)	Relevância	Diâmetro da conduta - jusante (mm)	40%	[0-200]	1
				]200-300]	1
				]300-400]	2
				]400-600]	3
				>600	4
	Críticidade	Localização do coletor	60%	Zona rural fora de estrada	1
				Zona rural em estrada	2
				Estrada Municipal	4
				Estrada Nacional/Zona urbana	5

Da análise da Tabela 3.3, aplicada às caixas de visita, pode-se verificar que a funcionalidade (probabilidade) é repartida pela inspeção para avaliação estrutural com um peso de 70% e pela durabilidade dos materiais estruturais e dos revestimentos em contacto com o efluente, com um peso de 30%. Já a criticidade (consequência) é repartida pela relevância do diâmetro do interceptor a jusante, com um peso de 40% e, pela criticidade associada à localização do interceptor com um peso de 60%.

Posto isto, denota-se a importância das inspeções para determinação do desempenho esperado ou real das infraestruturas. A avaliação da condição e capacidade atual das infraestruturas, implica o recurso a técnicas de inspeção e ensaios, de forma a complementar os registos de ocorrências e/ou de monitorizações (Gomes, 2013).

Inspeção

A inspeção engloba um conjunto de atividades tendo o objetivo de alcançar observações objetivas que permitam, após a análise dos dados, avaliar o desempenho funcional atual dos ativos da infraestrutura (Almeida e Cardoso, 2010).

Almeida e Cardoso (2010) referem que a inspeção pode ser externa ou interna, consoante a sua finalidade. A primeira é efetuada na superfície do terreno ou a partir desta, e inclui a inspeção pessoal da superfície do terreno onde se situa o interceptor, a aplicação de métodos geofísicos, entre outros. A segunda pode ser considerada direta ou indireta, de acordo com os métodos de inspeção utilizados.

De acordo com Gomes (2013), as inspeções às tubagens podem ser realizadas com recurso a diversas técnicas, podendo dividir-se em três grupos: (i) técnicas visuais (CCTV, inspeção pessoal); (ii) sistemas físicos (ultrassons, laser) e; (iii) sistemas geofísicos (termografia por infravermelhos, radar de penetração terrestre). A escolha da técnica de inspeção ou da utilização de várias técnicas em conjunto depende do orçamento que a EG dispõe, do tamanho do interceptor e se já se possui informação adicional sobre estes.

Nos SDAR a inspeção recorrendo a técnicas visuais é a mais utilizada (Almeida e Cardoso, 2010). Inicialmente, a inspeção das infraestruturas destes sistemas era efetuada através da inspeção visual direta. No entanto, a maior parte dessas infraestruturas não é visitável, sendo necessário efetuar a sua observação através de pontos de acesso, sendo que as que são visitáveis constituem um espaço confinado pelo que podem conduzir a riscos significativos para a saúde e segurança dos técnicos da inspeção (Gomes, 2013).

Após a II Guerra Mundial desenvolveu-se a tecnologia de Televisão em Circuito Fechado (CCTV – “*Closed Circuit Television*”). Esta tem sido muito utilizada na inspeção de interceptores a par da inspeção pessoal. A inspeção CCTV consiste na identificação de anomalias existentes nos interceptores através da visualização das imagens recolhidas por câmaras CCTV. Estas câmaras são introduzidas e deslocadas ao longo do interceptor (Gomes, 2013).

De acordo com aquele autor as anomalias detetadas numa inspeção CCTV podem ser codificadas através de protocolos e classificadas por um inspetor treinado. Com estes protocolos de inspeção, é possível identificar as condições estruturais e funcionais dos interceptores segundo as anomalias encontradas nas inspeções e os pesos associados a essas anomalias de acordo com o protocolo utilizado. O peso é atribuído segundo o tipo e severidade da anomalia. No presente trabalho, os protocolos não são levados em consideração, no entanto mais informação poderá ser encontrada em Gomes (2013).

Normalmente, as anomalias identificadas através da inspeção CCTV são agrupadas em anomalias estruturais ou funcionais. As primeiras podem ser fissuras, ruturas, deformações e aberturas ou deslocamento de juntas, e a sua classificação depende da gravidade e do material do interceptor. As segundas dizem respeito à capacidade do interceptor corresponder às necessidades de serviço e estão associadas à perda de capacidade, à estanqueidade e ao potencial de entupimento. A maior parte destas têm origem em obstruções, raízes, detritos e incrustações (Gomes, 2013).

Embora esta técnica possa ser muito eficiente em termos de custos a longo prazo e eficaz na deteção de anomalias de vários tipos, também possui algumas limitações, como por exemplo: a possibilidade de detetar apenas anomalias visíveis na superfície interior do interceptor, a impossibilidade de deteção das anomalias existentes sob o escoamento e o facto de não permitir imagens com qualidade, ou a sua aquisição, no caso do interceptor se encontrar parcialmente ou totalmente bloqueado ou a altura do efluente for elevada (Gomes, 2013).

A inspeção CCTV depende muito da qualidade da imagem obtida e da visualização das imagens recolhidas, tornando a análise demorada, subjetiva e muito dependente da experiência do inspetor (Gomes, 2013).

Neste trabalho, a inspeção através de imagens obtidas pela técnica CCTV foi utilizada em alguns IG. Nas caixas de visita, a técnica visual usada foi a inspeção pessoal.

No Capítulo 4, do presente trabalho, será realizada uma aplicação das matrizes de risco na SIMDOURO, incluindo as inspeções.

3.6 INDICADOR IVI – ÍNDICE DE VALOR DA INFRAESTRUTURA

A GA de infraestruturas urbanas de água lida, de uma forma integrada, com ativos de diferentes tipos de natureza, vida útil, custo, idade e condição. Geralmente, as EG herdaram algumas dessas infraestruturas, com ativos em diferentes condições e fases do seu ciclo de vida (Alegre, Vitorino e Coelho, 2014) e constroem outros (em condição de novos no seu arranque).

Alegre, Vitorino e Coelho (2014) apresentam dois tipos de ativos: lineares (e.g., interceptores) e verticais (e.g., estações elevatórias, reservatórios), e referem que as EG dos sistemas devem fazer a gestão do

respetivo valor do ativo, de forma a garantir um serviço de qualidade adequado e certificando-se que os transmitirão aos seus sucessores, de modo a que estes continuem a fazê-lo.

A sustentabilidade dos serviços urbanos de água exige um esforço concentrado de forma a melhorar o planeamento a longo prazo, avaliando, entre outros aspetos: o valor da infraestrutura ao longo do tempo, a necessidade de reinvestimentos e o impacto das políticas de reinvestimento a longo prazo (Alegre, Vitorino e Coelho, 2014; Amaral, Alegre e Matos, 2015).

Tanto os ativos lineares como os ativos verticais têm sido alvo de trabalhos de Investigação e Desenvolvimento (I&D), evoluções tecnológicas e práticas aprimoradas (Alegre, Vitorino e Coelho, 2014). No entanto, ainda é um grande desafio lidar com o equilíbrio entre o desempenho, risco e custo, integrando todos os ativos (Amaral, Alegre e Matos, 2015).

Além da avaliação do desempenho e do risco, um dos objetivos fundamentais da GA é, também, a avaliação do custo, ou seja, racionalizar investimentos e otimizar a eficiência financeira das organizações, nas abordagens mais comuns, onde se pretende (Alegre, 2008; Almeida e Cardoso, 2010):

- Avaliar a deterioração da infraestrutura, aferindo as necessidades de investimento em reabilitação;
- Avaliar os custos globais correspondentes a distintas alternativas de intervenção (de reabilitação ou outras).

Deste modo, Alegre (2008) refere que a forma como os custos são avaliados e utilizados é decisivo para se poder responder de forma sustentada às seguintes questões:

- Quanto valerão as infraestruturas da organização?;
- Estar-se-á a investir os montantes apropriados em reabilitação?;
- Quanto necessitar-se-á de investir em reabilitação nos anos subsequentes?;
- Qual componente de custo deverá ter-se em conta na análise do ciclo de vida?.

Tendo em conta todas as considerações precedentes, a avaliação da deterioração de uma infraestrutura, através da avaliação do custo, pode ser realizada com a utilização do Índice de Valor da Infraestrutura (IVI), proposto por Alegre (2008) (Almeida e Cardoso, 2010) e descrito em seguida.

Amaral, Alegre e Matos (2015) referem que o IVI provou ser uma ferramenta efetiva no planeamento a longo prazo, sendo um índice muito simples e de fácil entendimento, permitindo a comunicação entre as partes interessadas e ajudando a GA a informar os decisores sobre os impactos, no longo prazo, dos níveis atuais e alternativos, das estratégias de gestão e de financiamento.

3.6.1 Descrição do IVI

O IVI representa o grau de juventude, maturidade ou envelhecimento de uma infraestrutura, sendo dado pela razão entre o valor atual da infraestrutura e o respetivo valor de substituição. O IVI toma valores entre 0 e 1, constituindo uma medida adequada para definir metas relativas a critérios de sustentabilidade infraestrutural. O IVI obtém-se de acordo com a seguinte expressão (Almeida e Cardoso, 2010):

$$IVI(t) = \frac{\sum_{i=1}^N \left(CS_{i,t} \cdot \frac{vr_{i,t}}{vu_i} \right)}{\sum_{i=1}^N CS_{i,t}} \quad (3.2)$$

onde:

t – ano de referência em que se está a fazer a avaliação (ano);

$IVI(t)$ – índice de valor da infraestrutura no ano t (-);

N – número total de ativos (-);

$CS_{i,t}$ – custo de substituição do ativo i no ano t (€);

$vr_{i,t}$ – vida útil residual do ativo i no ano t (ano);

$vu_{i,t}$ – vida útil técnica total do ativo i (ano).

Em atividades de mercado competitivo, o valor atual da infraestrutura seria o seu valor de mercado, ou seja, o valor base que os compradores e vendedores estão dispostos a pagar ou receber. No entanto, os serviços urbanos de água fazem parte de uma atividade monopolística, (i.e., que não possui concorrência de outrem, tem direito exclusivo) e, por isso, devem ser adotadas abordagens alternativas de avaliação do valor atual da infraestrutura (Alegre, Vitorino e Coelho, 2014).

Almeida e Cardoso (2010) referem expressamente que, o valor atual da infraestrutura deverá ter em consideração a depreciação, ou seja, cada ativo assume um valor correspondente ao valor de substituição deduzido da amortização acumulada. Note-se que, esta diferença equivale ao valor residual. Do ponto de vista prático, Almeida e Cardoso (2010) recomendam que o valor atual de cada ativo seja calculado do seguinte modo:

- Atribui-se uma vida útil técnica média a cada tipo de ativo;
- Calcula-se a amortização anual dada pela razão entre o custo de substituição e a vida útil técnica média;
- Calcula-se a vida útil residual, em função da idade. No caso em que se justifique e haja informação credível, a vida útil residual pode ser retificada (majorada ou minorada), em função do estado de conservação;

- Calcula-se o valor atual do ativo através do produto da amortização anual pela vida útil residual corrigida.

Note-se que, o valor atual da infraestrutura corresponde ao numerador da equação (3.2) e é determinado pelo somatório do valor residual de todos os ativos (Almeida e Cardoso, 2010). O custo de substituição da infraestrutura é o custo esperado de um ativo equivalente se a infraestrutura fosse construída no ano em que se está a calcular o IVI (Alegre, Vitorino e Coelho, 2014), ou seja, é o custo de substituir os ativos de uma infraestrutura por outros com as mesmas características (Almeida e Cardoso, 2010).

Ainda como referido por Almeida e Cardoso (2010), o valor de substituição de um sistema aumenta significativamente na fase de expansão do sistema, mantendo-se constante após a sua estabilização. Sendo assim, o IVI aumenta na fase de expansão, decrescendo até à realização de um primeiro reinvestimento no sistema.

3.6.2 Vidas úteis

Uma parte importante do cálculo do IVI é a definição da vida útil dos ativos dos sistemas. Segundo Amaral, Alegre e Matos (2015), determinar a vida útil de um ativo não é uma tarefa fácil porque os ativos não “morrem”. A vida útil termina quando o ativo não é mais adequado ao seu serviço, devido à sua condição, capacidade, facilidade de operação e manutenção, ao equilíbrio relativo entre os custos de risco e renovação, etc.. Sendo assim, não existe um critério de forma a determinar, por cálculo, o fim de vida dos ativos. Para tal, foram propostas diferentes abordagens de modo a delinear a vida útil remanescente dos ativos.

De acordo com Amaral, Alegre e Matos (2015), o principal indicador utilizado para decidir se uma tubagem será substituída, é a rutura das tubagens, logo as abordagens tendem a concentrar-se neste indicador. Estas abordagens requerem que os dados sejam detalhados e um nível de experiência e treino, que as EG nem sempre possuem. Este é o problema em Portugal, onde a maioria destes serviços, geralmente, possuem dados históricos incompletos ou reduzidos.

No artigo apresentado por Amaral, Alegre e Matos (2015) é referido que, no âmbito da Iniciativa Nacional para a Gestão Patrimonial de Infraestruturas (iGPI), as EG foram desafiadas a calcular o IVI das suas infraestruturas, que derivou numa ampla discussão em torno das vidas úteis dos ativos. Os técnicos participantes foram convidados a atribuírem vidas úteis a diferentes categorias de ativos, tendo como objetivo chegar a um consenso global (Amaral, Alegre e Matos, 2015).

No caso das tubagens, esta discussão levou ao surgimento de algumas questões: (i) será que para o mesmo material, as tubagens de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais possuem vidas úteis diferentes? Alguns técnicos argumentaram que as tubagens de drenagem de águas residuais podem

ter uma vida útil menor devido ao ambiente ser mais agressivo e; (ii) será que para as tubagens com o mesmo material, as vidas úteis variam conforme o diâmetro? Mais uma vez, alguns técnicos argumentaram que os diâmetros maiores tem vidas úteis mais elevadas, derivado da melhor qualidade de construção, espessuras maiores, melhores práticas de manutenção, etc.. Deste modo, tornou-se evidente que o conceito de vida útil é complexo e multifacetado e, decidiu-se não diferenciar as vidas úteis de tubagens de abastecimento de água das de drenagem de águas residuais. No entanto, no que diz respeito aos materiais das tubagens apresentam-se diferentes vidas úteis em função do tipo de material, como se pode verificar na Tabela 3.4 (Amaral, Alegre e Matos, 2015).

Tabela 3.4 – Vidas úteis adotadas na iGPI e valores de referência em New South Wales em 2014 para o abastecimento de água e drenagem de águas residuais (Amaral, Alegre e Matos, 2015).

Asset	iGPI	NSW	
		Water supply (WS); Wastewater (WW)	
Treatment works			
Structure	75	70	50
Mechanical & electrical	10-15	30	20
Pumping stations			
Structure	75	50	70
Mechanical & electrical	17 WS; 10-15WW	25	25
Reservoirs	75	100 Structure; 40 roof	
Pipes			
Ductile iron	60		40
Concrete	60		45
Steel	60		-
Polyvinyl Chloride	50	80 new mains;	-
Polyethylene	50	50 relined mains	-
Asbestos cement	45-55		45
Vitrified clay	50-60		70
Relined	50		50

Em contrapartida, Almeida e Cardoso (2010) referem que as tubagens, em Portugal e na drenagem de águas residuais, podem assumir a mesma vida útil qualquer que seja o material correspondente, conforme apresentado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Vidas úteis médias na drenagem de águas residuais (Almeida e Cardoso, 2010).

Tipo de componente	Vida útil média (anos)			
	Portugal	Reino Unido ²	África do Sul ¹	EUA
Construção civil				
Edifícios	40-50	30-100	50-100	50-75
Colectores e ramais de ligação	40	40-125	70-100	50-100
Câmaras de visita	40	50	20-50	20-50
Equipamento				
Grupos electro-bombas	20-25	-	15	35-40
Válvulas	15-20	-	-	30
Equipamento eléctrico	15	15	15	15-35
Equipamento de controlo	15	-	-	25

¹ Stephenson e Barta (2005);

² BS 7543:1992, citado em Dias (2003); CPSA (2006); Read (2004)

No Capítulo 5 do presente trabalho voltar-se-á ao tema supracitado, referindo as considerações adotadas, neste trabalho, no que toca às vidas úteis das tubagens.

3.6.3 Interpretação dos resultados

O IVI toma valores entre 0 e 1, como referido anteriormente, ver Figura 3.14. No entanto, quando o IVI apresenta valores em torno de 0,50 (entre 0,40 a 0,60) significa que a infraestrutura se encontra estabilizada e os investimentos são graduais, o que se investe em reabilitação, em média, corresponde à depreciação. Valores superiores indicam que se trata de uma das seguintes situações (Alegre, 2008; Alegre, Vitorino e Coelho, 2014; Freixial, 2017):

- As infraestruturas são jovens e ainda não estão estabilizadas;
- As infraestruturas são antigas mas atravessam uma fase de crescimento;
- Infraestruturas com sobreinvestimento em reabilitação.

Os valores do IVI inferiores a 0,40 indicam que a infraestrutura está envelhecida e que necessita de investimentos significativos em reabilitação (Alegre e Covas, 2010), no curto prazo.

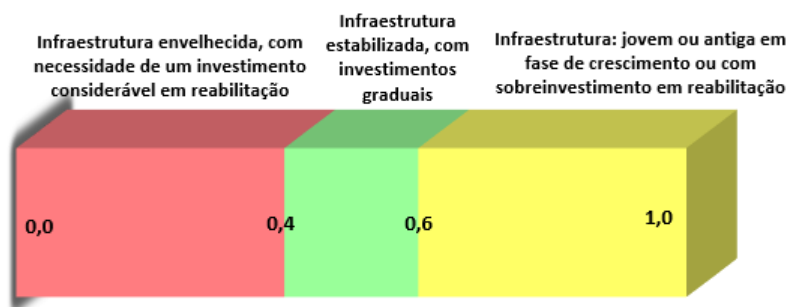


Figura 3.14 – Gama de valores que o IVI pode tomar relativamente à infraestrutura (Freixial, 2017).

De acordo com Alegre, Vitorino e Coelho (2014) o IVI pode ser aplicado a vários campos, a fim de:

- Apoiar o planeamento de reinvestimento a longo prazo, no âmbito da GA estratégicos;
- Avaliar o valor padronizado de uma infraestrutura no início e no fim do período de concessão;
- Estabelecer metas regulamentares e contratuais tendo em consideração os ativos da infraestrutura;
- Apoiar políticas de reabilitação nacionais ou regionais.

O IVI pode ser um “input” para o Estudo de Viabilidade Económica e Financeira (EVEF) de uma organização. Tomando como exemplo o documento SIMDOURO (2017e), um EVEF desenvolve um modelo económico-financeiro, integrando a informação relativa ao novo plano de negócios da empresa e tem como objetivo analisar a evolução prevista do nível da atividade da empresa, nomeadamente em termos

dos seus volume de negócios (proveitos) e gastos (operacionais, financeiros, etc.) previsionais, que determinam as tarifas a praticar.

Com efeito, em SIMDOURO (2017e), também é especificado que aquele “modelo financeiro permite apurar a tarifa necessária por atividade que resulta da divisão dos gastos anuais, incluindo os impostos sobre o rendimento e a remuneração do capital investido, deduzidos dos rendimentos obtidos, pelos volumes de caudais a faturar. Para a sua composição contribuirão gastos operacionais, os encargos financeiros e fiscais, assim como a remuneração do capital investido”.

Assim, os gastos operacionais fazem parte do EVEF, bem como os investimentos de substituição/renovação/reabilitação. Os gastos operacionais incluem os gastos em conservação e reparação que, de acordo com o contrato de concessão da empresa, aumentam habitualmente ao longo do tempo devido à realização de uma manutenção preventiva.

O EVEF é realizado aquando da criação da empresa e, posteriormente, é revisto de cinco em cinco anos, pelo que as informações e cenários que o IVI permite desenvolver podem ser utilizadas nessas revisões.

No presente trabalho, o cálculo do IVI foi inicialmente realizado em folhas Excel, do Microsoft Office, tendo-se recorrido posteriormente ao *software* AWARE-P da Baseform (ver subcapítulos 5.2 e 5.3, respetivamente).

3.6.4 Aplicação informática de apoio para o cálculo e análise do IVI

O cálculo do IVI pode ser realizado recorrendo ao *software* AWARE-P da Baseform.

A Baseform é uma marca registada da BF *Software*, Lda¹⁰, e disponibiliza *softwares* de planeamento de infraestruturas, permitindo extrair o melhor valor, serviço e eficiência das suas infraestruturas, operações e investimentos. Tem raízes no desenvolvimento da conceção do *software* “*Advanced Water Asset REhabilitation in Portugal*” (AWARE-P) (Baseform, 2017).

O *software* AWARE-P é uma aplicação pública na internet, que pode ser utilizado por utilizadores públicos ou privados e é implementado utilizando a plataforma eletrónica da Baseform (disponível em: www.baseform.com). Este *software* é uma metodologia de planeamento de GA, o seu objetivo é desenvolver e executar o *know-how* e as ferramentas necessárias à tomada de decisão eficiente por parte das EG, tendo em consideração a GA e que as alternativas e os projetos concorrentes são avaliados e comparados através de medidas de desempenho, risco e custo selecionadas (AWARE-P, 2017; Vitorino *et al.*, 2012).

¹⁰ A atividade da BF *Software*, Lda consiste na investigação, desenvolvimento, produção e comercialização de *software* e *hardware*, prestação de serviços de engenharia e informática e qualquer outra atividade ou serviços conexos e/ou complementares em Portugal ou no estrangeiro (BF *Software*, 2017).

Esta metodologia tem em conta a GA como um processo de gestão baseado no ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*), que requer o melhor alinhamento entre objetivos e metas estratégicos e as verdadeiras prioridades e ações a implementar. A metodologia AWARE-P tem em consideração que as infraestruturas funcionam como um sistema, ou seja, o comportamento dos ativos individuais são dependentes entre si, e como um conjunto, ou seja, não tem uma vida finita, não podendo ser substituídos na sua totalidade, e sim um a um (Alegre *et al.*, 2011).

Este projeto (AWARE-P) promove o desenvolvimento e divulgação de abordagens estruturadas e tecnicamente bem fundamentadas, materializadas em manuais e em *software* profissional para utilização por parte das EG (AWARE-P, 2017).

De acordo com Coelho *et al.* (2012), o investimento num sistema ou uma qualquer alteração na forma em como este é gerido, pode afetar não apenas uma, mas as três dimensões envolvidas (desempenho, risco e custo). No AWARE-P poderá organizar-se a gestão, a comparação e a seleção de alternativas para a melhoria do sistema, tornando-se numa mais-valia para as EG.

A ferramenta que faz parte da estrutura de planeamento central do programa da GA do AWARE-P é o PLAN. Neste, as alternativas de planeamento ou projetos competitivos são medidos e comparados através de métricas de desempenho, risco e custo selecionadas. O AWARE-P possui um número crescente de ferramentas conectadas que são eficazes na produção das métricas do PLAN, no entanto, esta gama de ferramentas que estão disponíveis, segundo Coelho *et al.* (2012), são: PI – “*Performance Indicators*”; PX – “*Performance Indices*”; FAIL – “*Failure Analysis*”; CIMP – “*Component Importance*”; UNMET – “*Expected Unmet Demand*”; NETWORK-EPANET e, por fim, o IVI – “*Infrastructure Value Index*” (Vitorino *et al.*, 2012). Será este último a ferramenta em análise no presente trabalho, utilizada no subcapítulo 5.3.

Cálculo do IVI utilizando o *Software* AWARE-P da Baseform

De acordo com aquele autor, o processo de cálculo do IVI baseia-se nas características de ativos individuais, sendo calculado e apresentado, para a infraestrutura, como um todo. Este processo começa com o cálculo da vida residual de todos os ativos, individualmente, e do seu valor atual associado.

Os dados de custo usados no cálculo do IVI devem ser fornecidos numa tabela de dados, tabela esta com o nome de tabela de custos. Esta tabela contém as características dos ativos (e.g., tubagens) cujo IVI se quer calcular. Na tabela de custos, cada ativo é identificado segundo um código exclusivo, sendo descrito, no caso das tubagens, pelo seu comprimento, ano de instalação, material, diâmetro, tempo de vida útil e custo de construção e substituição (Vitorino *et al.*, 2012).

A tabela de custos supracitada, é criada na ferramenta “*data*”, selecionando a opção “adicionar tabela”. Esta opção abre uma janela e, nesta deve ser preenchido o nome da tabela e selecionado o tipo de tabela de custo. Selecionando o botão “criar” será adicionada uma nova tabela vazia, sem linhas, à pasta

especificada. A tabela de custos é, assim, constituída por oito atributos das tubagens (Vitorino *et al.*, 2012):

- “*Pipe_id*” – Um código alfanumérico que identifica cada tubo, exclusivamente, e que não aceita valores vazios;
- “*Pipe_material*” – Um valor em forma de texto que representa o material das tubagens;
- “*Pipe_diameter*” – Um valor numérico que representa o diâmetro do tubo e que não aceita valores vazios;
- “*Pipe_length*” – Um valor numérico que representa o comprimento do tubo em metros e que não aceita valores vazios;
- “*Installation_date*” – O valor que representa a data de instalação de cada tubo, na forma dd-mm-aa, e que não aceita valores vazios;
- “*Pipe_usefullife*” – Tempo de vida esperado de cada tubo e que não aceita valores vazios;
- “*Construction cost*” – Por unidade de comprimento de tubo, não aceita valores vazios;
- “*Replacement cost*” – Por unidade de comprimento de tubo, não aceita valores vazios.

Poderá realizar-se o *download* da tabela de custos vazia, em formato xlsx, sendo preenchida com as informações necessárias e novamente carregada. Se já existir uma tabela de custos preenchida, pode ser carregada diretamente sem a necessidade de efetuar o *download* da tabela de custos vazia (Vitorino *et al.*, 2012).

Na Figura 3.15 apresenta-se um exemplo dos dados das tubagens agrupadas por classes de diâmetros, material e idade, sendo o sistema descrito por apenas 21 linhas de dados. Já na Figura 3.16 apresenta-se um exemplo (parcial) de um SDAR com 71 200 tubos, que foram importados de uma tabela SIG utilizando o Excel (Baseform, 2014).

IVI: Test

21 rows

Asset Data File: Example [UNLINK](#)

Sort by: -- Ascending

ID	Asset class	Installation year [yyyy]	Useful life from (years)	Useful life to (years)	Replacement value (€) [#,##0.00]
10	Large pipes, iron/steel, > 40 yrs old	1960	70	90	7,547,169.81
20	Large pipes, iron/steel, 15-40 yrs old	1975	70	90	31,446,540.88
30	Large pipes, iron/steel, < 15 yrs old	2000	70	90	6,289,308.18
40	Large pipes, concrete/cement, 15-40 yrs old	1990	70	90	28,301,886.79
50	Large pipes, concrete/cement, < 15 yrs old	2000	70	90	1,886,792.45
60	Midsized pipes, iron/steel, > 40 yrs old	1965	70	90	31,446,540.88
70	Midsized pipes, iron/steel, 15-40 yrs old	1979	70	90	62,893,081.76
80	Midsized pipes, iron/steel, < 15 yrs old	2005	70	90	125,786,163.52
90	Midsized pipes, PVC/HDPE, 15-40 yrs old	1987	40	60	15,723,270.44
100	Midsized pipes, PVC/HDPE, < 15 yrs old	1999	40	60	110,062,893.08
110	Midsized pipes, concrete/cement, > 40 yrs old	1968	40	60	1,572,327.04
120	Midsized pipes, concrete/cement, 15-40 yrs old	1983	40	60	27,358,490.57
130	Midsized pipes, concrete/cement, < 15 yrs old	2002	40	60	38,679,245.28
140	Small pipes, iron/steel, > 40 yrs old	1962	50	70	37,735,849.06
150	Small pipes, iron/steel, 15-40 yrs old	1981	50	70	75,471,698.11
160	Small pipes, iron/steel, < 15 yrs old	1998	35	55	132,075,471.70
170	Small pipes, PVC/HDPE, 15-40 yrs old	1986	30	50	12,641,509.43
180	Small pipes, PVC/HDPE, < 15 yrs old	2006	30	50	126,415,094.34
190	Small pipes, concrete/cement, > 40 yrs old	1972	35	55	8,490,566.04

Figura 3.15 – Exemplo de tubagens agrupadas por classes de diâmetros, material e idade (Fonte: Baseform).

IVI: My IVI example

71200 rows (100 per page) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 – 712

Asset Data File: IVI Asset Data sewers full list [UNLINK](#)

Sort by: Installation year Ascending

ID	Component type	Installation year [yyyy]	Useful life from (years)	Useful life to (years)	Replacement value (€) [#,##0.00]
788716	RCP	1965	50		18,621.77
788711	RCP	1965	50		23,700.08
840887	RCP	1965	50		25,756.97
840011	RCP	1965	50		35,676.94
840012	RCP	1965	50		36,194.06
896160	RCP	1965	50		38,272.80
863464	RCP	1965	50		56,512.37
863456	RCP	1965	50		57,891.67
811878	VCP	1965	100		25,487.68
811837	VCP	1965	100		43,675.23
843591	DIP	1966	75		15,723.75
768418	DIP	1966	75		33,313.88
843590	DIP	1966	75		40,137.94
768449	DIP	1966	75		41,911.96
768413	DIP	1966	75		59,828.98
845571	DIP	1966	75		15,937.16
845549	DIP	1966	75		23,340.27
845680	DIP	1966	75		24,709.39
845596	DIP	1966	75		26,104.02
845688	DIP	1966	75		53,502.75

Figura 3.16 – Exemplo de um sistema de drenagem de águas residuais com 71 200 linhas – listagem parcial (Baseform, 2014).

Note-se que, a vida útil pode ser expressa através de um intervalo estimado (utilizando as duas colunas “from/to”), como representado na Figura 3.15, ou por um único valor estimado (utilizando apenas a coluna “from”), como se pode verificar na Figura 3.16.

Em seguida, o utilizador deve indicar um ano de início e de fim podendo, inicialmente, forçar a substituição no final da vida útil dos ativos, carregando depois em “run simulation”. Esta simulação gera um gráfico do IVI com diferentes informações, que apresentam quatro cores distintas: linha a amarelo – valor anual do IVI, colunas a vermelho – custo anual de substituição/reabilitação, linha a verde – taxa anual de reabilitação e linha a azul – percentagem de ativos em serviço, como se pode verificar na Figura 3.17.

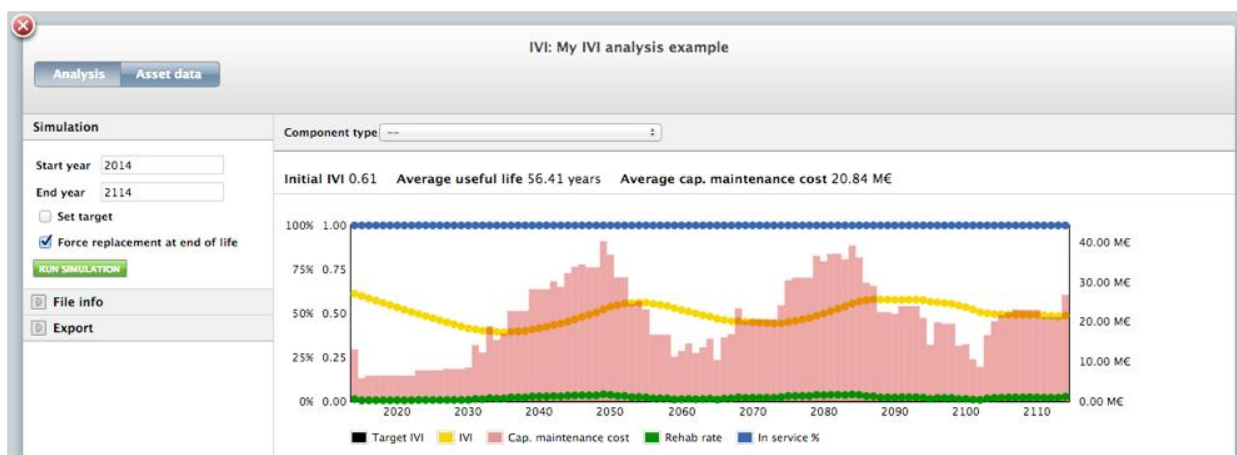


Figura 3.17 – Exemplo de um gráfico de resultados do IVI (Baseform, 2014).

Durante o estudo do *software*, surgiu uma dúvida relativamente ao significado que se deve atribuir à variável “*maintenance cost*” (traduzida por “custos de manutenção” na versão portuguesa) indicada nos gráficos gerados pela aplicação, bem como outras dúvidas menos relevantes sobre a utilização.

Assim, contactou-se a Baseform através de um email, tendo-se obtido o respetivo esclarecimento, apresentado em Coelho (2017).

No que diz respeito à grandeza “*maintenance cost*”, concluiu-se que corresponde aos custos de substituição/reabilitação. A tradução para português, da versão “*trial*”, está aliás para ser corrigida pela referida empresa, por esse motivo, não se tratando, com efeito, de custos de manutenção.

O utilizador pode efetuar variadas análises do IVI, pois tem diversas opções. Quando está ativado “forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil”, cada um dos ativos é automaticamente substituído quando atinge o seu fim de vida esperado (Baseform, 2014), mantendo-se a percentagem de ativos em serviço anual (linha azul da Figura 3.17), continuamente em 100%.

O utilizador pode, também, definir um alvo selecionando a opção “set target”. Nesta pode definir um valor para o IVI, um custo de substituição/reabilitação anual ou uma taxa de reabilitação anual, podendo forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil, em simultâneo (Baseform, 2014).

Para além do gráfico do IVI apresentado na Figura 3.17, a simulação apresenta os resultados anuais em forma de tabela, esta tabela pode ser exportada para o Excel, selecionando a opção “Export”. É

importante referir que, esta tabela exportada não deve ser confundida com a tabela de dados Excel importada no “*asset data*” (Baseform, 2014).

Uma boa base para aprofundar estas opções de cálculo do IVI utilizando esta ferramenta da Baseform, é o guia – “*IVI: Quick start guide*” (Baseform, 2014).

Importa salientar que no presente trabalho foi utilizada a versão “*trial*” gratuita da Baseform.

No Capítulo 5, serão analisados os resultados da aplicação do IVI aos intercetores da SIMDOURO.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO DE MATRIZES DE RISCO AO CASO DE ESTUDO

O presente Capítulo tem como objetivo a aplicação de matrizes de risco aos interceptores gravíticos (IG) e condutas elevatórias (CE) da SIMDOURO, bem como a parte das respetivas caixas de visita. Através destas matrizes foi possível avaliar o nível de risco definindo os prioritários. Para tal, analisaram-se os interceptores e caixas de visita que deveriam ser, a curto prazo, alvo de reabilitação.

A aplicação das matrizes de risco e a respetiva análise, foi um processo demorado e não isente de contratempos. Resumidamente, o procedimento de aplicação ao caso de estudo passou pela: (i) recolha e análise da informação relativa aos interceptores e caixas de visita, recorrendo ao SIG e WebSIG da empresa; (ii) inspeção visual dos interceptores e das caixas de visita e; (iii) aplicação da matriz de risco de forma a comparar o nível de risco e estabelecer prioridades de intervenção.

4.1 DADOS UTILIZADOS NO CASO DE ESTUDO

Neste subcapítulo pretende-se dar a conhecer as ferramentas utilizadas e as adaptações dos critérios definidos para a elaboração das matrizes de risco, apresentadas no ponto 3.5.7.

4.1.1 Informação das infraestruturas da SIMDOURO

Apresenta-se na Tabela 4.1 um resumo dos sistemas de saneamento da SIMDOURO. Nesta tabela, pode encontrar-se a informação detalhada destes sistemas, incluindo os seus subsistemas, o número de estações elevatórias (EE) e estações de tratamento de águas residuais (ETAR), o comprimento total dos seus IG e CE, respetivamente para cada um dos Municípios sobre os quais a empresa atua. A título de exemplo, na Figura 4.1 apresenta-se o mapa do Município de Vila Nova de Gaia com as infraestruturas existentes.

Tabela 4.1 – Informação detalhada dos sistemas da SIMDOURO e respetiva aplicabilidade no presente trabalho.

Município	Subsistema	ETAR (nº)	EE (nº)	Intercetores (Km)	CE (Km)	Aplicação no presente trabalho
Arouca	Alvarenga	1	-	-	-	-
	Canelas	1	-	-	-	-
	Fermedo	1	-	-	-	-
	Moldes	1	-	-	-	-
	Ponte da Ribeira	1	1	8,79	0,07	x
1 prevista			3 previstos	1 prevista	-	
Baião	Campelo	1	-	-	-	-
	Frende	1	-	3,38	-	x
	Gôve	1	-	-	-	-
	Mosteirô	1	-	-	-	-
	Santa Cruz Douro	1	-	-	-	-
	Santa Marinha do Zêzere	1	-	-	-	-
Castelo de Paiva	Fornos	1	1	1,06	0,23	x
		1 prevista		2 previstos	1 prevista	-
	Pedorido	1	1	0,21	0,40	x
		1 prevista		1 fora de serviço	1 prevista	-
Sardoura	1	1 prevista	3 previstos	1 prevista	-	
Cinfães	Casal	1	-	-	-	-
	Cinfães	1	1	2,90	0,23	x
	Fornelos	1	-	-	-	-
	Porto Antigo	1	1 prevista	2,38	1 prevista	x
	Santiago de Piães	1	-	-	-	-
	Zona Alta de Souselo	1	-	-	-	-
Paredes / Penafiel	Aguiar de Sousa	1	-	-	-	-
	Gandra	-	-	0,96	-	x
		-	-	2 previstos	-	-
	Lordelo	-	-	9,58	-	x
	Sobreira/Recarei	1 fora de serviço	-	-	-	-
	Paço de Sousa	1	3	47,63	2,55	x
5 desativadas			1 desativado		-	
Vila Nova de Gaia	Areinho	1	1	5,40	0,34	x
	Crestuma	1	3	2,82	1,41	x
	Febros	1	2	32,84	0,16	x
	Lever	1	2	19,02	0,36	x
	Gaia Litoral	1	12	75,37	17,23	x

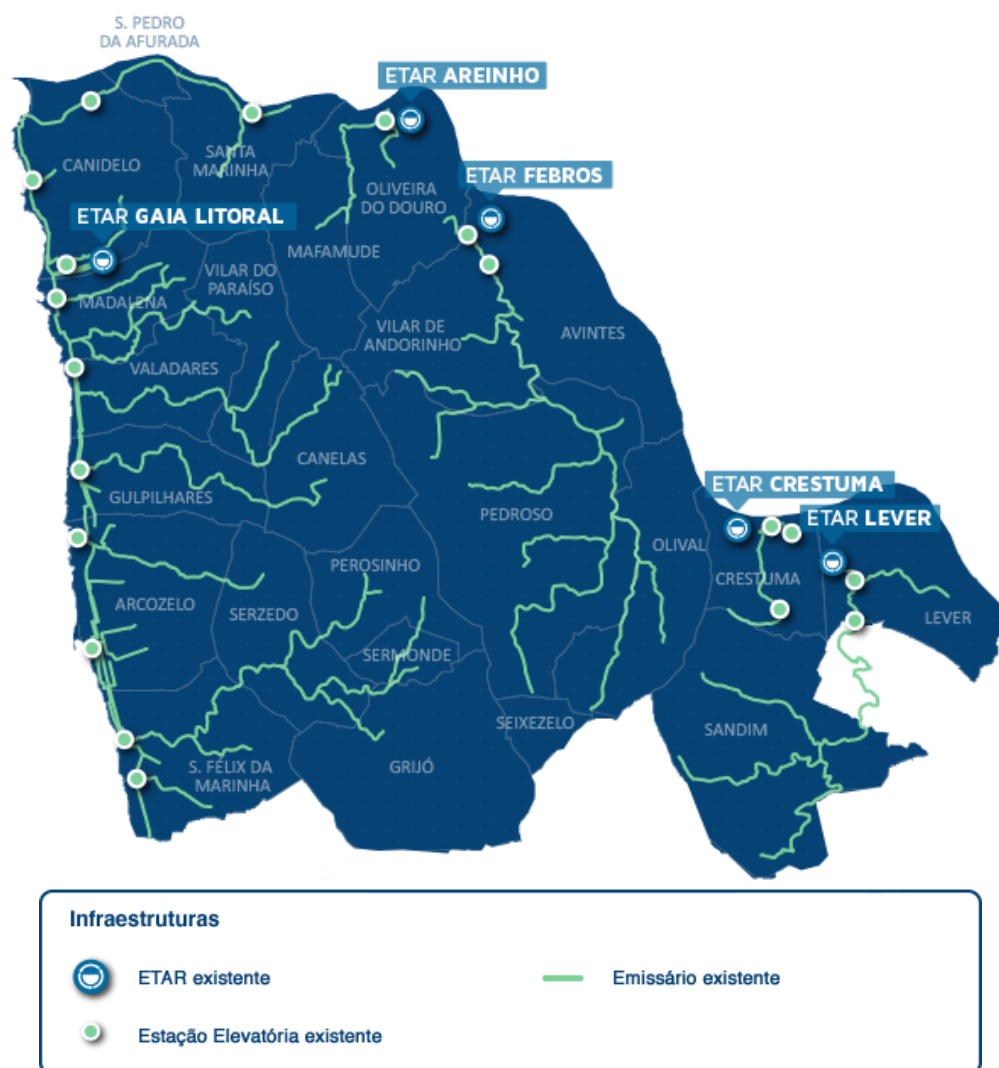


Figura 4.1 – Mapa do sistema do Município de Vila Nova de Gaia (Fonte: SIMDOURO, 2017f).

4.1.2 Intercetores

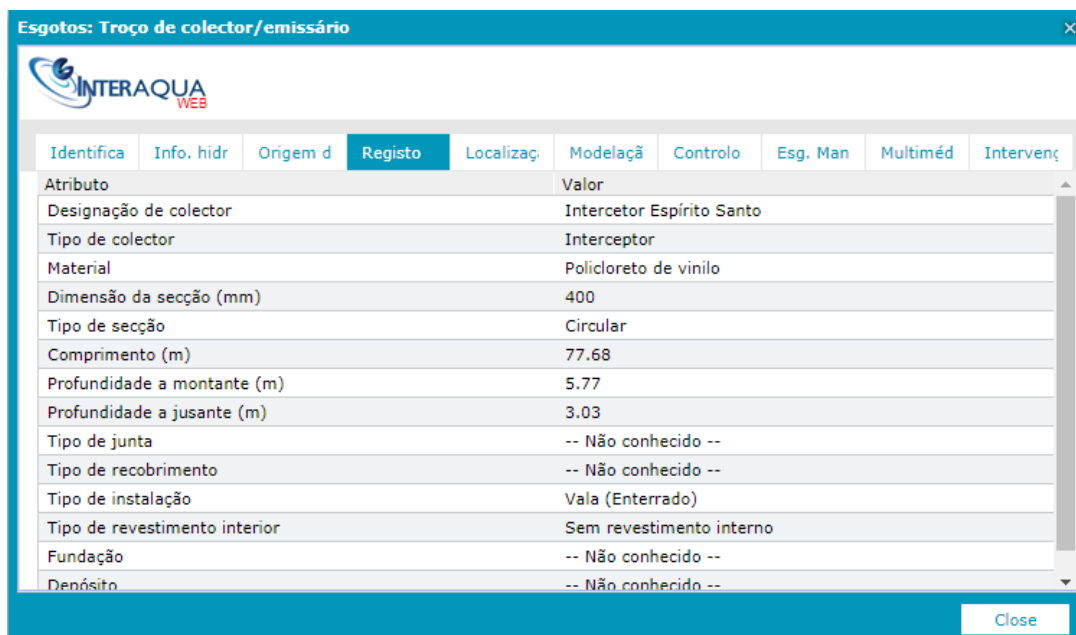
Os IG e CE da SIMDOURO, perfazem 235km de tubagem e destinam-se ao transporte de águas residuais recolhidas pelas redes de drenagem até às respetivas ETAR. Os critérios de avaliação a ter em conta na matriz de risco estão representados na Tabela 3.2 e são abordados seguidamente.

Idade, material e diâmetros dos intercetores

A recolha da informação foi efetuada para cada interceptor, para o preenchimento dos critérios da matriz de risco, e consistiu na obtenção dos seguintes dados: comprimentos, materiais, anos de construção e diâmetros.

A maior parte da informação foi recolhida através do SIG (por meio de documentos fornecidos) e da plataforma WebSIG, retirando o tipo de material, os diâmetros, o ano de construção e o comprimento dos intercetores. Na Figura 4.2 apresenta-se, a título de exemplo, um excerto das informações relativas a

um troço do IG do Espírito Santo com material em policloreto de vinilo (PVC), diâmetro de 400mm e 77,68m de comprimento.



Identifica	Info. hidr	Origem d	Registo	Localizaç	Modelaçã	Controlo	Esg. Man	Multiméd	Intervenç
Atributo				Valor					
Designação de coletor				Intercetor Espírito Santo					
Tipo de coletor				Intercetor					
Material				Policloreto de vinilo					
Dimensão da secção (mm)				400					
Tipo de secção				Circular					
Comprimento (m)				77.68					
Profundidade a montante (m)				5.77					
Profundidade a jusante (m)				3.03					
Tipo de junta				-- Não conhecido --					
Tipo de recobrimento				-- Não conhecido --					
Tipo de instalação				Vala (Enterrado)					
Tipo de revestimento interior				Sem revestimento interno					
Fundação				-- Não conhecido --					
Depósito				-- Não conhecido --					

Figura 4.2 – Excerto de informação do IG do Espírito Santo, contida na plataforma WebSIG (Fonte: SIMDOURO).

As infraestruturas que fazem parte da SIMDOURO não foram, na sua totalidade, executados pela empresa, sendo algumas adquiridas aos Municípios. Os subsistemas executados pela SIMDOURO foram os seguintes: subsistema de Frende (Baião), subsistema de Fornos e Pedorido (Castelo de Paiva), subsistema de Cinfães e Porto Antigo (Cinfães) e subsistema de Paço de Sousa (Paredes/Penafiel). Sendo assim, o SIG não possuía toda a informação relativa aos componentes do respetivo caso de estudo, o que tornou a sua recolha um processo demorado.

O Município de Vila Nova de Gaia era o que possuía menos dados, o que introduziu mais dificuldades na aquisição da informação. Para a obtenção dos dados em falta, foi necessário reunir com a Águas de Gaia, EM, S.A., empresa municipal responsável pela exploração do sistema de Vila Nova de Gaia até à passagem para a SIMDOURO, e conseguiram-se obter os anos de construção que estavam em falta no SIG.

No que concerne aos diâmetros, materiais e comprimentos em falta, foram, também, retiradas informações de telas finais de obra e do contrato de concessão da SIMDOURO.

Note-se que, uma adaptação dos critérios de avaliação a ter em conta na matriz de risco foi a consideração de diâmetros nominais em lugar de diâmetros interiores.

Inspeção e avarias

O subsistema de Lordelo, que foi adquirido ao Município de Paredes, não possuía um ano de construção concreto dos seus intercetores. A informação que a SIMDOURO detém é que terá sido executado entre os anos de 2000 e 2001. Sendo assim, em substituição da idade e material previsto na matriz, recorreu-se às inspeções CCTV existentes desse subsistema e disponíveis para visualização na empresa.

Este tipo de inspeção consiste na identificação de anomalias existentes nos intercetores através da visualização das imagens recolhidas por câmaras CCTV. Sendo assim, permitiu, não só avaliar o desempenho esperado do interceptor como, também, o desempenho real, identificando obstruções, colapsos e ruturas (i.e., o número de avarias).

Como referido anteriormente no ponto 3.5.7, os defeitos encontrados através da inspeção CCTV podem ser funcionais ou estruturais. No presente caso de estudo, consideraram-se como defeitos funcionais as obstruções e, como defeitos estruturais as juntas deslocadas, as deformações, as fissuras e as roturas.

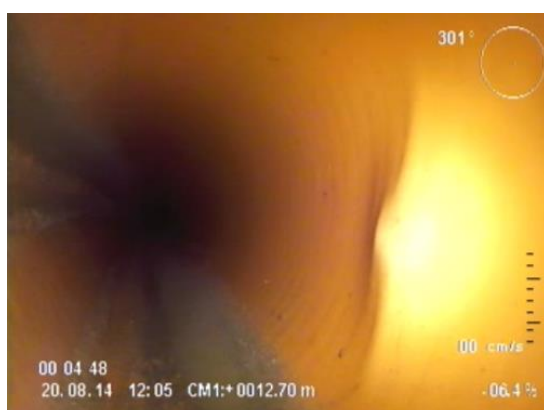
Os elementos disponíveis perfazem 25 horas e 45 minutos de filmagens ao longo de aproximadamente 9,60km de intercetores. Da visualização foi possível identificar as diversas patologias dos intercetores do subsistema de Lordelo, algumas delas representadas na Figura 4.3 e na Figura 4.4.



a) Obstrução.



b) Junta deslocada.

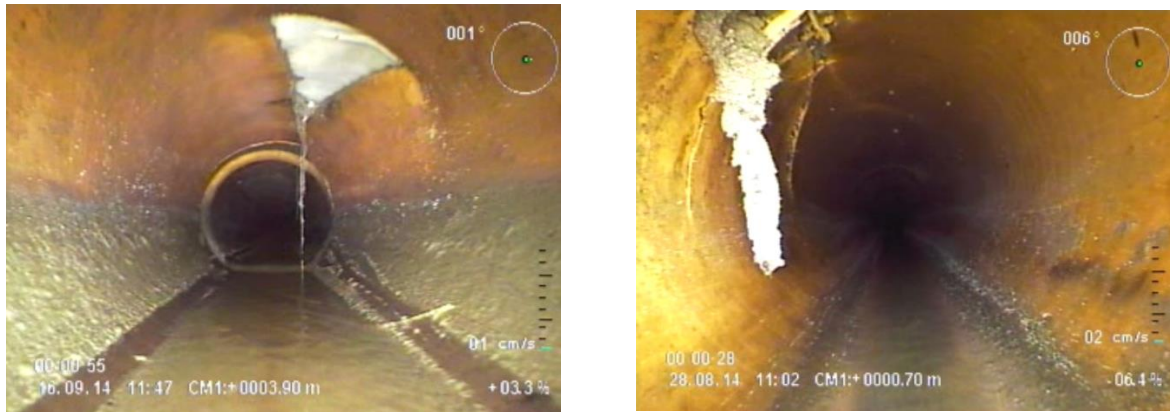


c) Deformação.



d) Deformação.

Figura 4.3 – Exemplos dos defeitos considerados no caso de estudo (Fonte: SIMDOURO).



a) Fissura.

b) Rutura.

Figura 4.4 – Exemplos dos defeitos considerados no caso de estudo (continuação) (Fonte: SIMDOURO).

O número das avarias dos restantes interceiores foram obtidos através das ocorrências comunicadas à entidade reguladora ERSAR e, de registos em AQUAMAN da Direção de Exploração da SIMDOURO. A empresa possui um histórico de avarias reduzido. Todos os sistemas e subsistemas apresentam um histórico do número de avarias correspondente a um ano, exceto: o sistema de Castelo de Paiva que apresenta um histórico de três anos, o sistema de Arouca e o subsistema de Lordelo que apresentam um histórico de quatro anos.

O facto da maioria dos interceiores apresentarem unicamente um ano de histórico de avarias torna o processo de avaliação do risco pouco representativo. Para que este fosse mais representativo, todos os interceiores deveriam conter um histórico de avarias o mais extenso possível.

4.1.3 Caixas de visita

A SIMDOURO possui um levantamento de cerca de 5000 caixas de visita, referenciadas e caracterizadas. Destas, só 301 foram consideradas no caso de estudo, visto que não estava disponível toda a informação necessária para a aplicação da matriz de risco. Os critérios de avaliação a ter em consideração na matriz de risco estão representados na Tabela 3.3 e são abordados de seguida.

As informações relativas à avaliação estrutural, aos materiais estruturais, aos revestimentos e aos diâmetros dos interceiores a jusante das caixas de visita, foram obtidas através de uma base de dados criada pela SIMDOURO, apresentada na Figura 4.5.

Identif.	DN	Material	Altura	Observação
SAÍDA				
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

Figura 4.5 – Base de dados das caixas de visita, em elaboração pela SIMDOURO (Fonte: SIMDOURO).

Nesta base de dados, ainda em elaboração, pretende-se colocar toda a informação relativa às caixas de visita, tais como: (i) localização: sistema, subsistema, código de localização do interceptor e da caixa de visita, a designação do interceptor a que pertence, as cotas e as coordenadas e localização geográficas; (ii) características das caixas: a sua forma, material, revestimento e dimensões, tanto do respetivo corpo como, também, da tampa; (iii) o estado de conservação respetivamente para cada caixa de visita, confirmado com fotografias e; (iv) os diâmetros de saída e de entrada dos interceptores, com os respetivos materiais e cotas.

No presente caso de estudo, os sistemas em análise foram os sistemas de: Baião, Castelo de Paiva e Cinfães. Os restantes sistemas: Arouca, Paredes/Penafiel e Vila Nova de Gaia, não possuíam a totalidade da informação necessária para os critérios da matriz de risco das caixas de visita, optando-se por não considerar estes sistemas.

O estado de conservação corresponde à avaliação estrutural das caixas de visita. Esta avaliação foi efetuada examinando imagens recolhidas pelas inspeções pessoais no terreno. A métrica desta avaliação consiste num intervalo entre o “Muito Bom” e o “Muito Mau”.

No que diz respeito à criticidade (consequência) da localização do interceptor, note-se que, adaptou-se a localização relativa às caixas de visita no lugar da localização do interceptor. Este foi o processo mais demorado, tendo de se fazer uso do Google Maps para além do WebSIG, de modo a identificar se as caixas de visita se encontravam em Estradas Nacionais, Estradas Municipais, zonas rurais em estradas ou zonas rurais fora de estradas.

No próximo subcapítulo serão aplicadas as matrizes de risco dos interceptores e das caixas de visita, fazendo uso de exemplos para uma melhor perceção do trabalho implicado.

4.2 CONSTRUÇÃO DAS MATRIZES DE RISCO

A construção das matrizes de risco é o processo realizado posteriormente à recolha da informação. Se esta informação estiver bem compilada e sem lacunas, aquele processo será simplificado e acelerado. Para a construção das matrizes de risco utilizou-se a ferramenta Excel do Microsoft Office.

4.2.1 Intercetores

Os critérios de avaliação da matriz de risco dos intercetores da SIMDOURO, como referido anteriormente, estão representados na Tabela 3.2. Os valores da funcionalidade (probabilidade) e da criticidade (consequência) variam numa escala de 1 a 5, em que 5 corresponde a um maior nível de risco.

A funcionalidade (probabilidade) é a média ponderada do desempenho esperado (com um peso de 40%) e do desempenho real (com um peso de 60%). Assim, os indicadores que se utilizam para caracterizar cada um dos critérios são multiplicados por percentagens que conduzem aos pesos de 40% e de 60% indicados como os pesos dos critérios atrás referidos.

O desempenho esperado é repartido pela idade (20%) e pelo material (20%) ou, no caso de se ter considerado inspeções aos intercetores, estas igualam-se ao desempenho esperado, possuindo um peso de 40%. Sendo assim, o desempenho esperado pode ser expresso através de uma das seguintes equações:

$$\text{Desempenho esperado} = \text{Idade} \times 0,20 + \text{Material} \times 0,20 \quad (4.1)$$

$$\text{Desempenho esperado} = \text{Inspeções} \times 0,40 \quad (4.2)$$

Note-se que, o desempenho esperado no subsistema de Lordelo foi determinado pela equação (4.2), enquanto nos restantes subsistemas foi determinado pela equação (4.1).

O desempenho real corresponde ao número de avarias (60%), onde constam as obstruções, colapsos e ruturas, por ano e por 100km de intercetor, sendo expresso através de:

$$\text{Desempenho real} = N^{\circ} \text{ avarias} \times 0,60 \quad (4.3)$$

O desempenho real é considerado o mais importante. No entanto, o histórico de avarias é muito reduzido, como referido no subcapítulo anterior, apresentando um ano, três anos e, no máximo, quatro anos de histórico de avarias. O número de avarias por ano e por 100km é dado por:

$$N.^\circ \text{ de avarias} = \frac{\text{Avarias}}{\text{Comp. total} \times \text{Historial de avarias}} \times 100.000 \quad (4.4)$$

A criticidade (consequência) é composta pelos critérios: impacto (com um peso de 25%) e relevância (com um peso de 75%), sendo a média ponderada daqueles dois critérios com os pesos indicados.

O impacto corresponde ao tipo de caudal, se este é tratado ou não tratado. Note-se que, por caudal tratado entende-se aquele a jusante da ETAR, que já terá sido alvo de tratamento nas ETAR. No entanto,

os interceptores considerados no presente caso de estudo estão a montante das ETAR, logo o tipo de caudal será sempre considerado como caudal não tratado. O impacto é, então, expresso através de:

$$\text{Impacto} = \text{Tipo de caudal} \times 0,25 \quad (4.5)$$

A relevância corresponde aos diâmetros nominais dos interceptores, sendo posteriormente diferenciados pelo tipo de escoamento: superfície livre e pressão. Deste modo, é determinada através da expressão seguinte:

$$\text{Relevância} = \text{Diâmetro nominal} \times 0,75 \quad (4.6)$$

A título de exemplo, na Tabela 4.2 e na Tabela 4.3 apresentam-se a determinação da funcionalidade (probabilidade) e da criticidade (consequência) para cada IG do subsistema de Lordelo e, na Tabela 4.4 e na Tabela 4.5 apresentam-se a determinação da funcionalidade e da criticidade para os IG e CE do subsistema do Areinho.

Tabela 4.2 – Determinação da funcionalidade (probabilidade) do subsistema de Lordelo.

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Desempenho Esperado (4.2)			Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)
				Inspecções	Pontuação	Valor (40%)	Avarias	N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação	Valor (60%)	
Paredes / Penafiel	Lordelo	IG Lordelo - Torre - Cosme	1 516,96	Razoável	3	1,20	4	65,92	5	3,00	4,20
		IG Lordelo - Pena - Alto da Parteira	7 260,95	Razoável	3	1,20	7	24,10	5	3,00	4,20
		IG Lordelo - Rebordosa - Portelinha	806,42	Razoável	3	1,20	4	124,00	5	3,00	4,20

Tabela 4.3 – Determinação da criticidade (consequência) do subsistema de Lordelo.

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)				Criticidade (Consequência)
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação	Valor (75%)	
Paredes / Penafiel	Lordelo	IG Lordelo - Torre - Cosme	1 516,96	192,99	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
				1 323,97					200	2	1,50	2,75
		IG Lordelo - Pena - Alto da Parteira	7 260,95	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	519,87	200	2	1,50	2,75
	61,92							250	2	1,50	2,75	
	438,91							250	2	1,50	2,75	
	3 201,54							250	2	1,50	2,75	
	3 038,71							400	4	3,00	4,25	
	IG Lordelo - Rebordosa - Portelinha	806,42	806,42	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25	

Tabela 4.4 – Determinação da funcionalidade (probabilidade) do subsistema do Areinho.

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)						Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)	
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avarias	N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação		Valor (60%)
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	2 768,24	222,53	2003	14	2	0,40	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				718,11					PP	3	0,60					1,60
				474,75					PP	3	0,60					1,60
				502,30					PVC	3	0,60					1,60
				33,61					PVC	3	0,60					1,60
				816,94					FFd	2	0,40					1,40
		51,42	PEAD	1	0,20	1,20										
		74,43	FFd	2	0,40	1,40										
		282,87	PEAD	1	0,20	1,20										
		692,24	FFd	2	0,40	1,40										
	2,47	PP	3	0,60	4,00											
	476,06	PVC	3	0,60	4,00											
	231,65	PVC	3	0,60	4,00											
	36,92	PVC	3	0,60	4,00											
	3,99	FFd	2	0,40	3,80											
	780,39	FFd	2	0,40	3,80											
	CE Areinho		336,07	336,07	2007	10	1	0,20	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,20

Tabela 4.5 – Determinação da criticidade (consequência) do subsistema do Areinho.

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)				Criticidade (Consequência)
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação	Valor (75%)	
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	2 768,24	222,53	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
				718,11					250	2	1,50	2,75
				474,75					315	3	2,25	3,50
				502,30					315	3	2,25	3,50
				33,61					400	4	3,00	4,25
				816,94					400	4	3,00	4,25
		51,42	400	4	3,00	4,25						
		74,43	400	4	3,00	4,25						
		282,87	500	4	3,00	4,25						
		692,24	500	4	3,00	4,25						
	2,47	200	2	1,50	2,75							
	476,06	250	2	1,50	2,75							
	231,65	400	4	3,00	4,25							
	36,92	500	4	3,00	4,25							
	3,99	600	4	3,00	4,25							
	780,39	600	4	3,00	4,25							
	CE Areinho		336,07	336,07	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	100	2	1,50	2,75

Nestas tabelas encontra-se, respetivamente e a cor cinza, a numeração das equações referidas anteriormente e consideradas para o cálculo dos critérios de avaliação da matriz de risco para cada subsistema.

Posto isto, é determinado o nível de risco pelo produto entre a funcionalidade (probabilidade) e a criticidade (consequência) de cada interceptor. Sabendo que a pontuação varia de 1 a 5, o nível de risco pode atingir o valor máximo de 25 e é expresso através de:

$$\text{Nível de risco} = \text{Funcionalidade (Probab.)} \times \text{Criticidade (Conseq.)} \quad (4.7)$$

Através da análise da Tabela 4.4 e da Tabela 4.5, por exemplo, pode verificar-se que para o mesmo interceptor existem vários troços com diferentes valores de funcionalidade (probabilidade) e criticidade (consequência), respetivamente. No entanto, pretende-se obter um único valor do nível de risco por interceptor que, por consequência, exige que a funcionalidade e a criticidade tenham, também, um único

valor para cada interceptor. Assim sendo, a funcionalidade e a criticidade final de um interceptor com vários troços são expressas através das seguintes equações:

$$Func. final = \frac{\Sigma (Comp. do troço \times Func. do troço)}{Comp. total do interceptor} \quad (4.8)$$

$$Critic. final = \frac{\Sigma (Comp. do troço \times Critic. do troço)}{Comp. total do interceptor} \quad (4.9)$$

Na Tabela 4.6 e na Tabela 4.7 apresentam-se os valores da funcionalidade e da criticidade por interceptor, determinando, posteriormente, o nível de risco para cada interceptor, no subsistema de Lordelo e do Areinho.

Tabela 4.6 – Determinação do nível de risco do subsistema de Lordelo.

Sistema	Subsistema	Designação	Funcionalidade (4.8)	Criticidade (4.9)	Risco (4.7)
Paredes / Penafiel	Lordelo	IG Lordelo - Torre - Cosme	4,20	2,75	11,55
		IG Lordelo - Pena - Alto da Parteira	4,20	3,38	14,19
		IG Lordelo - Rebordosa - Portelinha	4,20	4,25	17,85

Tabela 4.7 – Determinação do nível de risco do subsistema do Areinho.

Sistema	Subsistema	Designação	Funcionalidade (4.8)	Criticidade (4.9)	Risco (4.7)
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	1,54	3,48	5,36
		IG Oliveira do Douro 1	1,34	4,25	5,69
		IG Oliveira do Douro 2	3,90	3,78	14,74
		CE Areinho	1,20	2,75	3,30

No Anexo I encontra-se a determinação da funcionalidade (probabilidade), da criticidade (consequência) e do nível de risco de todos os interceptores da SIMDOURO.

4.2.2 Caixas de visita

Os critérios de avaliação da matriz de risco das caixas de visita da SIMDOURO estão representados na Tabela 3.3, como referido anteriormente. Os valores da funcionalidade (probabilidade) e da criticidade (consequência) variam, também, numa escala de 1 a 5, em que 5 corresponde a um maior nível de risco.

A funcionalidade (probabilidade) é a média ponderada da inspeção (com um peso de 70%) e da durabilidade (com um peso de 30%). Os indicadores que se utilizam para caracterizar cada um dos critérios são multiplicados por percentagens que conduzem aos pesos de 70% e de 30% indicados como os pesos dos critérios atrás referidos.

A inspeção corresponde à avaliação estrutural e a durabilidade corresponde aos materiais estruturais e revestimentos em contacto com o efluente das caixas de visita, sendo expressas através das seguintes equações, respetivamente:

$$Inspeção = Avaliação\ estrutural \times 0,70 \tag{4.10}$$

$$Durabilidade = Mat.\ est.\ e\ rev.\ em\ contacto\ com\ efluente \times 0,30 \tag{4.11}$$

A criticidade (consequência) é composta pelos critérios: relevância (com um peso de 40%) e criticidade (com um peso de 60%), sendo a média ponderada daqueles dois critérios com os pesos indicados.

A relevância corresponde ao diâmetro do interceptor a jusante da caixa de visita e a criticidade corresponde à localização da mesma, sendo expressas através das seguintes equações, respetivamente:

$$Relevância = Diâmetro\ interceptor\ a\ jusante \times 0,40 \tag{4.12}$$

$$Criticidade = Localização\ da\ caixa\ de\ visita \times 0,60 \tag{4.13}$$

Como foi referido anteriormente, no subcapítulo 4.1, os sistemas em análise no presente caso de estudo são: Baião, Castelo de Paiva e Cinfães. A título de exemplo, na Tabela 4.8 e na Tabela 4.9 apresenta-se a determinação da funcionalidade (probabilidade) e da criticidade (consequência) para as caixas de visita do sistema de Baião. Na Tabela 4.10 apresenta-se o nível de risco das caixas de visita do mesmo sistema. Nestas tabelas encontra-se, respetivamente e a cor cinza, a numeração das equações referidas anteriormente para o cálculo dos critérios de avaliação da matriz de risco das caixas de visita.

No Anexo II encontra-se a determinação da funcionalidade (probabilidade), da criticidade (consequência) e do nível de risco das caixas de visita dos sistemas abrangidos pelo caso de estudo.

Tabela 4.8 – Determinação da funcionalidade (probabilidade) das caixas de visita do sistema de Baião.

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Inspeção (4.10)			Durabilidade (4.11)			Funcionalidade (Probabilidade)
				Avaliação Estrutural	Pontuação	Valor (70%)	Materiais Estruturais e Revestimento em Contacto com o Efluente	Pontuação	Valor (30%)	
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	cv0010 - cv0210	Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60
			cv0220				Caixa monolítica revestida com tinta epoxidica	2	0,60	1,30
			cv0230 - cv0250				Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60
			cv0260 - cv0270				Caixa monolítica revestida com tinta epoxidica	2	0,60	1,30
			cv0280 - cv0310				Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60
			cv0320				Caixa monolítica revestida com tinta epoxidica	2	0,60	1,30
			cv0330 - cv0480				Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60
			cv0490 - cv0500				Caixa monolítica revestida com tinta epoxidica	2	0,60	1,30
			cv0510 - cv0770				Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60

Tabela 4.9 – Determinação da criticidade (consequência) das caixas de visita do sistema de Baião.

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Relevância (4.12)			Criticidade (4.13)			Criticidade (Consequência)
				Diâmetro do Intercetor - Jusante (mm)	Pontuação	Valor (40%)	Localização da Caixa de Visita	Pontuação	Valor (60%)	
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	cv0010 - cv0210	200	1	0,40	Zona rural fora de estrada	1	0,60	1,00
			cv0220							
			cv0230 - cv0250							
			cv0260 - cv0270							
			cv0280 - cv0310							
			cv0320							
			cv0330 - cv0480							
			cv0490 - cv0500							
cv0510 - cv0770										

Tabela 4.10 – Determinação do nível de risco das caixas de visita do sistema de Baião.

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Funcionalidade	Criticidade	Risco (4.7)
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	cv0010 - cv0210	1,60	1,00	1,60
			cv0220	1,30		1,30
			cv0230 - cv0250	1,60		1,60
			cv0260 - cv0270	1,30		1,30
			cv0280 - cv0310	1,60		1,60
			cv0320	1,30		1,30
			cv0330 - cv0480	1,60		1,60
			cv0490 - cv0500	1,30		1,30
cv0510 - cv0770	1,60	1,60				

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a aplicação dos critérios de avaliação, definidos nas matrizes de risco e determinado o nível de risco dos interceptores e das caixas de visita, conseguiu-se elaborar uma lista ordenada, que se pode propor para faseamento das eventuais intervenções da SIMDOURO, apontando assim essas intervenções por ordem de prioridade, e definir quais as infraestruturas que podem ser sujeitas a uma monitorização, mais atenta, do seu desempenho.

O uso de matrizes de risco enquadra-se assim no contexto do planeamento tático e/ou operacional que a organização deve realizar, conforme exposto no subcapítulo 3.2.2, sendo esta atividade realizada com alguma frequência. Assim, deve ser estabelecida no nível de planeamento tático, sendo promovida e articulada pelos responsáveis de cada departamento (e.g., pela Direção de Gestão de Ativos e Engenharia (GAE) com a Direção de Exploração). No entanto, quando são implementados os seus resultados obtidos (i.e., as prioridades de intervenção) ou é atualizada a informação relativamente ao plano de reabilitação, já se está perante um nível de planeamento operacional.

Os resultados podem ser visualizados de diferentes formas: ordenados numa tabela, através de mapas ou graficamente, através das matrizes de risco, com a funcionalidade (probabilidade) e a criticidade (consequência) representadas nos seus eixos vertical e horizontal, respetivamente.

Como referido anteriormente no subcapítulo 3.5.7, a matriz de risco define o risco em três níveis:

- O nível superior (riscos elevados) representado a vermelho, que corresponde ao intervalo de 17 a 25;
- O nível intermédio (riscos intermédios) representado a amarelo, que corresponde ao intervalo de 9 a 17;
- O nível inferior (riscos aceitáveis) representado a verde, que corresponde ao intervalo de 1 a 9.

4.3.1 Intercetores

Os resultados obtidos através dos critérios de avaliação da matriz de risco dos intercetores são apresentados neste subcapítulo.

Da análise global ao nível de risco de todos os intercetores da SIMDOURO, conclui-se que a maior parte deles, cerca de 75%, encontra-se sujeito a um nível de risco aceitável. Apenas 1% (2,77km) dos mesmos se encontram num nível de risco elevado, conforme a Figura 4.6.

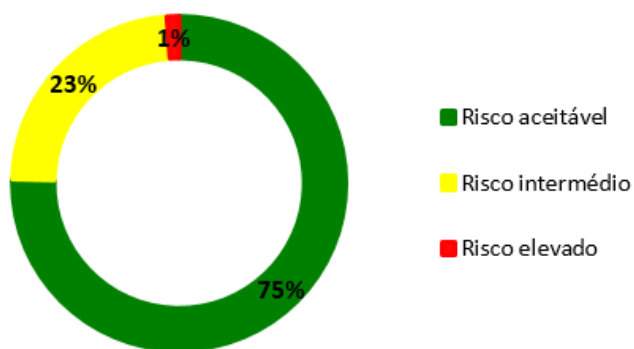


Figura 4.6 – Resumo do nível de risco dos intercetores.

Numa análise mais detalhada, examinam-se, então, as matrizes de risco, apresentando os intercetores por sistema/Município, de acordo com as Figura 4.7, Figura 4.8 e Figura 4.9.

O sistema de Arouca é composto por dois intercetores: o IG do Rio Arda e a CE Ponte da Ribeira, no subsistema Ponte da Ribeira. Perante a análise das tabelas do anexo I e da Figura 4.7, verifica-se que o IG e a CE deste sistema encontram-se num nível de risco intermédio e aceitável, respetivamente.

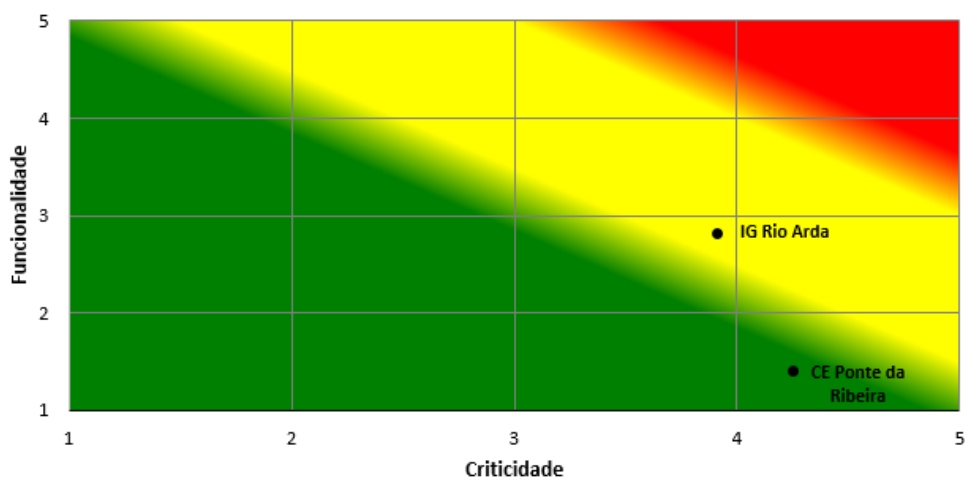


Figura 4.7 – Matriz de risco do sistema de Arouca da SIMDOURO.

Um dos critérios que mais influencia este resultado é o desempenho real, ou seja o número de avarias. O histórico de avarias do sistema de Arouca é de quatro anos para ambos. No entanto, no IG encontra-se uma avaria por ano, ou seja, quatro avarias, adquirindo uma pontuação, neste critério, de 4, enquanto que, na CE não se encontra nenhuma avaria nesses quatro anos, adquirindo a pontuação mínima de 1.

Relativamente ao sistema de Cinfães, este é composto por dois subsistemas: Cinfães e Porto Antigo. O primeiro é constituído pelo IG de Cinfães – Troço Inicial, IG de Cinfães – Troço Final e pela CE de Louredo. O segundo é constituído, unicamente, pelo IG do Rio Bestança. Perante a análise das tabelas do anexo I e da Figura 4.8, verifica-se que, apenas o IG de Cinfães – Troço Inicial se encontra no nível intermédio.

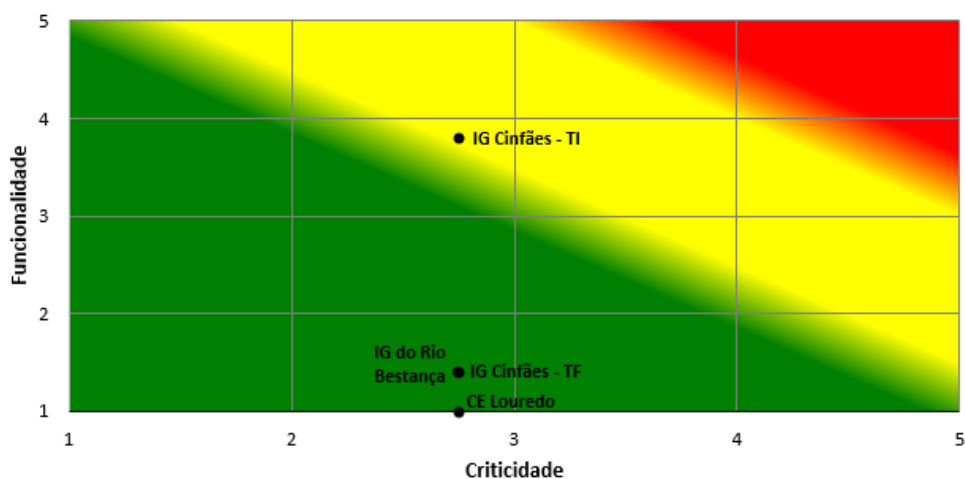


Figura 4.8 – Matriz de risco do sistema de Cinfães da SIMDOURO.

Neste sistema, o critério que mais influencia os resultados mantém-se. O facto do IG de Cinfães – Troço Inicial, se encontrar no nível de risco intermédio, também se deve ao facto de possuir uma avaria num ano de histórico, adquirindo a pontuação máxima (5), nesse critério.

No que diz respeito ao sistema de Paredes/Penafiel, este é composto por três subsistemas: Gandra, Lordelo e Paço de Sousa. Perante a conjugação das tabelas do anexo I e da Figura 4.9, verifica-se que: os intercetores do subsistema de Lordelo encontram-se no nível de risco elevado (IG Lordelo – Rebordosa – Portelinha) e intermédio (IG Lordelo – Torre – Cosme e IG Lordelo – Pena – Alto da Parteira)¹¹; no subsistema de Paço de Sousa existe um interceptor no nível de risco intermédio (IG Afluente – Sobrosa), enquanto os restantes encontram-se no nível de risco aceitável, assim como o IG do subsistema de Gandra.

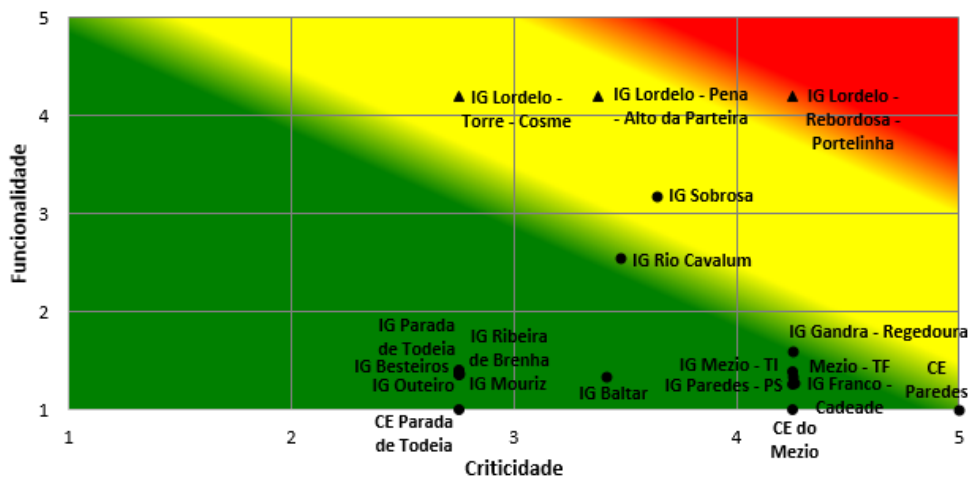


Figura 4.9 – Matriz de risco do sistema de Paredes/Penafiel da SIMDOURO.

Partindo da análise referida no parágrafo precedente, o IG Lordelo – Rebordosa – Portelinha, que se encontra no nível de risco elevado, merece especial enfoque por parte da empresa, tendo em vista a sua reabilitação a curto prazo. Nas filmagens visualizadas e perante a quantidade de patologias encontradas, era já perceptível este elevado nível de risco.

Manifestam-se, também neste sistema, intercetores com um nível de risco intermédio: IG Lordelo – Torre – Cosme, IG Lordelo – Pena – Alto da Parteira e IG Afluente – Sobrosa.

Note-se que, o IG do Rio Cavalum encontra-se com um nível de risco aceitável, apresentando uma avaria num ano, tal como o IG Afluente – Sobrosa, obtendo uma pontuação no desempenho real de 3 e de 4, respetivamente.

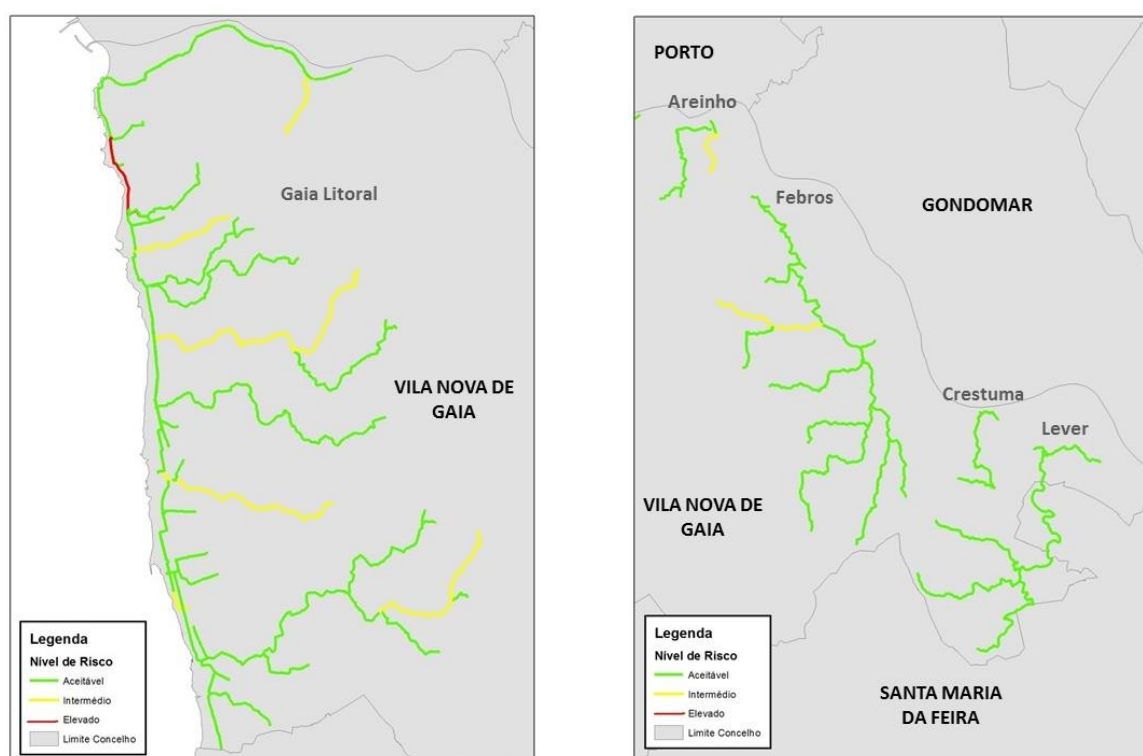
Isto acontece porque, na equação do número de avarias por ano por 100km (equação (4.4)), as avarias ocorridas são divididas pelo comprimento total do interceptor, sendo este um critério que influencia na pontuação do desempenho real dos sistemas. Por exemplo, neste caso do IG do Rio Cavalum e do IG

¹¹ Note-se que, caso se utilizasse a equação (4.1) no subsistema de Lordelo, sabendo que este terá sido executado entre os anos de 2000 e 2001, os valores da funcionalidade (probabilidade) seriam inferiores aos obtidos com a utilização da equação (4.2). Contudo, os seus intercetores estariam situados no mesmo intervalo do nível de risco, possuindo assim, um interceptor com um nível de risco elevado e dois com um nível de risco intermédio.

Afluente – Sobrosa, o primeiro possui cerca de 14,5km, enquanto o segundo possui cerca de 7,9km. Obtendo, este último, um maior valor no número de avarias por ano e por 100km e, conseqüentemente uma maior pontuação.

No anexo III são apresentadas todas as matrizes de risco da empresa SIMDOURO. Refere-se que, relativamente ao sistema de Castelo de Paiva, os seus intercetores estão todos com um nível de risco aceitável. No que diz respeito ao sistema de Baião, o seu único intercetor encontra-se no nível de risco intermédio.

Relativamente ao sistema de Vila Nova de Gaia, efetuou-se uma análise, tendo por base a Figura 4.10.



a) Vila Nova de Gaia – Litoral.

b) Vila Nova de Gaia – Interior.

Figura 4.10 – Mapa do sistema de Vila Nova de Gaia com os resultados obtidos através da aplicação das matrizes de risco.

Da análise do sistema de Vila Nova de Gaia, foi possível identificar um intercetor de risco elevado (CE de Lavadores) e oito intercetores com um nível de risco intermédio (IG de Oliveira do Douro 2, IG Secundário da Jaca, IG Valadares E2, IG de Ateães, IG do Horto, IG da Granja E3, IG Principal A3B e IG do Espírito Santo).

Estes factos, devem-se sobretudo ao desempenho real dos intercetores dos sistemas, ou seja, das avarias registadas (2 em média num ano). A determinação do desempenho real é um processo com algumas

limitações, pois depende de vários fatores, um dos quais, o comprimento total do interceptor como referido anteriormente.

Um outro fator, que influencia a pontuação do número de avarias, é o registo do histórico de avarias. Como já se verificou anteriormente, os interceptores não possuem o mesmo histórico de avarias. A conjugação do comprimento do interceptor com o registo do histórico de avarias pode trazer vantagens para uns e desvantagens para outros.

Por exemplo, tendo em consideração um interceptor com um comprimento pequeno (cerca de 1km) e que contenha uma avaria num determinado ano, obterá a pontuação máxima (i.e., 5) no desempenho real, enquanto um interceptor com um comprimento maior (cerca de 10km) que contenha, também, uma avaria num determinado ano, obterá uma pontuação menor (e.g., 3) no desempenho real.

Na Tabela 4.11 apresenta-se um extrato da determinação do nível de risco dos interceptores da SIMDOURO. Nesta tabela, os interceptores estão ordenados pelo nível de risco obtido, sendo possível identificar os interceptores mais preocupantes, ou seja, os interceptores com um nível de risco elevado e intermédio. A tabela completa com todos os interceptores encontra-se no anexo I.

Tabela 4.11 – Determinação do nível de risco de alguns interceptores da SIMDOURO.

Sistema	Subsistema	Designação	Funcionalidade (4.8)	Criticidade (4.9)	Risco (4.7)
Paredes / Penafiel	Lordelo	IG Lordelo - Rebordosa - Portelinha	4,20	4,25	17,85
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	CE Lavadores	4,00	4,25	17,00
		IG Horto	3,80	4,30	16,34
		IG Valadares E2	3,96	3,84	15,20
	Febros	IG Secundário da Jaca	3,80	3,96	15,05
	Areinho	IG Oliveira do Douro 2	3,90	3,78	14,74
Paredes / Penafiel	Lordelo	IG Lordelo - Pena - Alto da Parteira	4,20	3,38	14,19
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Espírito Santo	3,89	3,59	13,97
		IG Ateães	4,00	3,38	13,52
		IG Principal A3B	4,00	3,26	13,06
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Sobrosa	3,18	3,64	11,60
	Lodelo	IG Lordelo - Torre - Cosme	4,20	2,75	11,55
Arouca	Ponte da Ribeira	IG Rio Arda	2,83	3,91	11,05
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Granja E3	4,00	2,75	11,00
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	3,80	2,75	10,45
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	3,80	2,75	10,44

Da análise da Tabela 4.11 e do anexo I, é possível concluir que existem: 2 interceptores com nível de risco elevado, 14 interceptores com nível de risco intermédio e, por fim, os restantes (102 interceptores) com nível de risco aceitável.

Desta forma, conclui-se que: os interceptores cujo nível de risco se encontra na zona a amarelo (risco intermédio), devem ser alvo de monitorizações e fazer parte do plano de manutenção, corretiva ou preventiva, para que o nível de risco não evolua para o nível de risco elevado; os interceptores cujo nível de risco se encontra na zona a vermelho (risco elevado), onde a manutenção já não resolve as anomalias

(ou problemas) identificadas(os), devem ser alvo de intervenções de reabilitação, consideradas urgentes (no curto prazo) e; os interceutores cujo nível de risco se encontra na zona a verde (risco aceitável), não necessitando de medidas de intervenção, devem, no entanto, ser monitorizados pela empresa.

4.3.2 Caixas de visita

Como referido anteriormente, os sistemas em análise foram os sistemas de: Baião, Castelo de Paiva e Cinfães. Os restantes sistemas: Arouca, Paredes/Penafiel e Vila Nova de Gaia, não possuíam a totalidade da informação necessária e optou-se por não os considerar. Sendo assim, os resultados obtidos através dos critérios de avaliação da matriz de risco das caixas de visita dos sistemas analisados são apresentados de seguida.

No sistema de Baião, as caixas de visita foram divididas por dois grupos (Figura 4.11): o Grupo 1, em que a funcionalidade (probabilidade) e a criticidade (consequência) tomam valores de 1,60 e 1,0, respetivamente e; o Grupo 2, em que a funcionalidade toma o valor de 1,30 e a criticidade de 1,0.

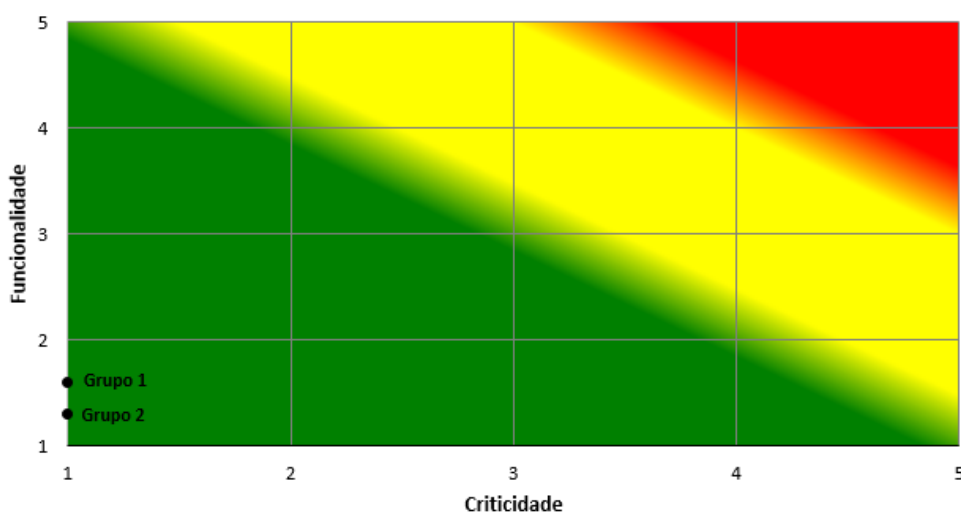


Figura 4.11 – Matriz de risco das caixas de visita do sistema de Baião.

No sistema de Castelo de Paiva, as caixas de visita foram divididas por cinco grupos (Figura 4.12), em todos eles a funcionalidade (probabilidade) toma o valor de 1,60 e a criticidade (consequência) aumenta à medida que aumenta o número do grupo. Sendo assim, o Grupo 1 possui uma criticidade de 1,40, o Grupo 2 de 1,80, e assim sucessivamente até ao Grupo 5 que possui o valor de 3,80.

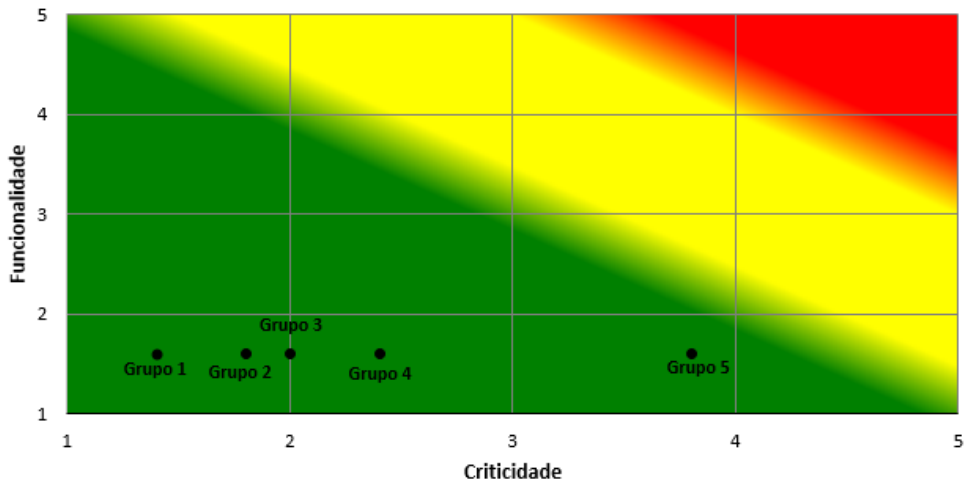


Figura 4.12 – Matriz de risco das caixas de visita do sistema de Castelo de Paiva.

No sistema de Cinfães, as caixas de visita foram divididas por quatro grupos (Figura 4.13), em todos eles a funcionalidade (probabilidade) toma o valor de 1,60 e a criticidade (consequência) aumenta à medida que aumenta o número do grupo. Sendo assim, o Grupo 1 possui uma criticidade de 1,40, o Grupo 2 de 2,0, o Grupo 3 de 3,20 e, por fim, o Grupo 4 com uma criticidade de 3,80.

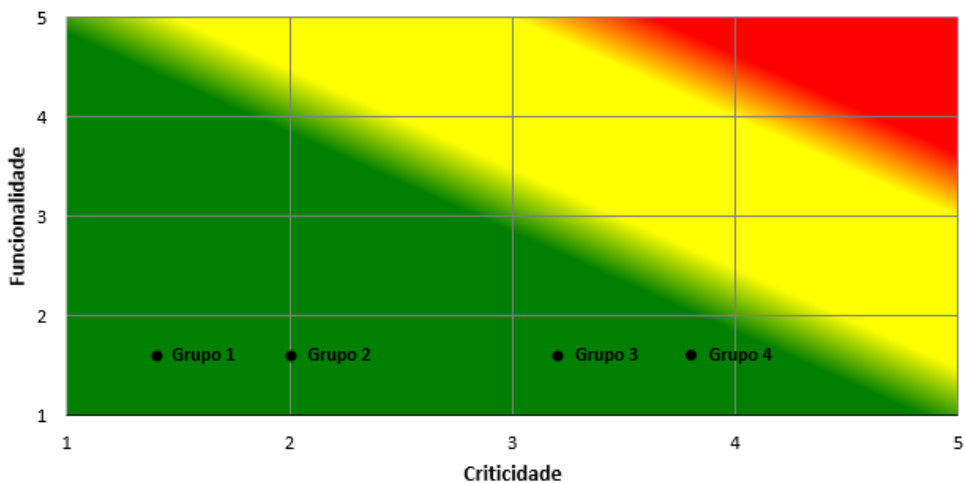


Figura 4.13 – Matriz de risco das caixas de visita do sistema de Cinfães.

Partindo da análise da Figura 4.11, da Figura 4.12 e da Figura 4.13, juntamente com o anexo II, pode concluir-se que todas as caixas de visita, do caso de estudo, encontram-se no nível de risco aceitável.

Os critérios de avaliação, das matrizes de risco das caixas de visita, mais relevantes, são os que possuem um maior peso na funcionalidade (probabilidade) e na criticidade (consequência). No que diz respeito à funcionalidade, é a avaliação estrutural e, à criticidade, é a localização das caixas de visita.

Os três sistemas apresentados no caso de estudo, fazem parte de alguns dos sistemas mais novos da SIMDOURO, desta forma, os resultados obtidos foram os esperados. Sendo assim, e recorrendo à base de

dados referida anteriormente, a avaliação estrutural das respectivas caixas de visita foi avaliada como “Muito Bom”, o que faz com que a funcionalidade (probabilidade) tome valores baixos.

Em Baião, todas as caixas de visita localizam-se em zonas rurais fora de estrada, o que faz com que a criticidade (consequência) tome o valor de 1,0, conseqüentemente, as suas caixas de visita encontram-se no nível de risco aceitável. Nos outros dois sistemas, existem as várias métricas no que diz respeito à localização, fazendo com que a criticidade tome valores superiores a 1,0, mesmo assim não faz com que o nível de risco se modifique, pois a funcionalidade (probabilidade) possui valores pequenos. Sendo assim, conclui-se que os sistemas em análise possuem as respectivas caixas de visita no nível de risco aceitável.

Comparando os resultados obtidos nas matrizes de risco dos intercetores com os das caixas de visita, conclui-se que, no IG Rio Teixeira (Frende) no sistema de Baião e no IG Cinfães – Troço Inicial no sistema de Cinfães, deve ser dada prioridade aos intercetores, em relação às respectivas caixas, pois os intercetores possuem um nível de risco intermédio. Relativamente ao sistema de Castelo de Paiva, existe uma relação entre os resultados dos seus intercetores com os resultados das suas caixas de visita, em que ambos possuem um nível de risco aceitável.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DO INDICADOR IVI AO CASO DE ESTUDO

O presente Capítulo tem como objetivo a aplicação do indicador IVI aos intercetores da SIMDOURO, utilizando a ferramenta Excel do Microsoft Office e o *software* AWARE-P da Baseform.

O processo de aplicação do indicador IVI foi, também, um processo demorado, pela quantidade de dados envolvidos. Resumidamente, a aplicação ao respetivo caso de estudo passou pela: (i) recolha da informação necessária para a aplicação do IVI, alguma da qual já constava na informação recolhida aquando da aplicação das matrizes de risco; (ii) determinação dos custos de substituição; (iii) determinação do valor atual dos intercetores; (iv) determinação do IVI utilizando a ferramenta Excel do Microsoft Office; (v) utilização do *software* AWARE-P da Baseform e; (vi) análise dos resultados e do possível investimento, a longo prazo, por parte da entidade gestora (EG).

5.1 DADOS UTILIZADOS NO CASO DE ESTUDO

Neste subcapítulo, pretende-se dar a conhecer os dados utilizados e como se obtiveram.

Como referido no subcapítulo 3.6, para o cálculo do IVI são necessários os seguintes dados relativos aos intercetores gravíticos (IG) e às condutas elevatórias (CE): (i) ano em que se está a realizar a avaliação; (ii) vida útil e a vida útil remanescente do ativo e; (iii) custos de substituição do ativo, no respetivo ano.

5.1.1 Vida útil dos ativos

No que diz respeito às vidas úteis consideraram-se os valores da Tabela 3.4 e da Tabela 3.5 apresentadas no subcapítulo 3.6. Como já referido, o conceito de vida útil é complexo e multifacetado, deste modo, no presente trabalho, definiram-se as vidas úteis apresentadas na Tabela 5.1. No cálculo do IVI utilizando a ferramenta Excel do Microsoft Office considerou-se apenas uma vida útil de 40 anos, independentemente do material dos intercetores, adotando a vida útil média proposta por Almeida e Cardoso (2010). Por outro lado, utilizando o *software* AWARE-P da Baseform e, conforme referido em 3.6.4, utilizaram-se as duas colunas “*from*” e “*to*” do *software*, de modo a que a vida útil seja expressa através de um intervalo

estimado. Na coluna “*from*” foi colocada a menor vida útil dos ativos e na coluna “*to*” a maior vida útil dos ativos, neste último caso, em função do material das tubagens, conforme apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Vidas úteis utilizadas no caso de estudo.

Material	Maior Vida Útil (anos)	Menor Vida Útil (anos)
FFd	60	40
PVC	50	
PEAD		
PP		
Grés	70	

5.1.2 Determinação dos custos de substituição

Determinação dos custos de referência das tubagens

O Instituto Superior Técnico (IST), financiado pelo Programa Operacional para a Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), realizou um estudo para a Secretaria-Geral do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, onde define os custos de referência de infraestruturas do ciclo urbano da água (Covas *et al.*, 2015). Assim, a determinação dos custos de substituição dos ativos da SIMDOURO teve por base esse estudo.

Os custos de construção de referência foram determinados para diferentes componentes das infraestruturas tendo em consideração as variáveis características de natureza hidráulica (e.g., carga, caudal), sanitária (e.g., tipo de tratamento) e/ou infraestrutural (e.g., diâmetro, material, volume, profundidade) (Covas *et al.*, 2015).

Os custos de referência não incluem os custos associados a: estudos e projetos, fiscalização, assessorias várias, gestão de projeto e aquisição de terrenos, expropriações e servidões. Neste contexto, é importante referir que as fichas técnicas “simplificadas” (FTS) dos custos de construção de referência utilizadas foram: a “FTS 1 – Levantamento e reposição de pavimentos”, a “FTS 14 – Drenagem de águas residuais. Construção de conduta elevatória” e a “FTS 15 – Drenagem de águas residuais. Construção de emissários gravíticos”.

Os custos de referência das CE e dos IG (FTS 14 e FTS 15, respetivamente) são dados em função dos respetivos diâmetros e materiais. Deste modo, a informação recolhida e devidamente documentada utilizada nas matrizes de risco, foi orientada para a determinação dos custos de referência, utilizando, posteriormente as FTS 14 e 15 de Covas *et al.* (2015).

Os custos de referência das tubagens são extraídos, seja das tabelas ou das equações das curvas de regressão das medianas (estas últimas foram utilizadas quando, nas tabelas, não constavam alguns

diâmetros do presente caso de estudo, e em função do material constituinte das tubagens), em €/m, sendo posteriormente multiplicados pelo comprimento total das respetivas tubagens.

Note-se que, Covas *et al.* (2015) apresenta duas equações, das curvas de regressão das medianas, para o ferro fundido dúctil (FFd) relativamente aos IG: uma para o FFd em vala (i.e., enterrado) e outra para o FFd em travessia (sempre que utilizado em travessias suspensas em pontes, ou seja, sem abertura de vala).

Sendo assim, na determinação dos custos de referência das tubagens, estas considerações tornaram-se problemáticas, não sendo possível identificar os tipos de travessia existentes: se em vala se suspensas em pontes. Contudo, como a informação disponível na empresa era de que haveria poucos casos de travessia e, nas eventuais poucas situações destas, a extensão era sempre reduzida, consideraram-se todos os IG em FFd em vala.

Determinação dos custos de referência de pavimentação

Os custos de referência das tubagens, fornecidos na FTS 14 e FTS 15, por Covas *et al.* (2015), não incluem os custos de pavimentação, nem de trabalhos especiais. Para incluir as pavimentações utiliza-se a FTS 1 fornecida no mesmo estudo, tendo em conta o diâmetro das tubagens e a tipologia do pavimento.

Na tipologia do pavimento, a FTS 1 considera seis tipologias, com diferentes custos de referência, apresentados seguidamente por ordem crescente de custo: (i) betume asfáltico em Estradas Nacionais (E.N.); (ii) betonilha esquartelada; (iii) betume asfáltico em Estradas Municipais (E.M.); (iv) cubos de granito, calçada à portuguesa, blocos de encaixe, paralelos e pedra de chão; (v) macadame e; (vi) saibro, terra batida e brita. No presente trabalho considerou-se zona rural fora de estrada, nas tubagens que se encontravam localizadas no terreno, (e.g., em jardins, zonas com vegetação). Os custos de referência relativos aos pavimentos devem ser acrescidos dos custos de marcação e corte do pavimento, apenas, nos betumes asfálticos em Estradas Nacionais e Municipais.

Como se pode verificar, a determinação dos custos de referência relativos ao pavimento dos interceptores originou um processo separado e exigente, pois esta informação não consta do cadastro da SIMDOURO. Para tal, recorreu-se à plataforma WebSIG e, após cada IG e CE terem sido identificados, recorrendo ao Google Maps, conseguiu-se reconhecer o tipo de pavimento das respetivas tubagens.

Na Figura 5.1 apresenta-se um exemplo retirado da plataforma WebSIG que diz respeito ao IG Afluyente – Baltar. Com esta imagem (que não foi selecionada aleatoriamente) e recorrendo ao Google Maps foi possível identificar as diversas tipologias de pavimentação.

Pela análise da Figura 5.1, encontraram-se quatro tipologias só em 167,20m de interceptor, que foram as seguintes:

- Betume asfáltico em Estradas Municipais, representada a cor azul;
- Cubos de granito, representada a cor verde;
- Zona rural fora de estrada, representada a cor laranja; e
- Betume asfáltico em Estradas Nacionais, representada a cor amarela.



Figura 5.1 – Exemplo de várias tipologias de pavimento num troço de tubagem.

A zona representada a cor amarela, corresponde à travessia de uma linha de ferro, no entanto, esta não consta da lista de tipologias apresentadas na FTS 1. Perante esta situação e, sabendo que este não é o único caso que se encontra na SIMDOURO, no presente caso de estudo considerou-se o custo mais elevado das tipologias apresentadas na FTS 1, que corresponde ao betume asfáltico em Estradas Nacionais.

Determinação dos custos de substituição

Para finalizar, os custos de substituição, utilizados para a determinação do valor atual e, posteriormente, para a determinação do IVI, resulta do somatório dos custos de referência das tubagens e dos custos de referência de pavimentação. No anexo IV encontram-se as tabelas relativas à determinação dos custos de substituição.

5.2 DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Como referido anteriormente, o IVI representa o grau de juventude, maturidade ou envelhecimento de uma infraestrutura, sendo obtido pela razão entre o valor atual da infraestrutura e o respetivo custo de substituição. Uma das formas de o determinar é utilizando o Excel do Microsoft Office.

Sendo assim, a informação necessária para a determinação do IVI, tal como o diâmetro, o material e o ano de construção de cada interceptor, foram retiradas dos dados das matrizes de risco. O diâmetro e o material foram utilizados para a determinação dos custos de substituição.

Note-se que, o subsistema de Lordelo, como referido anteriormente, não possuía um ano de construção concreto, sabendo que terá sido construído entre o ano de 2000 e 2001. Sendo assim, e visto que este é um fator fundamental para a determinação do IVI, adaptou-se a pior das situações, ou seja, por considerar o ano de 2000.

Neste subcapítulo, adotou-se a vida útil média proposta por Almeida e Cardoso (2010), como referido anteriormente, ou seja, uma vida útil de 40 anos, independentemente do material dos interceptores. Sendo assim, a vida útil remanescente de cada interceptor é expressa através de:

$$Vida\ útil\ rem. = Vida\ útil - (Ano\ corrente - Ano\ de\ construção) \quad (5.1)$$

De seguida é determinado o valor atual dos interceptores, consistindo na depreciação do seu custo de substituição tendo em consideração o ano de construção. Sendo assim, o valor atual dos interceptores é expresso através de:

$$Valor\ atual = Custo\ de\ substituição \times \frac{Vida\ útil\ remanescente}{Vida\ útil} \quad (5.2)$$

Finalmente, é determinado o IVI por interceptor ou por subsistema, conforme apresentado nas equações seguintes, respetivamente:

$$IVI = \frac{\Sigma\ Valor\ atual\ do\ interceptor}{\Sigma\ Custo\ de\ substituição\ do\ interceptor} \quad (5.3)$$

$$IVI = \frac{\Sigma\ Valor\ atual\ dos\ interceptores\ do\ subsistema}{\Sigma\ Custo\ de\ substituição\ dos\ interceptores\ do\ subsistema} \quad (5.4)$$

A título de exemplo, na Tabela 5.2 apresenta-se a determinação do IVI no subsistema do Areinho e nos seus interceptores. Nesta tabela encontra-se, respetivamente e a cor cinza, a numeração das equações referidas anteriormente.

Tabela 5.2 – Determinação do IVI por interceptor e por subsistema, no subsistema do Areinho.

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intceptor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	200	PP	16 804,9	2003	40	26	10 923,2	0,65	0,59
			250	PP	51 120,2				33 228,1		
			315	PP	39 009,9				25 356,4		
			400	PVC	45 534,1				29 597,1		
				PVC	3 008,1				1 955,3		
		FFd	164 111,0	106 672,2							
		IG Oliveira do Douro 1	400	PEAD	9 905,4	1997	40	20	4 952,7	0,50	
			500	FFd	14 902,1				7 451,0		
				PEAD	31 943,9				15 972,0		
			FFd	215 840,4	107 920,2						
		IG Oliveira do Douro 2	200	PP	174,4	2001	40	24	104,6	0,60	
			250	PVC	26 715,5				16 029,3		
			400	PVC	20 732,7				12 439,6		
			500	PVC	5 822,3				3 493,4		
			600	FFd	275 120,6				165 072,4		
		CE Areinho	100	FFd	27 389,7	2007	40	30	20 542,3	0,75	

No anexo V encontram-se as tabelas relativas à determinação do IVI, por intercetor e por subsistema, utilizando a ferramenta Excel do Microsoft Office.

5.3 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE AWARE-P DA BASEFORM

No presente subcapítulo, apresenta-se a utilização do *software* AWARE-P da Baseform para cálculo do IVI. Este *software* é uma aplicação pública na internet, que possui uma versão “*trial*” gratuita, usada neste trabalho, porém com algumas limitações: (i) uma tabela submetida em Excel está limitada a um máximo de 100 linhas e, (ii) os dados carregados são eliminados ao fim de 24 horas. As duas limitações não foram no entanto relevantes, para se poder explorar a aplicação, no âmbito deste trabalho.

Refira-se que, antes de utilizar o *software*, se compararam os seus resultados com os obtidos através da folha de cálculo usada para o cálculo do IVI. Assim, utilizando a mesma vida útil (40 anos) que a usada na ferramenta Excel do Microsoft Office, obteve-se com o *software* da Baseform um IVI de 0,70 no ano inicial (i.e., 2017) que, como se poderá verificar no subcapítulo 5.4.1, iguala o valor obtido na referida ferramenta Excel.

Os “*inputs*” mais relevantes, necessários para ser possível correr uma simulação do *software*, são o ano de instalação/construção, a vida útil adotada e o custo de substituição de cada intercetor.

A informação relativa aos custos de substituição, apresentados no anexo IV, é relativamente extensa pois, a sua tabela possui cerca de 314 linhas. Tendo em consideração o limite de 100 linhas definido pelo *software*, assim como os “*inputs*” necessários para ser possível correr uma simulação no mesmo, executaram-se várias tentativas de forma a agrupar e comprimir esta informação.

Desta forma, primeiramente, tentou-se agrupar por intercetor. Sabendo que, dos 235km de intercetores da SIMDOURO, fazem parte, no total, 118 intercetores, não daria para executar esta junção. Primeiro, porque ultrapassa o limite de 100 linhas e, segundo, porque para o mesmo intercetor existem materiais diferentes e, conseqüentemente, diferentes vidas úteis.

No preenchimento das vidas úteis, apresentadas na Tabela 5.1, utilizaram-se as duas colunas “*from*” e “*to*”, de acordo com o referido anteriormente em 5.1.1.

Sendo assim, efetuou-se a agregação da informação agrupando os intercetores com iguais características relativamente ao ano de instalação/construção e vida útil dos ativos de acordo com o material, e realizou-se, posteriormente, a junção dos custos de substituição de acordo com esta agregação. Deste modo, conseguiu obter-se um número de apenas 32 linhas, como apresentado na Tabela 5.3, o que permitiu usar então a versão “*trial*” do *software* AWARE-P da Baseform.

É importante referir que, para comprovar que os resultados obtidos mediante a agregação dos dados eram iguais à não agregação, efetuou-se um teste num subsistema escolhido para esse efeito, e que não atingia as 100 linhas, na versão inicial. Realizou-se o “upload” do ficheiro Excel desse subsistema em duas opções: com a informação inicial (16 linhas) e com a junção de algumas tubagens, reduzindo para 4 linhas. Obtiveram-se os mesmos resultados em ambos, o que demonstra que a junção de ativos para reduzir as linhas do ficheiro não altera os resultados, como aliás se admitia.

Tabela 5.3 – Informação comprimida dos intercetores da SIMDOURO, utilizados no *software*

(Fonte: Baseform).

ID	Asset class	Installation year [yyyy]	Useful life from (years)	Useful life to (years)	Replacement value (€) [#,##0.00]
1	TUB 1	1995	40	60	467,360.98
2	TUB 2	1995	40	50	432,556.95
3	TUB 3	1995	40	70	59,077.69
4	TUB 4	1997	40	60	742,341.09
5	TUB 5	1997	40	50	408,640.04
6	TUB 6	1998	40	60	95,688.02
7	TUB 7	1998	40	50	142,787.41
8	TUB 8	1999	40	60	950,037.52
9	TUB 9	1999	40	50	500,071.19
10	TUB 10	1999	40	70	36,828.26
11	TUB 11	2000	40	60	1,565,671.67
12	TUB 12	2000	40	50	770,261.66
13	TUB 13	2001	40	60	332,630.82
14	TUB 14	2001	40	50	53,444.86
15	TUB 15	2002	40	60	2,870,828.17
16	TUB 16	2002	40	50	1,241,469.38
17	TUB 17	2003	40	60	4,937,112.48
18	TUB 18	2003	40	50	1,712,692.61
19	TUB 19	2004	40	60	1,465,951.05
20	TUB 20	2004	40	50	253,386.04
21	TUB 21	2005	40	60	6,789,364.16
22	TUB 22	2005	40	50	194,393.40
23	TUB 23	2006	40	60	4,281,712.09
24	TUB 24	2006	40	50	166,226.72
25	TUB 25	2007	40	60	27,389.70
26	TUB 26	2008	40	60	278,728.85
27	TUB 27	2008	40	50	606,116.13
28	TUB 28	2010	40	50	3,255.17
29	TUB 29	2014	40	60	2,160,041.69
30	TUB 30	2014	40	50	3,211,401.64
31	TUB 31	2015	40	60	26,397.21
32	TUB 32	2015	40	50	910,359.10

Posteriormente ao “upload” da tabela, procede-se à análise dos resultados, nomeadamente através dos gráficos do IVI gerados, com bastante informação, o que será abordado no próximo subcapítulo.

5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como já se referiu, considera-se um intervalo ótimo para o IVI, o compreendido entre 0,60 e 0,40. Este intervalo representa uma infraestrutura estabilizada e com a realização de investimentos graduais pela EG. Quando o IVI toma valores superiores a 0,60 (que é o caso da maior parte dos intercetores da

SIMDOURO), pode representar que a EG fez grandes investimentos recentes, derivado, por exemplo, da atribuição de Fundos Europeus.

O IVI enquadra-se, assim, no contexto das atividades associadas ao planeamento estratégico da GA, referido no subcapítulo 3.2.2, porque conduz à análise e discussão do planeamento dos custos de investimento de substituição/reabilitação, suportado ainda em estudo de diferentes cenários alternativos, permitindo com eles verificar o impacto de admitir diferentes taxas de reabilitação, diferentes custos médios anuais de substituição/reabilitação, ou mesmo de garantir a substituição ou não de todos os ativos no final da vida útil.

5.4.1 Análise do IVI obtido na ferramenta Excel do Microsoft Office

A determinação do IVI foi efetuada por intercetor, por subsistema e, também, para a totalidade dos intercetores da SIMDOURO, através da ferramenta Excel do Microsoft Office. Os resultados obtidos estão representados no anexo V e são analisados neste subcapítulo.

Do trabalho realizado pode-se referir, primeiramente, que o valor atual dos IG e CE da SIMDOURO atinge os 26,3 milhões de euros, sendo o custo de substituição dos mesmos estimado em 37,7 milhões de euros.

Do anexo V, verifica-se que nos Municípios de Baião, Castelo de Paiva e Cinfães, o IVI por intercetor ou por subsistema é igual a 0,95, pois trata-se de subsistemas construídos recentemente pela EG.

Efetuando uma análise por subsistema, verifica-se que o menor valor do IVI é encontrado no subsistema de Lordelo (0,58) e do Areinho (0,59), sendo os únicos subsistemas que se encontram com as suas infraestruturas estabilizadas, possuindo investimentos graduais ao longo do tempo, colocando estes subsistemas no intervalo ótimo, em que o que se investe em reabilitação, em média, corresponde à depreciação.

No caso dos intercetores, o menor valor do IVI é de 0,45, que corresponde a intercetores no subsistema de Gaia Litoral, cujo ano de construção é de 1995 (22 anos). Na Tabela 5.4 apresentam-se os dez intercetores com o menor valor do IVI obtido, por intercetor.

Tabela 5.4 – Menores valores do IVI obtido, por interceptor.

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)			
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Oliveira do Douro 1	400	PEAD	9 905,4	1997	40	20	4 952,7	0,50			
				FFd	14 902,1				7 451,0				
			500	PEAD	31 943,9				15 972,0				
				FFd	215 840,4				107 920,2				
	Gaia Litoral	CE Valadares	IG CG7	500	FFd	95 688,0	1998	40	21	50 236,2	0,53		
				900	FFd	279 856,8	1995	40	18	125 935,6	0,45		
		IG da Madalena E2	IG da Madalena E2	1125	PEAD	266 274,0	1999	40	22	119 823,3	0,52		
				315	PVC	7 146,1				3 930,4			
			600	400	PVC	158 746,0	87 310,3						
				FFd	34 589,8	17 294,9							
		IG Lavadores	CE Lavadores	300	PVC	66 958,7	1995	40	18	30 131,4	0,45		
				315	PVC	99 324,2	1995	40	18	44 695,9	0,45		
		IG Principal de Salgueiros	IG Principal A3A, A4, A5	IG Principal A3A, A4, A5	300	Grés	59 077,7	1997	40	20	26 585,0	0,50	
					200	PVC	3 035,8				1 517,9		
					250	PVC	18 175,7				9 087,8		
					315	PVC	11 388,2				5 694,1		
			IG Principal A2A	IG Principal A2A	IG Principal A2A	400	PVC	40 307,4	1998	40	21	20 153,7	0,53
						250	PVC	19 487,1				10 230,8	
						315	PVC	19 788,4				10 388,9	
						400	PVC	35 058,0				18 405,5	
IG A1	IG A1	IG A1	200	PVC	19 447,0	1998	40	21	10 209,7	0,53			
			400	PVC	49 006,7				25 728,5				

Note-se que, apesar dos interceptores acima possuírem os menores valores do IVI, estes situam-se em torno dos valores considerados ótimos. De acordo com esta análise, estes são os interceptores que a empresa deve ter mais em atenção pois, daqui a poucos anos, o menor valor do IVI (0,45) irá certamente decair para valores abaixo de 0,40, à medida que os interceptores forem envelhecendo e com necessidade de um elevado investimento em reabilitação. Deve assim a empresa prevenir este acontecimento e planear os seus investimentos futuros com base nessa informação. Como se referiu, é nesta medida que o uso do IVI concorre para o planeamento estratégico da empresa.

De forma resumida, apresenta-se na Figura 5.2, a percentagem da rede da SIMDOURO de acordo com a classe do IVI obtido.

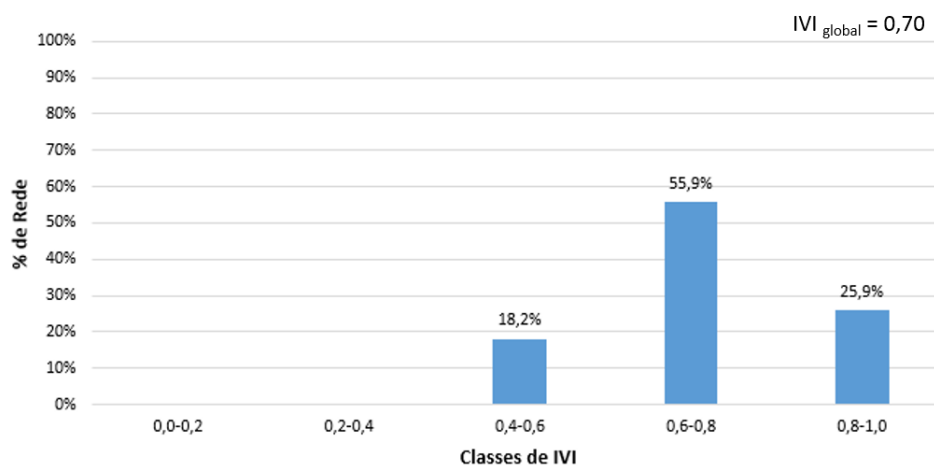


Figura 5.2 – Percentagem de rede em cada classe do IVI.

Da análise da Figura 5.2, chega-se à conclusão que aproximadamente 82% da rede se encontra no intervalo do IVI entre 0,60 e 1,0, fazendo com que os intercetores sejam classificados como jovens e, a restante percentagem de rede (cerca de 18%) encontra-se no intervalo do IVI entre 0,40 e 0,60, classificando os intercetores como estáveis e a necessitar de investimentos graduais.

Como já era de se esperar, conforme comprovado pelos resultados das matrizes de risco e tendo em consideração os resultados obtidos no IVI, os intercetores da SIMDOURO ou são jovens ou estão numa situação estável com investimentos de reabilitação graduais ao longo do tempo.

De forma a comprovar que a rede de drenagem de águas residuais da SIMDOURO é uma rede jovem, efetuou-se o cálculo do IVI para a totalidade dos seus intercetores, obtendo-se um IVI de 0,70.

5.4.2 Análise dos resultados obtidos no software AWARE-P da Baseform

Neste subcapítulo pretende-se analisar os resultados obtidos no software AWARE-P da Baseform. Este software além de calcular o IVI, concede outros tipos de informação. Como referido anteriormente, em 3.6.4, os gráficos deste software apresentam, em quatro cores distintas, a seguinte informação (Figura 5.3):

- Amarelo: valor anual do IVI;
- Vermelho: custo de substituição/reabilitação anual;
- Verde: taxa de reabilitação anual;
- Azul: percentagem de ativos em serviço.

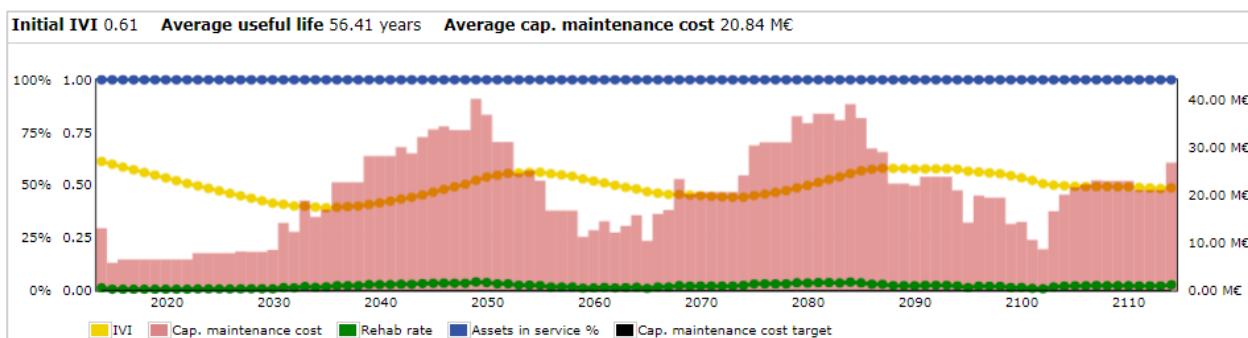


Figura 5.3 – Exemplo de um gráfico de resultados do IVI (Baseform, 2014).

Note-se que, nos gráficos obtidos e no eixo das abcissas, encontra-se o intervalo de tempo definido para a análise dos resultados. De acordo com Almeida e Cardoso (2010), deve considerar-se um período de análise suficientemente longo para englobar pelo menos um ciclo de vida da generalidade dos ativos. No

presente caso de estudo, foi considerado um período de 50 anos. No eixo das ordenadas, encontram-se dois eixos, descritos de seguida:

- Primeiro eixo (esquerda): onde estão representadas as informações relativas ao IVI, à taxa de reabilitação anual (que aumenta de baixo para cima) e à percentagem de ativos em serviço;
- Segundo eixo (direita): onde estão representados os custos de substituição/reabilitação. É importante referir, e ter em atenção, que a escala deste eixo é variável, de cenário para cenário analisado, como se poderá verificar adiante nos cenários apresentados, pelo que se deve ter sempre presente que a comparação entre dois gráficos de cenários gerados tem de ser feita com cuidado.

Outras informações retiradas da análise do gráfico (parte superior da Figura 5.3) são:

- O IVI inicial (*“Initial IVI”*), que corresponde ao valor do IVI no ano definido em *“Start year”*;
- A vida útil média (*“Average useful life”*) que corresponde à vida útil média de todos os ativos indicados. Quando se indica um intervalo e não um valor exato, o *software* gera um valor aleatório entre os dois limites (mínimo/máximo) indicados e atribui a esse ativo a vida útil gerada entre esses dois valores, sendo utilizada uma distribuição uniforme (Coelho, 2017).
- A média anual dos custos de investimento em substituição/reabilitação (*“Average cap. maintenance cost”*).

De acordo com os resultados que se pretendem atingir, nos gráficos, é possível efetuar diferentes análises, tais como: forçar (ou não) a substituição do ativo no fim da sua vida útil; definir um valor para o IVI, definir um custo de substituição/reabilitação anual ou uma taxa de reabilitação anual, podendo forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil, em simultâneo.

Para além dos gráficos, os resultados são dados em tabelas, onde consta, anualmente, toda a informação contida nesses. Estas tabelas podem ser extraídas para o Excel.

De seguida, passa-se à análise de vários cenários considerados no presente caso de estudo.

Cenário 1 – Inexistência de planos de substituição/reabilitação

Na Figura 5.4 está representada a evolução do IVI sem forçar a substituição do ativo, após o fim da sua vida útil. Neste gráfico, o IVI decresce até atingir o valor nulo no ano 2062 e os ativos começam a ficar fora de serviço a partir de 2038.

A percentagem de ativos em serviço não atinge o valor nulo no período em análise, no entanto chega perto deste, atingindo o valor de 1,76%, isto deve-se ao facto de alguns ativos possuírem uma vida útil de 70 anos.

Por exemplo, se se tivesse considerado apenas uma vida útil, independentemente do tipo de material, de 40 anos, como refere Almeida e Cardoso (2010), todos os ativos deixariam de estar em serviço conforme o seu ano de instalação/construção, acabando por obter 0% em 2055 (isto porque os intercetores mais recentes possuem o ano de construção de 2015).

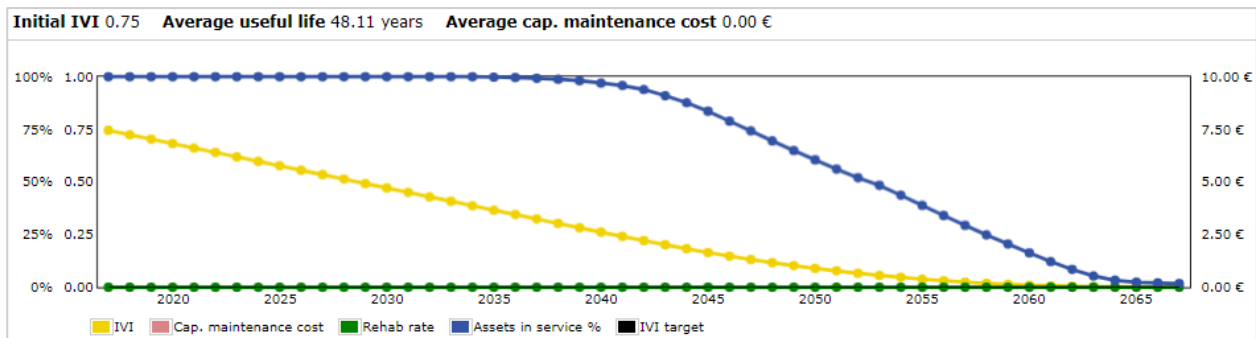


Figura 5.4 – Resultados obtidos no *software*, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).

Posto isto, considerando que a infraestrutura no fim da sua vida útil, é desativada e, como não se está a forçar a substituição do ativo (inexistência de planos de substituição/reabilitação), a taxa de reabilitação é sempre 0% e, conseqüentemente, não existem custos de substituição/reabilitação para a empresa.

Cenário 2 – Reabilitação reativa

Na Figura 5.5, está representada a evolução do IVI correspondente a uma atitude reativa, ou seja, o investimento em substituição/reabilitação vai sendo efetuado no fim da vida útil de cada ativo, mantendo a percentagem de ativos em serviço sempre em 100%.

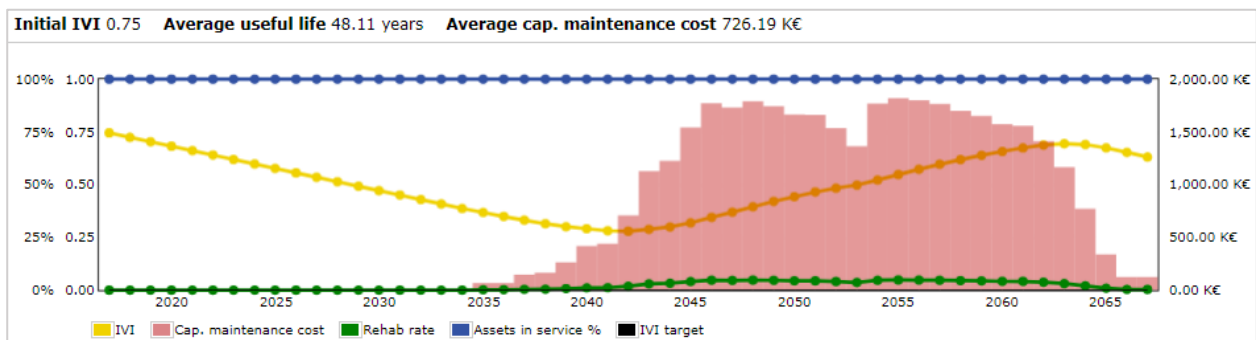


Figura 5.5 – Resultados obtidos no *software*, forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).

Durante o período em análise, o IVI toma valores inferiores a 0,40 a partir do ano 2034, refletindo a necessidade de reabilitação, que neste caso será uma reabilitação reativa. Assim, a partir do referido ano, para que a percentagem de ativos em serviço se mantenha em 100%, inicia-se a reabilitação de alguns intercetores. A taxa de reabilitação aumenta com o passar dos anos até atingir um pico no ano 2048

(possuindo uma reabilitação de 4,76% e um custo, associado, de 1 793 240,00€). A partir desse ano os encargos com a reabilitação mantêm-se elevados, na ordem de 1,5 milhões de euros por ano. Estes encargos permitem a subida do IVI até aproximadamente 0,70, a partir do qual a taxa de reabilitação decresce até 0%.

Note-se que, neste caso, a média dos custos de substituição/reabilitação é de 726 190,00€ por ano.

Conclusões do cenário 1 e 2

Pode-se concluir que as duas soluções anteriores possuem algumas desvantagens descritas de seguida:

- A não realização de reabilitação, e tendo conseqüentemente custos de substituição/reabilitação nulos, origina o decréscimo do serviço das infraestruturas, levando à sua total desativação. Este é um fator a evitar, visto que a empresa quer um sistema ativo e funcional das suas infraestruturas e deve garantir a sua sustentabilidade, pois irá entregá-lo a outra entidade, ao fim da concessão, sendo que ele deverá estar em condições de funcionar adequadamente;
- O IVI chega a valores inferiores a 0,40, o que traduz a infraestruturas envelhecidas com a necessidade de um investimento significativo em reabilitação;
- Custos de substituição/reabilitação elevados num curto espaço de tempo. Este é um fator também a evitar, não sendo o ideal para as EG. A SIMDOURO é uma empresa de capital intensivo, sendo a maior parte do seu capital, alheio, ou seja, financiado por terceiros, por pessoas ou entidades externas à empresa. Sendo assim, a existência de um custo elevado num curto espaço de tempo, prejudica economicamente a empresa, visto que para o investimento são necessários elevados financiamentos e conseqüentemente altas taxas de juro. Enquanto que, se os custos de substituição/reabilitação fossem distribuídos ao longo dos anos, a empresa conseguiria tirar partido dos *cash-flow* que pode gerar anualmente e reduzir, por essa via, a utilização de capital alheio.

Posto isto, o *software* permite orientar o IVI, os custos de substituição/reabilitação e a percentagem de reabilitação anual, individualmente ou combinada (forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil), de forma a otimizar a solução pretendida.

Cenário 3 – Definindo um IVI de 0,50, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil

Na Figura 5.6 estão representados os resultados definindo um IVI mínimo de 0,50, que é atingido em 2029. Este é um ano importante pois, atingindo este valor do IVI, começa a ser necessário reabilitar os ativos, tendo como consequência elevados custos de substituição/reabilitação. Este cenário reflete a ocorrência de uma reabilitação reativa.

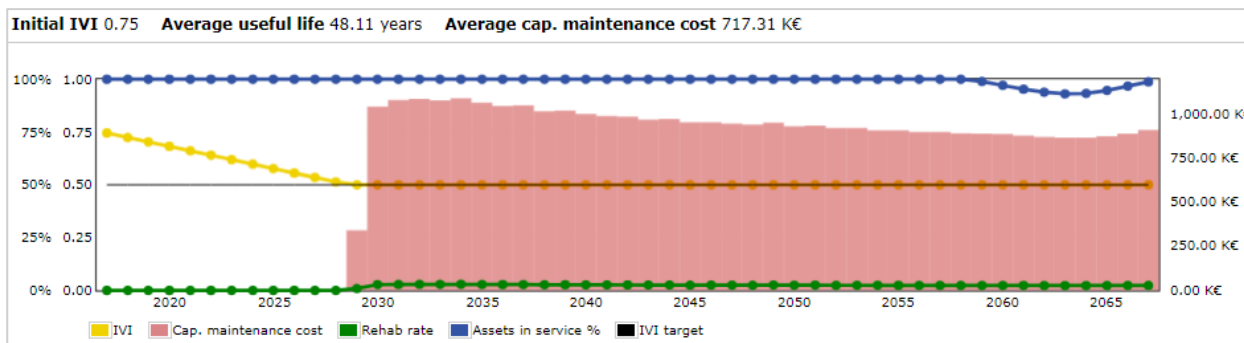


Figura 5.6 – Resultados obtidos no *software* definindo um IVI, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).

Note-se que, a partir do ano de 2030, os custos de substituição/reabilitação encontram-se, praticamente, distribuídos de forma linear ao longo do tempo (sempre perto de 1 milhão de euros). O menor custo de substituição/reabilitação manifesta-se em 2063 e 2064 (aproximadamente 863 mil euros), sendo também atingida a menor taxa de reabilitação (2,29%) e, a menor percentagem de ativos em serviço (cerca de 93,1%, valor que poderá ser pouco aceitável, mas que pode ser atempadamente contrariado, pois só aparece em 2063).

Note-se que se considerou ser razoável o valor de 2% para ativos fora de serviço ou, por outras palavras, uma percentagem de ativos em serviço de 98% no mínimo.

Por último, sublinha-se que, neste caso, a média dos custos de substituição/reabilitação é de 717 310,00€ por ano, inferior ao valor de 726 190,00€ por ano do cenário 2.

Cenário 4 – Definindo um IVI de 0,50, forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil

Na Figura 5.7 estão representados os resultados definindo um IVI mínimo de 0,50, que é atingido no ano 2029. Tal como no cenário anterior, o ano de 2029 é, também, importante. Começa a ser necessário reabilitar os ativos, tendo como consequência os custos de substituição/reabilitação e reflete, também, a ocorrência de uma reabilitação reativa.

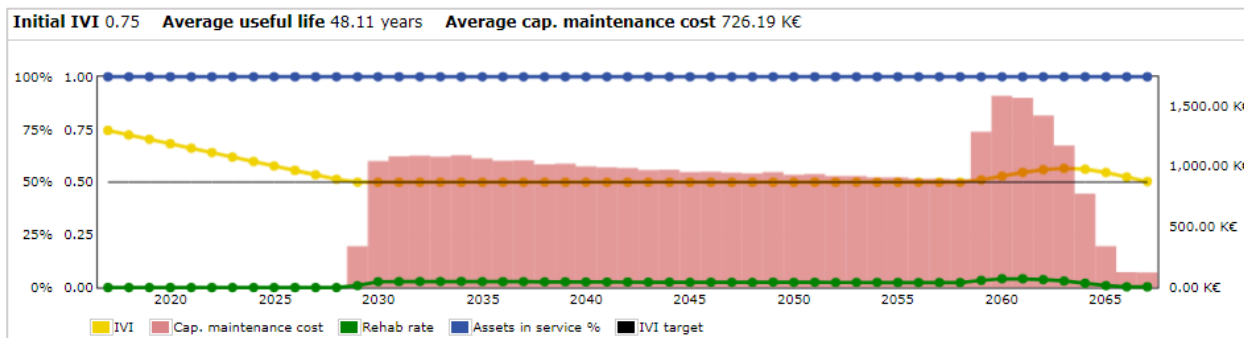


Figura 5.7 – Resultados obtidos no *software*, definindo um IVI igual a 0,50, forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).

Como se está a impor que a percentagem de ativos em serviço seja continuamente de 100%, este cenário acarretará custos de substituição/reabilitação superiores ao cenário anterior. Note-se que, os picos dos custos de substituição/reabilitação apresentados na Figura 5.7, correspondem aos mesmos anos em que a taxa de ativos em serviço decresceu, no cenário precedente.

O maior custo de substituição/reabilitação manifesta-se em 2060 e 2061 (aproximadamente 1,6 milhões de euros), possuindo uma taxa de reabilitação de 4,20%. Este investimento eleva o IVI, nos anos seguintes, até 0,57. Acabando por decrescer até o valor definido de 0,50 por consequência do decréscimo da taxa de reabilitação e dos custos de substituição/reabilitação associados.

Note-se que, neste caso, a média dos custos de substituição/reabilitação é de 726 190,00€ por ano, igual ao valor do cenário 2.

Reabilitação preventiva

Cenário 5 – Definindo uma taxa de reabilitação anual de 2,40%, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil

Da mesma forma como se impõe um IVI, pode-se impor, também, uma taxa de reabilitação anual. Depois de algumas tentativas, a solução a que se chegou, para que o IVI não decaísse de 0,40 assim como a percentagem de ativos em serviço não decaísse de 98%, foi de uma taxa de reabilitação anual de 2,40%, conforme representado na Figura 5.8.

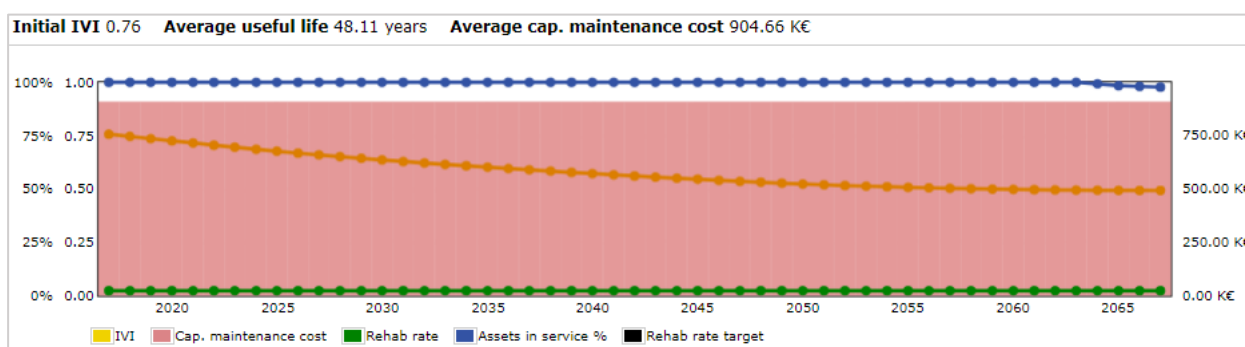


Figura 5.8 – Resultados obtidos no *software*, definindo uma taxa de reabilitação, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).

Neste cenário, o menor valor do IVI (0,49) é atingido no ano de 2064, mantendo-se constante até ao fim do intervalo de tempo definido. Os custos de substituição/reabilitação são constantes, de 904 660€ por ano.

No que diz respeito à percentagem de ativos em serviço, esta toma um valor inferior a 98% (97,75%) no último ano desta análise (2067). No entanto, possuindo este conhecimento, pode-se admitir que num

determinado ano se execute uma maior reabilitação (neste caso, superior a 2,40%) de modo a não chegar a esse ponto e, desde que seja possível esse investimento por parte da empresa.

Note-se que, para efeitos do planeamento de investimentos da empresa, e mais uma vez numa lógica de planeamento estratégico, o valor assim estimado para os custos de substituição/reabilitação anuais (900 mil euros) é um bom indicador fornecido pela ferramenta de cálculo do IVI.

Cenário 6 – Definindo um custo de substituição/reabilitação anual de 750 mil euros, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil

Da mesma forma como se impõe um IVI e uma taxa de reabilitação anual, também pode ser imposto um custo de substituição/reabilitação anual, de forma a que os ativos mantenham um nível de desempenho aceitável. Neste caso, tendo em consideração as médias dos custos de substituição/reabilitação anuais, definiu-se um custo de substituição/reabilitação anual de 750 mil euros, como se apresenta na Figura 5.9.

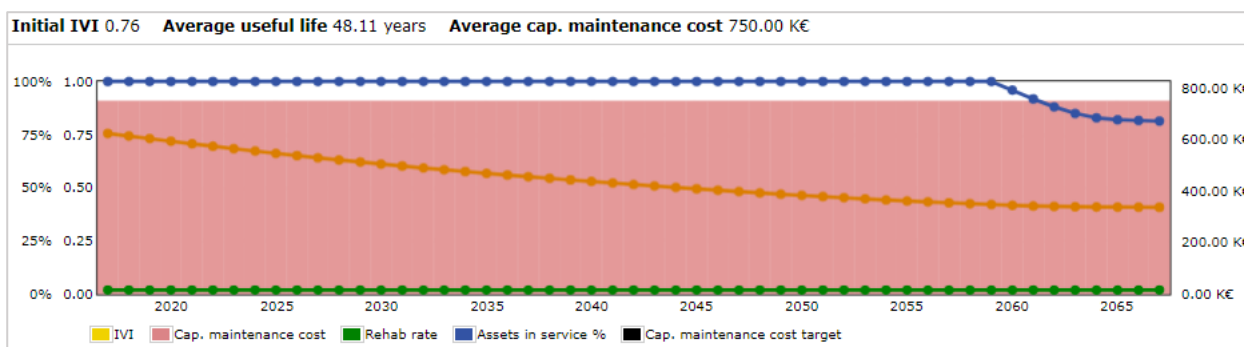


Figura 5.9 – Resultados obtidos no *software*, definindo um custo de substituição/reabilitação anual, sem forçar a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).

Neste cenário, o menor valor do IVI é de 0,41, sendo atingido em 2062, e mantém-se constante até ao fim do intervalo de tempo definido. A taxa de reabilitação anual é constante e toma o valor de 1,99%.

No entanto, no que diz respeito à percentagem de ativos em serviço, esta decresce a partir do ano de 2059, atingindo aproximadamente 81% de ativos em serviço no fim do intervalo de tempo definido. Como referido anteriormente, este valor não é aceitável no presente caso de estudo, pois considerou-se apenas admissível 2% de ativos fora de serviço (neste caso têm-se 19%).

Como referido no cenário anterior, ao possuir este conhecimento, a EG pode, antes de se chegar a esse ponto, executar uma maior reabilitação do que a considerada neste cenário (1,99%). Contudo, este aumento na taxa de reabilitação terá como consequência custos de substituição/reabilitação superiores a 750 mil euros por ano. Mais uma vez, regista-se o interesse destes valores para efeito de planeamento estratégico.

Cenário 7 – Definindo uma taxa de reabilitação anual de 2,46%, forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil

Com este cenário, pretende-se apresentar as soluções para que a percentagem de ativos em serviço seja, continuamente, 100%. O cenário mais próximo desta solução, foi apresentada no cenário 5, que possui uma taxa de reabilitação de 2,40% e, no mínimo, uma percentagem de ativos em serviço de 97,75%. Desta forma, sabe-se que a taxa de reabilitação, para todos os ativos estarem em serviço, andará perto de 2,40%.

Sendo assim, chegou-se à taxa de reabilitação anual de 2,46%, com um custo de substituição/reabilitação anual de 927 280,00€ e um valor mínimo do IVI de 0,51, conforme apresentado na Figura 5.10.

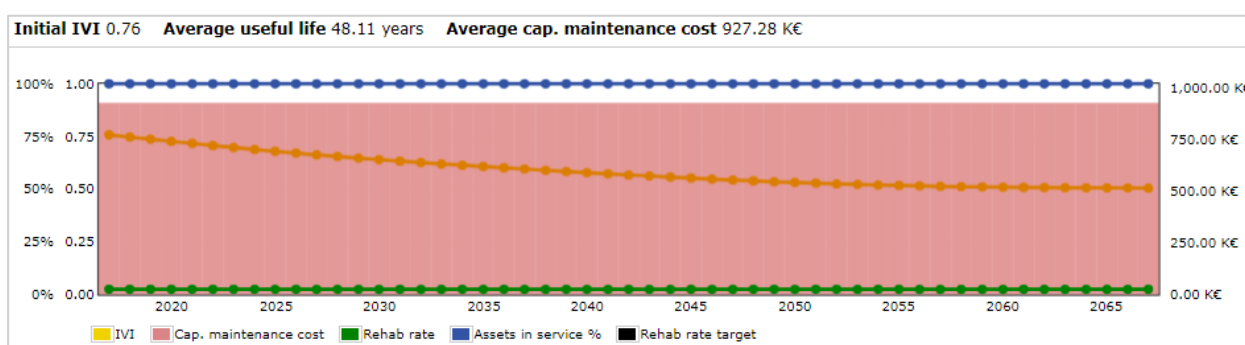


Figura 5.10 – Resultados obtidos no *software*, definindo uma taxa de reabilitação, forçando a substituição do ativo no fim da sua vida útil (Fonte: Baseform).

Conclusões dos restantes cenários

Estes últimos cenários fazem parte de dois tipos de reabilitação: reativa (cenário 3 e 4) e preventiva (cenário 5, 6 e 7). Refere-se que todos os cenários possuem um IVI dentro do intervalo ótimo (entre 0,40 e 0,60), não sendo este que irá afetar, significativamente, as conclusões retiradas da análise dos cenários.

Tendo em consideração a média dos custos de substituição/reabilitação, os cenários da reabilitação reativa são melhores (possuem um custo médio mais baixo). No entanto, o cenário 4 possui alguns anos onde se encontram picos nos custos de substituição/reabilitação. Como referido anteriormente e tratando-se de uma EG de capital intensivo, será um fator a evitar, pois se os custos de manutenção fossem distribuídos, igualmente, ao longo dos anos, a empresa conseguiria fazer uso do capital próprio.

O cenário 3 possui a média dos custos de substituição/reabilitação mais baixa, no entanto, também não são igualmente distribuídos ao longo dos anos, possuindo picos, tal como no cenário 4, não sendo tão impactantes. No que diz respeito à percentagem de ativos em serviço, esta decresce até 93,1%.

Os cenários da reabilitação preventiva possuem os custos de substituição/reabilitação igualmente distribuídos ao longo dos anos. Os cenários 5 e 7 são semelhantes. O cenário 7, como já referido

anteriormente, seria o ideal no que diz respeito a manter a percentagem de ativos em serviço sempre a 100%. No entanto, os custos de substituição/reabilitação anuais são mais elevados do que no cenário 5. O cenário 6 possui os custos de substituição/reabilitação ainda mais baixos que o cenário 5 (aproximadamente 155 mil euros).

Considerando os custos de substituição/reabilitação, o cenário 7 será, então, excluído. No entanto, os cenários 5 e 6 diferem num critério importante, que é a percentagem de ativos em serviço. O cenário 5 toma o valor de 97,75% na percentagem de ativos em serviço, mas só no último ano desta análise. No cenário 6 a percentagem de ativos em serviço decai até atingir 81%.

Posto isto, e tendo em consideração o que Almeida e Cardoso (2010) referem, a reabilitação preventiva tem benefícios relativamente à reabilitação reativa e, tem vindo a ser reconhecida face às exigências económico-financeiras. Sendo assim, considera-se que os melhores cenários a adotar fazem parte de uma reabilitação preventiva, excluindo os cenários 3 e 4.

Restam os cenários 5 e 6. Relativamente aos custos de substituição/reabilitação, o cenário 6 é melhor que o cenário 5, no entanto em termos da percentagem de ativos em serviço acontece exatamente o contrário. Relativamente à percentagem de ativos em serviço, e considerando o que foi referido anteriormente no cenário 5, possuindo esse conhecimento, pode-se admitir que num determinado ano se execute uma maior reabilitação de modo a não chegar a esse ponto e, desde que seja possível esse investimento por parte da empresa, o cenário a adotar seria o cenário 6.

No entanto, e perante a realidade das EG possuírem recursos limitados, sabe-se que a maior parte delas opta por uma reabilitação reativa. Sendo assim, a decisão do melhor cenário deve ser tomada pelas próprias EG perante a disponibilidade financeira de cada uma.

Contudo, admite-se que, na prática, o mais adotado pelas EG seja o cenário 2, ou seja, só atuam quando o ativo atinge o fim da sua vida útil. Espera-se com este trabalho contribuir para a sensibilização das EG nesta matéria.

Utilização de vidas úteis corrigidas

De acordo com Almeida e Cardoso (2010), a vida útil dos ativos pode ser afetada por diversos fatores, tais como a qualidade de produção dos materiais, a qualidade de construção, as condições de transporte e armazenamento e, também, pode adequar-se às condições operacionais e às práticas de manutenção. Ou seja, os valores da vida útil dos ativos podem ser majorados ou minorados de acordo com o respetivo estado de conservação (ou estado real).

Sendo assim, importa referir que, de modo a verificar se seria possível corrigir as vidas úteis na versão “*trial*” do *software*, efetuou-se um exercício no Excel e no *software*, tendo em consideração o exposto no parágrafo precedente.

Deste modo, efetuou-se dois testes: alterando a vida útil do ativo e alterando o ano de construção. Concluiu-se que, a alteração da vida útil na versão “*trial*” do *software*, não é viável pois, apesar de permitir que a vida útil remanescente seja alterada como pretendido, altera a vida útil inicial que irá entrar no cálculo do IVI, induzindo ao erro. A única opção de simular, e que permitiu obter valores iguais no Excel e no *software*, é alterando o ano de construção de forma a que a vida útil remanescente seja alterada para o valor corrigido que o utilizador considerar adequado.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho desenvolveu-se na área do Saneamento Básico (drenagem de águas residuais) e permitiu abordar a problemática relacionada com a Gestão de Ativos (GA), na área da gestão do risco, através da aplicação da matriz de risco e, na avaliação de custos, utilizando o Índice de Valor da Infraestrutura (IVI).

A SIMDOURO é constituída por uma variedade de infraestruturas, que fazem parte do seu sistema de drenagem, tais como: estações de tratamento de águas residuais (ETAR), estações elevatórias (EE), interceptores gravíticos (IG) e condutas elevatórias (CE). Estas infraestruturas representam um valor de aquisição na ordem dos milhões de euros. Mostra-se assim, a importância de uma boa gestão dos ativos existentes, consistindo num conjunto de boas práticas tomadas pelas entidades gestoras (EG), permitindo fazer uma gestão consciente, de modo a equilibrar o desempenho, risco e custo dos seus ativos.

A aplicação das matrizes de risco enquadra-se na gestão do risco dos ativos e necessita de uma variedade de informação dos mesmos, para a determinação da funcionalidade (probabilidade) e da criticidade (consequência). Como verificado no trabalho desenvolvido, o processo de recolha da informação necessária foi um processo demorado e, no caso das caixas de visita, não se conseguiu obter toda a informação necessária, optando-se por não incluir os ativos localizados em alguns Municípios. No âmbito da funcionalidade, sabe-se que os ativos estão sujeitos a falhas ao longo do tempo, apesar das intervenções de manutenção, existindo sempre a possibilidade de suceder uma falha inesperada. Sendo assim, os registos de avarias, por exemplo, devem ser continuamente atualizados.

Com os resultados obtidos através desta metodologia, as EG podem tomar decisões sobre os seus ativos, ou seja, se é necessário proceder à reabilitação, à manutenção ou, somente, à monitorização destes.

Analisando os resultados obtidos da aplicação da matriz de risco às caixas de visita da SIMDOURO, pode-se concluir que, os Municípios abrangidos pelo presente trabalho, contém as suas caixas de visita no nível de risco aceitável. Na perspetiva da criticidade (consequência), as caixas de visita localizadas em dois dos

Municípios, apresentam pontuações mais elevadas por se localizarem em zonas de estradas (zona rural em estrada, Estrada Municipal, Estrada Nacional).

No caso dos resultados obtidos da aplicação da matriz de risco aos intercetores da SIMDOURO, pode-se concluir que 75% deles se encontram num nível de risco aceitável, 23% no nível de risco intermédio e, apenas, 1% no nível de risco elevado. Na maior parte dos intercetores a criticidade (consequência) apresenta, também, as pontuações mais elevadas. Isto acontece porque o tipo de caudal é sempre caudal não tratado (pontuação 5) e, no caso dos diâmetros nominais, mais de metade (57%) dos intercetores apresentam diâmetros entre 250mm e 500mm, obtendo pontuações entre os 2 e os 4 pontos.

Isto permite concluir que a SIMDOURO terá que monitorizar a maior parte dos ativos aqui analisados, executar a manutenção de 23% e reabilitar cerca de 1% dos mesmos. Os resultados obtidos nas matrizes de risco vão de encontro ao plano de reabilitação da empresa, visto que a mesma tem previsto ou em elaboração os projetos de reabilitação dos intercetores mais críticos. A realização periódica destas análises de risco, com base nas matrizes desenvolvidas, enquadra-se no contexto de planeamento tático e/ou operacional preconizado pela GA.

Além de considerar o desempenho e o risco, a GA considera, também, o custo, permitindo racionalizar os investimentos e a otimizar a eficiência financeira, de modo a avaliar a deterioração dos ativos, conferindo as necessidades de investimento em reabilitação e, avaliar os custos globais correspondentes a diferentes formas de intervenção (Alegre, 2008; Almeida e Cardoso, 2010). Daqui surge o interesse em usar o Índice de Valor da Infraestrutura (IVI), permitindo fundamentar um planeamento do investimento a longo prazo.

Analisando os resultados obtidos na ferramenta Excel do Microsoft Office, aproximadamente 82% são classificados como infraestruturas jovens e, a restante percentagem, cerca de 18%, são classificados como estáveis com investimentos graduais. O IVI da totalidade da SIMDOURO é de 0,70, sendo o seu sistema de drenagem classificado como um sistema jovem. Como já era de se esperar, conforme comprovado pelos resultados das matrizes de risco e tendo em consideração os resultados obtidos no IVI, os intercetores da SIMDOURO são considerados jovens e estáveis com investimentos de reabilitação graduais ao longo do tempo.

A aplicação do *software* AWARE-P da Baseform gera gráficos de acordo com as opções tomadas pelo utilizador, permitindo efetuar vários cenários, optando por uma reabilitação preventiva ou reativa. Com os resultados obtidos, as EG podem gerir de uma forma mais consciente as organizações, podendo planear ou prever o investimento a longo prazo, por exemplo, aquando da elaboração ou revisão dos seus Estudos de Viabilidade Económico-Financeira (EVEF). Deste modo, tentou-se analisar vários cenários, prevendo qual o cenário ótimo e qual o cenário provável, utilizado pelas EG.

Note-se que, não é um privilégio do *software* fazer estas análises. É evidente que daria para efetuar no Excel, no entanto seria muito mais trabalhoso, tendo-se optado pela exploração do *software*, até para deixar à empresa informação que se considera útil sobre o mesmo (apesar de se ter utilizado a versão “*trial*”), com vista à eventual apreciação das vantagens que poderão decorrer da compra de licenças da aplicação.

Por outro lado, releva-se que este trabalho abordou duas ferramentas de GA e a sua aplicação a um caso de estudo – Matrizes de Risco e o indicador IVI – constituindo a primeira uma abordagem que se integra no contexto do planeamento tático e/ou operacional da GA e a segunda uma abordagem associada ao planeamento estratégico da GA.

Importa concluir que, as metodologias adotadas no presente trabalho, permitirá à SIMDOURO ter um auxiliar de apoio à tomada de decisão, seja a nível da análise de risco ou de custo. Sabendo que, para além das infraestruturas consideradas no presente trabalho (intercetesores e caixas de visita), se poderá integrar as restantes infraestruturas.

Por fim, é de salientar a importância da realização deste estágio, que proporcionou um primeiro contacto com o ambiente empresarial. No qual, não só se retirou ensinamentos académicos, como profissionais e pessoais, no contacto com os colaboradores da SIMDOURO e da AdDP.

6.2 POTENCIALIDADES DE DESENVOLVIMENTO FUTUROS

Relativamente às potencialidades de desenvolvimentos futuros, apresentam-se algumas sugestões relevantes, que poderão dar origem a outras abordagens decorrentes do presente trabalho:

- Atualizar, constantemente, o registo de avarias (obstruções, colapsos e roturas) e das intervenções efetuadas nas infraestruturas, o que poderá tirar partido de outros estágios académicos, como no presente trabalho, ou beneficiar de rotinas que a empresa continua a implementar nas suas equipas, contribuindo toda essa informação, mais robusta, para uma melhoria contínua das análises futuras idênticas às aqui expostas;
- Considerar as inspeções CCTV no desempenho esperado, da matriz de risco dos intercetesores, em todos os subsistemas, de modo a obter resultados que melhor traduzam a realidade;
- Efetuar a aplicação das matrizes de risco nas caixas de visita dos restantes Municípios: Arouca, Paredes/Penafiel e Vila Nova de Gaia;
- Incluir a localização da infraestrutura, na criticidade (consequência) das matrizes de risco, relativamente ao facto da mesma se encontrar em zona inundável;

CAPÍTULO 6

- Atualizar o nível de risco das infraestruturas de acordo com as obras de reabilitação realizadas pela empresa, melhorando a sua funcionalidade (probabilidade);
- Definir intervalos dos níveis de risco das matrizes de acordo com o tipo de infraestrutura;
- Incorporar informação mais detalhada para melhor estimar o estado de conservação dos interceptores, permitindo majorar ou minorar a sua vida útil, com vista a dar mais robustez aos cenários e resultados do IVI;
- Determinação do IVI global da SIMDOURO para a totalidade do seu sistema de drenagem, ou seja, para além dos interceptores (IG e CE), incluir as EE e as ETAR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AdDP - Manual de Governo da Sociedade. Águas do Douro e Paiva, S.A. (AdDP), 2017.
- AdNorte – Conta final da empreitada de execução dos interceptores de Baião, Castelo de Paiva e Cinfães. Águas do Norte, S.A. (AdNorte), 2015.
- AdP - Gestão de Ativos AdP: guia metodológico. Águas de Portugal, SGPS, S.A. (AdP), 2014.
- AdP - História [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.adp.pt/pt/grupo-adp/historia/?id=7>>.
- AdP - O que fazemos? [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.adp.pt/pt/atividade/o-que-fazemos/?id=26>>.
- AdP - Sobre o Grupo AdP [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.adp.pt/pt/comunicacao/sala-de-imprensa/sobre-o-grupo-adp/?id=136>>.
- AdP - Missão e visão [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.adp.pt/pt/grupo-adp/missao-e-visao/?id=6>>.
- AdSA - Formação em Gestão de Ativos. Águas de Santo André, S.A. (AdSA), 2017.
- ALEGRE, Helena - Gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais. Lisboa: LNEC, 2008. ISBN 978-972-49-2134-1.
- ALEGRE, Helena; COVAS, Dídia - Gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água: uma abordagem centrada na reabilitação. Lisboa: ERSAR, LNEC e IST, 2010. ISBN 978-989-8360-04-5.
- ALEGRE, Helena; COVAS, Dídia; COELHO, Sérgio Teixeira; ALMEIDA, Maria do Céu; CARDOSO, Maria Adriana - «AWARE-P: uma abordagem integrada para gestão patrimonial de infraestruturas de sistemas urbanos de água». Lisboa, 2011.
- ALEGRE, Helena; VITORINO, Diogo; COELHO, Sérgio Teixeira - «Infrastructure value index: a powerful modelling tool for combined long-term planning of linear and vertical assets». Procedia Engineering. ISSN 1877-7058. Vol. 89 (2014), p. 1428–1436.
- ALMEIDA, Maria Do Céu; CARDOSO, Maria Adriana - Gestão patrimonial de águas residuais e pluviais: uma abordagem centrada na reabilitação. Lisboa: ERSAR e LNEC, 2010. ISBN 978-989-8360-05-2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, Rita; ALEGRE, Helena; MATOS, José - «A service-oriented approach to assessing the infrastructure value index». Leading Edge Conference on Strategic Asset Management (LESAM), Pub. International Water Association (IWA), Yokohama, Japan, 2015.
- ASSIS, Rui - Apoio à decisão em manutenção na gestão de ativos físicos. 2.^a ed. Lisboa: LIDEL, 2014. ISBN 978-989-752-112-6.
- AWARE-P - Acerca do projeto [Em linha]. 2017. [Consult. 3 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.aware-p.org/np4PT/presentation>.
- BASEFORM - About [Em linha]. 2017. [Consult. 3 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:https://baseform.com/np4/about.html>.
- BASEFORM - IVI: quick start guide. AWARE-P suite documentation. Baseform, 2014.
- BF Software - Sobre a atividade da BF Software, Lda [Em linha]. 2017. [Consult. 2 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:https://www.racius.com/bf-software-lda/>.
- CARDOSO, Maria Adriana - Avaliação do desempenho de sistemas de drenagem urbana. Lisboa: LNEC, 2008. ISBN 978-972-49-2132-7. Tese de doutoramento.
- CARRIÇO, Nelson Jorge Gaudêncio - Metodologia multicritério de apoio à decisão na gestão patrimonial de infraestruturas urbanas de água. Lisboa: [s.n.], 2014. Tese de doutoramento.
- CASTRO, Ivo Freitas - Aplicação de matrizes de risco para priorização de intervenções nas condutas adutoras da Águas do Norte. Porto: [s.n.], 2016. Tese de mestrado.
- COELHO, Sérgio Teixeira - Re: Aplicação do *software* Baseform [Mensagem em linha]. 4 Out. 2017. [Consult. 4 out. 2017]. Comunicação pessoal.
- COSTA, Ana Raquel Santos - Aplicação de ferramentas de simulação estocástica na área de planeamento de uma empresa de abastecimento de água. Porto: [s.n.], 2013. Tese de mestrado.
- COVAS, D.; MONTEIRO, A.J.; TEIXEIRA, A.T.; CABEÇAS, A.; BARROS, C.; FIGUEIREDO, D.; PENA, J.; MAMOUROS, L.; AMADO, M.C.; CABRAL, M.; BRÔCO, N.; LOPES, N.; ANTUNES, S.; MARCHIONNI, V. - Custos de referência de infraestruturas do ciclo urbano da água, de valorização de resíduos sólidos urbanos e de proteção da orla costeira, relatório final - volume II. Instituto Superior Técnico (IST), Financiado pelo Programa Operacional para a Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), 2015.
- DECRETO REGULAMENTAR nº 23/95. D.R. I Série-B. 194 (95-08-23) 5284-5319.
- DECRETO-LEI nº 16/17. D.R. I Série. 23 (17-02-01) 573-601.

- ERSAR; LNEC - Guia nº 22: Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores - 3ª geração do sistema de avaliação. Lisboa: ERSAR e LNEC, 2017.
- ESPANHA, Adriana; LUÍS, Ana Margarida; SILVA, Jaime Gabriel; BOAVENTURA, Joana - Gestão de ativos patrimoniais II: ferramentas avançadas para uma abordagem integrada de gestão de ativos patrimoniais - introdução às ferramentas de apoio à decisão. 2015.
- FREIXIAL, Paula - Gestão de Ativos: o papel dos reguladores na promoção da gestão de ativos. Caparica : ERSAR, 2017.
- GOMES, Pedro André Fonseca Garez - Técnicas de inspeção e ensaios de coletores de águas residuais: análise de resultados obtidos por inspeção CCTV. Lisboa: [s.n.], 2013. Tese de mestrado.
- GUEDES, Daniela Sofia Gomes Tavares - Estudo sobre reabilitação interior de reservatórios para água potável. Porto: [s.n.], 2014. Tese de mestrado.
- IAM - Asset Management: an anatomy. The Institute of Asset Management, 2015.
- MATOS, José Saldanha - Ambiente e saneamento: sistemas de drenagem urbana. Lisboa: IST, 2006.
- NP EN 31010. 2016, Gestão do risco - Técnicas de apreciação do risco. Caparica: IPQ.
- NP ISO 31000. 2013, Gestão do risco - Princípios e linhas de orientação. Caparica: IPQ.
- NP ISO 55000. 2016, Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia. Caparica: IPQ.
- NP ISO 55001. 2016, Gestão de ativos - Sistemas de gestão: requisitos. Caparica: IPQ.
- NP ISO 55002. 2016, Gestão de ativos - Sistemas de gestão: linhas de orientação para a aplicação da ISO 55001. Caparica: IPQ.
- OLIVEIRA, Maria Manuela - Sistemas de drenagem de águas residuais: conceitos gerais, principais componentes. Porto, 2015.
- POLLARD, S. J. T.; STRUTT, J.E.; MACGILLIVRAY, B.H.; HAMILTON, P.D.; HRUDEY, S.E - «Risk analysis and management in the water utility sector: a review of drivers, tools and techniques». Process safety and environmental protection. ISSN 0957-5820. Vol. 82 (2004), p. 453-462.
- POLLARD, Simon J. T. - Risk management for water and wastewater utilities. 1.ª ed. [s.l.] : Tom Stephenson, Pub. International Water Association (IWA), 2008. ISBN 1843391376.
- SILVA, Jaime Gabriel - «Case #4: Integrating information and methodologies towards a corporate asset management system - the AdP case. Pre-congress Forum on Infrastructure Asset Management in the water sector, Pub. International Water Association (IWA), Lisbon, Portugal, 2014.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SILVA, Jaime Gabriel - Sistemas de gestão de ativos e o apoio de ferramentas da área da análise de decisão. água & ambiente. (Outubro 2015) 29.
- SILVA, Jaime Gabriel; PITTA, João P.; PINTO, André F.; AMARAL, Rita; GHIRA, Luís; CASTRO, Cristina; LIMA, Branca; BRÔCO, Nuno - «An implementation of asset management in an industrial and urban environmental utility, using risk based investment prioritization and a valuation index». Conference on Infrastructure Asset Management and Utility Bankability. International Water Association (IWA), Livorno, Italy, 2017.
- SIMDOURO - Quem somos [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.simdouro.pt/dados.php?ref=quem-somos>.
- SIMDOURO - Página inicial (imagem) [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.simdouro.pt/home.php>.
- SIMDOURO - Visão, missão e política de responsabilidade empresarial [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.simdouro.pt/dados.php?ref=visao-missao-estrategia>.
- SIMDOURO - Estrutura funcional [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.simdouro.pt/dados.php?ref=estrutura-funcional>.
- SIMDOURO - Anexo III: Estudo de Viabilidade Económico-Financeira - Contrato de Concessão. SIMDOURO - Saneamento do Grande Porto, S.A. (SIMDOURO), 2017.
- SIMDOURO - Mapa do sistema de Vila Nova de Gaia (imagem) [Em linha]. 2017. [Consult. 28 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.simdouro.pt/mapas.php?ref=mapa-gaia>.
- SIMDOURO – Anexo I: projeto global de saneamento – Contrato de Concessão. SIMDOURO - Saneamento do Grande Porto, S.A. (SIMDOURO), 2017.
- SIMDOURO – Vídeos da inspeção CCTV do subsistema de Lordelo. SIMDOURO – Saneamento do Grande Porto, S.A. (SIMDOURO), 2014.
- SOUSA, Eduardo - Saneamento ambiental I: sistemas de drenagem de águas residuais e pluviais. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2001.
- VITORINO, Diogo; COELHO, Sérgio Teixeira; ALEGRE, Helena; MARTINS, André; LEITÃO, João Paulo; SILVA, Maria Santos - AWARE-P: software documentation. Baseform, 2012.

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Neste anexo são apresentadas três tipos de tabelas para os intercetores:

- As primeiras referentes à determinação da funcionalidade (probabilidade);
- As segundas referentes à determinação da criticidade (consequência); e
- As terceiras referentes à determinação do nível de risco. Nestas tabelas, os intercetores encontram-se ordenados de acordo com o respectivo nível de risco.

Note-se que, neste anexo, não consta a determinação da funcionalidade e da criticidade do subsistema de Lordelo, visto que este se encontra no subcapítulo 4.2. No entanto, os seus intercetores encontram-se na tabela do nível de risco ordenado.

DETERMINAÇÃO DA FUNCIONALIDADE (PROBABILIDADE) DOS INTERCETORES DA SIMDOURO:

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)				Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)			
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avarias		N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação	Valor (60%)
Arouca	Ponte da Ribeira	IG Rio Arda	8 793,10	32,22	2008	9	1	0,20	FFd	2	0,40	4	11,37	4	2,40	3,00
				1 582,11					PVC corrugado	1	0,20					2,80
				97,14					FFd	2	0,40					3,00
				709,25					PVC corrugado	1	0,20					2,80
				11,01					PVC	3	0,60					3,20
				813,76					FFd	2	0,40					3,00
				4 979,27					PVC corrugado	1	0,20					2,80
				263,79					PVC corrugado	1	0,20					2,80
				304,55					FFd	2	0,40					3,00
	CE Ponte da Ribeira	73,09	73,09	2010	7	1	0,20	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,40	
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	3 381,32	3 381,32	2015	2	1	0,20	PP	3	0,60	1	29,57	5	3,00	3,80
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	826,85	826,85	2015	2	1	0,20	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,40
		IG Souselo	236,49	236,49	2015	2	1	0,20	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,40
		CE Souselo	227,80	227,80	2015	2	1	0,20	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,20
	Pedorido	IG Pedorido I	209,86	209,86	2015	2	1	0,20	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,40
		CE Pedorido	404,21	404,21	2015	2	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	2 125,76	19,87	2015	2	1	0,20	FFd	2	0,40	1	47,04	5	3,00	3,60
				2 105,89					PP	3	0,60					3,80
		CE Louredo	229,98	229,98	2015	2	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00
		IG Cinfães - Troço Final	773,41	773,41	2015	2	1	0,20	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,40
	Porto Antigo	IG do Rio Bestança	2 384,50	2 384,50	2015	2	1	0,20	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,40
Paredes / Penafiel	Gandra	IG Gandra - Regedoura	963,82	963,82	2002	15	2	0,40	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
	Paço de Sousa	Eixo Central - IG Mezio - Troço Inicial	2 369,01	651,82	2014	3	1	0,20	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,20
				1 658,06					PP	3	0,60					1,40
				1,62					PP	3	0,60					1,40
				57,51					FFd	2	0,40					1,20
		Eixo Central - CE do Mezio	1 285,30	1 285,30	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00
		Eixo Central - IG Mezio - Troço Final	1 140,83	50,46	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00
				1 090,37					PP	3	0,60					1,40
		IG Afluente - Sobrosa	7 860,99	2014	3	1	0,20	2 009,73	PP	3	0,60	1	12,72	4	2,40	3,20
								55,42	FFd	2	0,40					3,00
								2 282,04	PP	3	0,60					3,20
								85,68	FFd	2	0,40					3,00
								1 835,73	PP	3	0,60					3,20
								24,71	PEAD	1	0,20					2,80
								622,47	PP	3	0,60					3,20
274,52	FFd							2	0,40	3,00						
82,82	PEAD							1	0,20	2,80						
587,87	PP	3	0,60	3,20												

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)						Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)				
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avarias	N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação		Valor (60%)			
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Besteiros	3 490,05	70,66	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00			
				478,99					FFd	2	0,40					1,20			
				2 940,40					PP	3	0,60					1,40			
		Eixo Central - CE Paredes	964,99	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00				
																61,91	PP	3	0,60	1,40
		Eixo Central - IG Paredes - Paço de Sousa	3 025,97	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,20				
															1 943,58	FFd	2	0,40	1,00
															90,85	PP	3	0,60	1,40
															929,63	PEAD	1	0,20	1,00
		IG Afluente - Outeiro	899,22	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00				
															40,15	FFd	2	0,40	1,20
															75,25	PP	3	0,60	1,40
		IG Afluente - Rio Cavalum	14 501,87	2014	3	1	0,20	FFd	2	0,40	1	6,90	3	1,80	2,40				
															225,14	PP	3	0,60	2,60
															4 251,85	PEAD	1	0,20	2,20
															54,06	PP	3	0,60	2,60
															55,41	FFd	2	0,40	2,40
															1 237,19	PEAD	1	0,20	2,20
															36,61	PP	3	0,60	2,60
															4 546,75	PEAD	1	0,20	2,20
															99,31	FFd	2	0,40	2,40
															1 730,43	PP	3	0,60	2,60
															2 265,12	FFd	2	0,40	2,40
															422,24	PP	3	0,60	2,60
		IG Afluente - Ribeira de Brenha	1 737,31	2014	3	1	0,20	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,20				
															1 285,96	PP	3	0,60	1,40
															29,11	FFd	2	0,40	1,20
		IG Afluente - Mouriz	5 574,96	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00				
															45,10	FFd	2	0,40	1,20
															833,38	PP	3	0,60	1,40
		IG Afluente - Baltar	5 539,26	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00				
															189,88	PP	3	0,60	1,40
2 668,51	FFd														2	0,40	1,20		
26,06	PP														3	0,60	1,40		
458,31	PEAD														1	0,20	1,00		
31,35	PP														3	0,60	1,40		
1 031,11	FFd														2	0,40	1,20		
1 134,04	PEAD	1	0,20	1,00															
CE Parada de Todeia	300,70	300,70	2015	2	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00					
IG Parada de Todeia	488,12	488,12	2015	2	1	0,20	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,40					
Eixo Central - IG Franco - Cadeade	999,30	2014	3	1	0,20	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,00						
													24,63	PP	3	0,60	1,40		
													396,71	FFd	2	0,40	1,20		
													566,30	FFd	2	0,40	1,20		
													11,66	FFd	2	0,40	1,20		

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)						Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)	
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avarias	N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação		Valor (60%)
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	2 768,24	222,53	2003	14	2	0,40	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				718,11					PP	3	0,60					1,60
				474,75					PP	3	0,60					1,60
				502,30					PVC	3	0,60					1,60
				33,61					PVC	3	0,60					1,60
				816,94					FFd	2	0,40					1,40
		51,42	1997	20	2	0,40	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,20		
		74,43					FFd	2	0,40					1,40		
		282,87					PEAD	1	0,20					1,20		
		692,24					FFd	2	0,40					1,40		
		2,47	2001	16	2	0,40	PP	3	0,60	2	130,59	5	3,00	4,00		
		476,06					PVC	3	0,60					4,00		
	231,65	PVC					3	0,60	4,00							
	36,92	PVC					3	0,60	4,00							
	3,99	FFd					2	0,40	3,80							
	780,39	FFd					2	0,40	3,80							
	336,07	2007	10	1	0,20	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,20			
	Crestuma	IG Padiola	1 122,82	424,83	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				697,99					PVC	3	0,60					1,60
		CE Fioso	694,40	1,35	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				693,05					PVC	3	0,60					1,60
		IG Vessada	1 693,42	194,15	2006	11	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				1 040,64					FFd	2	0,40					1,40
				46,96					FFd	2	0,40					1,40
				73,86					PVC	3	0,60					1,60
				123,12					PP	3	0,60					1,60
				214,69					FFd	2	0,40					1,40
	364,33	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40			
	347,37	2006	11	2	0,40	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60			
	Febros	IG Principal de Febros	12 474,68	156,30	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
392,18				FFd					2	0,40	1,40					
574,52				FFd					2	0,40	1,40					
82,13				PEAD					1	0,20	1,20					
2 165,09				FFd					2	0,40	1,40					
1 073,59				FFd					2	0,40	1,40					
3 062,01				FFd					2	0,40	1,40					
139,34				FFd					2	0,40	1,40					
521,70				PVC					3	0,60	2,60					
4 291,70				FFd					2	0,40	1,40					
16,12				FFd					2	0,40	1,40					
				1					8,02	3	1,80					2,60

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)						Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)	
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avarias	N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação		Valor (60%)
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Secundário do Amial	1 942,05	254,91	2005	12	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				1 381,03					FFd	2	0,40					1,40
				306,11					FFd	2	0,40					1,40
		IG Secundário de Tabosa	5 453,18	2005	12	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60	
								7,05	FFd	2					0,40	1,40
								1 457,93	FFd	2					0,40	1,40
								47,51	FFd	2					0,40	1,40
								103,20	PEAD	1					0,20	1,20
								3 236,14	FFd	2					0,40	1,40
								601,35	FFd	2					0,40	1,40
		IG Secundário da Costa	2 244,42	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40	
								1 261,61	PEAD	1					0,20	1,20
								18,15	FFd	2					0,40	1,40
		IG Secundário de Alheira	3 282,59	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40	
								1 214,00	FFd	2					0,40	1,40
								609,50	FFd	2					0,40	1,40
								25,12	PEAD	1					0,20	1,20
								1 390,31	FFd	2					0,40	1,40
								15,70	PEAD	1					0,20	1,20
								27,96	FFd	2					0,40	1,40
		IG Secundário de Alheira de Cima	458,77	2005	12	2	0,40	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,20	
								375,50	FFd	2					0,40	1,40
		IG Secundário de S. Lourenço	1 946,79	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40	
								775,41	FFd	2					0,40	1,40
								771,25	FFd	2					0,40	1,40
								264,23	FFd	2					0,40	1,40
		IG Secundário da Jaca	3 212,56	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	1	31,13	5	3,00	1,40	
								135,90	FFd	2					0,40	3,80
								1 169,15	FFd	2					0,40	3,80
								53,14	FFd	2					0,40	3,80
47,14	PEAD							1	0,20	3,60						
1 675,27	FFd							2	0,40	3,80						
267,86	FFd							2	0,40	3,80						
IG Secundário de Soeime	1 039,76	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40			
						1 014,82	FFd	2					0,40	1,40		
IG Olival - Febros	233,57	233,57	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40		
CE Outeiro	159,82	159,82	2005	12	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40		
IG Principal de Oliveira do Douro III	549,28	2005	12	2	0,40	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60			
						446,56	PP	3					0,60	1,60		
						51,88	FFd	2					0,40	1,40		
Lever	IG Principal do Uíma - Troço Inicial	2006	11	2	0,40	PP	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60			
						194,83	PVC	3					0,60	1,60		
						5,40	FFd	2					0,40	1,40		
						1 378,72	FFd	2					0,40	1,40		
						1 292,67	PVC	3					0,60	1,60		
						146,84	PVC	3					0,60	1,60		
						701,69	FFd	2					0,40	1,40		
						236,04	FFd	2					0,40	1,40		
4 592,16	FFd	2	0,40	1,40												

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)						Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)	
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avárias	N.º de Avárias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação		Valor (60%)
Vila Nova de Gaia	Lever	IG Secundário da Carvalha	3 890,31	556,75	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				1 784,95					FFd	2	0,40					1,40
				1 548,61					FFd	2	0,40					1,40
		IG Secundário de Gendre	3 139,24	414,00	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				621,68					FFd	2	0,40					1,40
				2 103,56					FFd	2	0,40					1,40
		CE Lever I	287,38	287,38	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
		IG Principal do Uíma - Troço Intermédio	654,42	31,52	2006	11	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				198,78					PP	3	0,60					1,60
				424,12					FFd	2	0,40					1,40
		CE Lever II	69,35	69,35	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
		IG Secundário da Bica	1 985,97	140,36	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				101,90					FFd	2	0,40					1,40
				261,63					FFd	2	0,40					1,40
	763,36			FFd					2	0,40	1,40					
	718,72			FFd					2	0,40	1,40					
	IG Principal do Uíma - Troço Final I	397,86	397,86	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40	
	IG Principal do Uíma - Troço Final II	400,03	400,03	2006	11	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40	
	Gaia Litoral	IG Valadares E2	6 556,10	978,68	1997	20	2	0,40	PVC	3	0,60	4	61,01	5	3,00	4,00
				1 651,11	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60					4,00
				36,97	1997	20	2	0,40	FFd	2	0,40					3,80
				69,54					PVC	3	0,60					4,00
				1 262,68					FFd	2	0,40					3,80
				2 405,96	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60					4,00
				133,06					PVC	3	0,60					4,00
				7,58					2002	15	2					0,40	FFd	2	0,40	3,80
10,52				1997	20	2	0,40	FFd	2	0,40	3,80					
IG Valadares E3		197,16	197,16	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60	
CE Valadares		417,51	417,51	1998	19	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40	
IG CG7		1 420,45	523,36	1995	22	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40	
	897,09		PEAD					1	0,20	1,20						
IG da Madalena E1	4 532,66	411,44	2002	15	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60		
		576,51					PVC	3	0,60					1,60		
		598,60					FFd	2	0,40					1,40		
		95,80					FFd	2	0,40					1,40		
		304,35					PVC	3	0,60					1,60		
		2 041,14					FFd	2	0,40					1,40		
		504,82					FFd	2	0,40					1,40		
IG da Madalena E2	3 101,02	87,38	1999	18	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60		
		1 529,25					PVC	3	0,60					1,60		
		97,23	1997	20	2	0,40	FFd	2	0,40					1,40		
		1 387,16					PVC	3	0,60					1,60		

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)						Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)	
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avarias	N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação		Valor (60%)
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG da Madalena E3	510,48	340,76	1999	18	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				169,72					PVC	3	0,60					1,60
		IG Ateães	2 383,92	385,33	2004	13	2	0,40	PVC	3	0,60	1	41,95	5	3,00	4,00
				1 998,59					PVC	3	0,60					4,00
		CE da Madalena	1 172,10	1 172,10	2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
		IG Ponte D. Luís - Largo da Cruz	829,43	43,06	2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				143,72					FFd	2	0,40					1,40
				317,54					FFd	2	0,40					1,40
				325,11					FFd	2	0,40					1,40
		IG Horto	1 909,05	358,85	1999	18	2	0,40	Grés	4	0,80	1	52,38	5	3,00	4,20
				724,71					PEAD	1	0,20					3,60
				300,39	2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40					3,80
				398,04					FFd	2	0,40					3,80
		127,06	FFd	2	0,40	3,80										
		CE Marginal - Troço Inicial	2 184,28	2 184,28	2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
		IG Marginal - Troço Inicial	1 603,68	1 603,68	2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
		CE Marginal - Troço Final	1 811,64	1 811,64	2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
		IG Marginal - Troço Final	1 960,96	1 960,96	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
		IG Lavadores	919,67	919,67	1995	22	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
		CE Lavadores	1 961,21	1 961,21	1995	22	2	0,40	PVC	3	0,60	1	50,99	5	3,00	4,00
		IG Principal de Salgueiros	763,97	763,97	1995	22	2	0,40	Grés	4	0,80	0	0,00	1	0,60	1,80
		IG Canidelo	2 000,33	309,22	2002	15	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				1 691,11					PEAD	1	0,20					1,20
		IG ETAR - Câmara de Carga	879,90	367,15	1995	22	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				512,75					FFd	2	0,40					1,40
		CE Pedra do Couto	559,99	559,99	2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
		IG Principal do Subsistema J2	1 157,22	280,32	2002	15	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
				876,90					FFd	2	0,40					1,40
		IG Juncal	1 596,17	499,72	2002	15	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
				1 096,45					PVC	3	0,60					1,60
CE Juncal	458,50	458,50	2000	17	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40		
IG CG1	786,63	341,67	2002	15	2	0,40	PVC corrugado	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,20		
		444,96					PVC	3	0,60					1,60		
IG Granja E1	1 312,05	382,49	1999	18	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40		
		929,56					FFd	2	0,40					1,40		
IG Granja E2	7 096,97	1 775,32	2004	13	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60		
		288,86					FFd	2	0,40					1,40		
		444,96	2000	17	2	0,40	PVC	3	0,60					1,60		
		2 982,70					FFd	2	0,40					1,40		
		1 595,93	FFd	2	0,40	1,40										
9,20	2000	17	2	0,40	PVC	3	0,60	1,60								

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Desempenho Esperado (4.1)						Desempenho Real (4.3)				Funcionalidade (Probabilidade)		
					Ano de Construção	Idade (anos)	Pontuação	Valor (20%)	Material	Pontuação	Valor (20%)	Avarias	N.º de Avarias (obstruções + colapsos + roturas) / ano / 100 Km	Pontuação		Valor (60%)	
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Principal C1, C3 e C4	850,52	280,60	1999	18	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60	
			569,92	PVC					3	0,60	1,60						
			IG Principal C2 e C5	398,82	398,82	2002	15	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
			IG CG5	298,71	298,71	2002	15	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
			IG Canelas	6 882,09	284,32	2002	15	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
		664,57			2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	1,60					
		2 206,56			2002	15	2	0,40	FFd	2	0,40	1,40					
		3 726,64			2003	14	2	0,40	FFd	2	0,40	1,40					
			CE Canelas	1 011,92	1 011,92	2002	15	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40
			IG CG6	478,20	478,20	2002	15	2	0,40	PEAD	1	0,20	0	0,00	1	0,60	1,20
			IG Valadares E1	3 590,84	80,03	2002	15	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
					491,45					PVC	3	0,60					1,60
					741,76					PVC	3	0,60					1,60
					2 277,60					PVC	3	0,60					1,60
			IG CG2 N	863,21	69,48	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60
					30,98					FFd	2	0,40					1,40
					762,75					FFd	2	0,40					1,40
	IG CG6 N1	534,63	534,63	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60		
	IG CG6 N2	228,74	228,74	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60		
	IG CG5 N	432,26	432,26	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60		
	IG CG3 N	737,04	737,04	2003	14	2	0,40	PVC	3	0,60	0	0,00	1	0,60	1,60		
	IG CG4 N	856,12	856,12	2002	15	2	0,40	FFd	2	0,40	0	0,00	1	0,60	1,40		

DETERMINAÇÃO DA CRITICIDADE (CONSEQUÊNCIA) DOS INTERCETORES DA SIMDOURO:

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)			Criticidade (Consequência)	
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação		Valor (75%)
Arouca	Ponte da Ribeira	IG Rio Arda	8 793,10	32,22	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75
				1 582,11					250	2	1,50	2,75
				97,14					300	3	2,25	3,50
				709,25					315	3	2,25	3,50
				11,01					400	4	3,00	4,25
				813,76					400	4	3,00	4,25
				4 979,27					400	4	3,00	4,25
				263,79					500	4	3,00	4,25
		304,55	500	4	3,00	4,25						
	CE Ponte da Ribeira	73,09	73,09	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	250	4	3,00	4,25	
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	3 381,32	3 381,32	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	826,85	826,85	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25
		IG Souselo	236,49	236,49	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75
		CE Souselo	227,80	227,80	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	150	3	2,25	3,50
	Pedorido	IG Pedorido I	209,86	209,86	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75
		CE Pedorido	404,21	404,21	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	160	3	2,25	3,50
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	2 125,76	19,87	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75
				2 105,89					250	2	1,50	2,75
		CE Louredo	229,98	229,98	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	125	2	1,50	2,75
		IG Cinfães - Troço Final	773,41	773,41	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75
	Porto Antigo	IG do Rio Bestança	2 384,50	2 384,50	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75
Paredes / Penafiel	Gandra	IG Gandra - Regedoura	963,82	963,82	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25
	Paço de Sousa	Eixo Central - IG Mezio - Troço Inicial	2 369,01	651,82	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	500	4	3,00	4,25
				1 658,06					500	4	3,00	4,25
				1,62					600	4	3,00	4,25
				57,51					600	4	3,00	4,25
		Eixo Central - CE do Mezio	1 285,30	1 285,30	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	350	4	3,00	4,25
		Eixo Central - IG Mezio - Troço Final	1 140,83	50,46	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	500	4	3,00	4,25
				1 090,37					500	4	3,00	4,25
		IG Afluente - Sobrosa	7 860,99	2 009,73	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75
				55,42					300	3	2,25	3,50
				2 282,04					315	3	2,25	3,50
				85,68					400	4	3,00	4,25
				1 835,73					400	4	3,00	4,25
				24,71					500	4	3,00	4,25
				622,47					500	4	3,00	4,25
274,52	600			4					3,00	4,25		
82,82	630			4					3,00	4,25		
587,87	630	4	3,00	4,25								

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)			Críticidade (Consequência)							
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação		Valor (75%)						
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Besteiros	3 490,05	70,66	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75						
				478,99					200				2	1,50	2,75			
				2 940,40					200									
		Eixo Central - CE Paredes	964,99	964,99	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	500	5	3,75	5,00						
		Eixo Central - IG Paredes - Paço de Sousa	3 025,97	61,91	1 943,58	90,85	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	600	4	3,00	4,25				
											929,63				600			
											40,15				630	4	3,00	4,25
											75,25				630			
		IG Afluente - Outeiro	899,22	783,82	40,15	75,25	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75				
											200				2	1,50	2,75	
											200							
		IG Afluente - Rio Cavalum	14 501,87	225,14	4 251,85	54,06	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
											300				3	2,25	3,50	
											300							3	2,25	3,50
											300				3	2,25	3,50	
											315							3	2,25	3,50
											315				3	2,25	3,50	
											400							4
											400				4	3,00	4,25	
											400							4	3,00	4,25
											400				4	3,00	4,25	
		IG Afluente - Ribeira de Brenha	1 737,31	422,24	1 285,96	29,11	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75				
		IG Afluente - Mouriz	5 574,96	45,10	833,38	4 696,48	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
											250				2	1,50	2,75	
											250							
		IG Afluente - Baltar	5 539,26	189,88	2 668,51	26,06	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
											315				3	2,25	3,50	
											315							3	2,25	3,50
											400				4	3,00	4,25	
											400							4	3,00	4,25
											400				4	3,00	4,25	
		CE Parada de Todeia	300,70	300,70	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	100	2	1,50	2,75						
IG Parada de Todeia	488,12	488,12	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75								
Eixo Central - IG Franco - Cadeade	999,30	24,63	396,71	566,30	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25						
									400				4	3,00	4,25			
									400							4	3,00	4,25
									11,66				800	5	3,75				5,00

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)			Críticidade (Consequência)				
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação		Valor (75%)			
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	2 768,24	222,53	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75			
				718,11					250				1,50	2,75	
				474,75					315				3	2,25	3,50
				502,30					315				3	2,25	3,50
				33,61					400				4	3,00	4,25
				816,94					400				4	3,00	4,25
		IG Oliveira do Douro 1	1 100,96	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25				
								74,43				400	4	3,00	4,25
								282,87				500	4	3,00	4,25
								692,24				500	4	3,00	4,25
		IG Oliveira do Douro 2	1 531,48	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	2,47	2	1,50	2,75				
								476,06				250	2	1,50	2,75
	231,65							400				4	3,00	4,25	
	36,92							500				4	3,00	4,25	
	3,99							600				4	3,00	4,25	
	780,39							600				4	3,00	4,25	
	CE Areinho	336,07	336,07	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	100	2	1,50	2,75				
	Crestuma	IG Padiola	1 122,82	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	424,83	2	1,50	2,75				
								697,99				200	2	1,50	2,75
		CE Fioso	694,40	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	1,35	2	1,50	2,75				
								693,05				110	2	1,50	2,75
		IG Vessada	1 693,42	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	194,15	2	1,50	2,75				
								1 040,64				200	2	1,50	2,75
								46,96				250	2	1,50	2,75
								73,86				250	2	1,50	2,75
	123,12							250				2	1,50	2,75	
	214,69	300	3	2,25	3,50										
	CE Crestuma I	364,33	364,33	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	200	3	2,25	3,50				
	CE Crestuma II	347,37	347,37	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	200	3	2,25	3,50				
	Febros	IG Principal de Febros	12 474,68	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	156,30	2	1,50	2,75				
392,18								250				2	1,50	2,75	
574,52								300				3	2,25	3,50	
82,13								350				3	2,25	3,50	
2 165,09								350				3	2,25	3,50	
1 073,59								400				4	3,00	4,25	
3 062,01							600	4	3,00	4,25					
Pressão							139,34	700	5	3,75	5,00				
							521,70	700	5	3,75	5,00				
Superfície Livre							4 291,70	700	5	3,75	5,00				
							16,12	800	5	3,75	5,00				

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)			Criticidade (Consequência)				
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação		Valor (75%)			
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Secundário do Amial	1 942,05	254,91	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75			
				1 381,03					200				2	1,50	2,75
				306,11					300				3	2,25	3,50
		IG Secundário de Tabosa	5 453,18	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
								7,05				250	2	1,50	2,75
								1 457,93				300	3	2,25	3,50
								47,51				350	3	2,25	3,50
								103,20				350	3	2,25	3,50
								3 236,14				450	4	3,00	4,25
								601,35				350	3	2,25	3,50
		IG Secundário da Costa	2 244,42	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	1 261,61	3	2,25	3,50				
								18,15				400	4	3,00	4,25
								964,66				400	4	3,00	4,25
		IG Secundário de Alheira	3 282,59	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	1 214,00	2	1,50	2,75				
								609,50				300	3	2,25	3,50
								25,12				350	3	2,25	3,50
								1 390,31				350	3	2,25	3,50
								15,70				400	4	3,00	4,25
								27,96				400	4	3,00	4,25
								83,27				200	2	1,50	2,75
		IG Secundário de Alheira de Cima	458,77	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	375,50	2	1,50	2,75				
								775,41				200	2	1,50	2,75
								771,25				250	2	1,50	2,75
		IG Secundário de S. Lourenço	1 946,79	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	264,23	3	2,25	3,50				
	135,90							350				3	2,25	3,50	
	1 169,15							300				3	2,25	3,50	
	53,14							350				3	2,25	3,50	
	IG Secundário da Jaca	3 212,56	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	47,14	4	3,00	4,25					
							1 675,27				400	4	3,00	4,25	
							267,86				500	4	3,00	4,25	
1 014,82							200				2	1,50	2,75		
IG Secundário de Soeime	1 039,76	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	24,94	2	1,50	2,75						
						233,57				250	2	1,50	2,75		
IG Olival - Febros	233,57	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	300	3	2,25	3,50						
CE Outeiro	159,82	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	200	3	2,25	3,50						
IG Principal de Oliveira do Douro III	549,28	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	50,84	3	2,25	3,50						
						446,56				350	3	2,25	3,50		
						51,88				500	4	3,00	4,25		
Lever	IG Principal do Uíma - Troço Inicial	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	194,83	2	1,50	2,75						
						5,40				225	2	1,50	2,75		
						1 378,72				250	2	1,50	2,75		
						1 292,67				300	3	2,25	3,50		
						146,84				315	3	2,25	3,50		
						701,69				450	4	3,00	4,25		
						236,04				500	4	3,00	4,25		
						4 592,16				600	4	3,00	4,25		

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)			Críticidade (Consequência)							
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação		Valor (75%)						
Vila Nova de Gaia	Lever	IG Secundário da Carvalha	3 890,31	556,75	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75						
				1 784,95					300				3	2,25	3,50			
				1 548,61					350									
		IG Secundário de Gendre	3 139,24	414,00	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75						
				621,68					250				2	1,50	2,75			
				2 103,56					300							3	2,25	3,50
		CE Lever I	287,38	287,38	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	250	4	3,00	4,25						
		IG Principal do Uíma - Troço Intermédio	654,42	31,52	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	600	4	3,00	4,25						
				198,78					600				4	3,00	4,25			
				424,12					600									
		CE Lever II	69,35	69,35	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	200	3	2,25	3,50						
		IG Secundário da Bica	1 985,97	140,36	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	160	1	0,75	2,00						
				101,90					200				2	1,50	2,75			
				261,63					250									
	763,36			300					3							2,25	3,50	
	718,72			350														
	IG Principal do Uíma - Troço Final I	397,86	397,86	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75							
	IG Principal do Uíma - Troço Final II	400,03	400,03	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75							
	Gaia Litoral	IG Valadares E2	6 556,10	978,68	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75						
				1 651,11					315				3	2,25	3,50			
				36,97					400									
				69,54					500							4	3,00	4,25
				1 262,68					500									
				2 405,96					500							4	3,00	4,25
				133,06					600									
				7,58					700							5	3,75	5,00
				10,52					700									
		IG Valadares E3	197,16	197,16	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75						
		CE Valadares	417,51	417,51	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	500	5	3,75	5,00						
		IG CG7	1 420,45	523,36	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	900	5	3,75	5,00						
897,09				1125														
IG da Madalena E1		4 532,66	411,44	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75							
			576,51					315				3	2,25	3,50				
			598,60					315										
	95,80		400					4							3,00	4,25		
	304,35		400															
	2 041,14		500					4							3,00	4,25		
	504,82		600															
IG da Madalena E2	3 101,02	87,38	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	315	3	2,25	3,50								
		1 529,25					400				4	3,00	4,25					
		97,23					600											
		1 387,16					600											

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)			Críticidade (Consequência)		
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação		Valor (75%)	
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG da Madalena E3	510,48	340,76	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	160	1	0,75	2,00	
				169,72					200		1,50	2,75	
		IG Ateães	2 383,92	385,33	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75	
				1 998,59					315		3	2,25	3,50
		CE da Madalena	1 172,10	1 172,10	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	900	5	3,75	5,00	
		IG Ponte D. Luís - Largo da Cruz	829,43	43,06	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	300	3	2,25	3,50	
				143,72					400		4	3,00	4,25
				317,54					500		4	3,00	4,25
				325,11					600		4	3,00	4,25
		IG Horto	1 909,05	358,85	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25	
				724,71					400		4	3,00	4,25
				300,39					500		4	3,00	4,25
				398,04					600		4	3,00	4,25
				127,06					700	5	3,75	5,00	
		CE Marginal - Troço Inicial	2 184,28	2 184,28	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	700	5	3,75	5,00	
		IG Marginal - Troço Inicial	1 603,68	1 603,68	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	700	5	3,75	5,00	
		CE Marginal - Troço Final	1 811,64	1 811,64	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	700	5	3,75	5,00	
		IG Marginal - Troço Final	1 960,96	1 960,96	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	700	5	3,75	5,00	
		IG Lavadores	919,67	919,67	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	300	3	2,25	3,50	
		CE Lavadores	1 961,21	1 961,21	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	315	4	3,00	4,25	
		IG Principal de Salgueiros	763,97	763,97	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	300	3	2,25	3,50	
		IG Canidelo	2 000,33	309,22	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	300	3	2,25	3,50	
				1 691,11					400		4	3,00	4,25
		IG ETAR - Câmara de Carga	879,90	367,15	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	900	5	3,75	5,00	
				512,75					900		5	3,75	5,00
		CE Pedra do Couto	559,99	559,99	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	800	5	3,75	5,00	
		IG Principal do Subsistema J2	1 157,22	280,32	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	300	3	2,25	3,50	
				876,90					400		4	3,00	4,25
		IG Juncal	1 596,17	499,72	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75	
				1 096,45					300		3	2,25	3,50
CE Juncal	458,50	458,50	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	300	4	3,00	4,25			
IG CG1	786,63	341,67	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25			
		444,96					400		4	3,00	4,25		
IG Granja E1	1 312,05	382,49	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	500	4	3,00	4,25			
		929,56					600		4	3,00	4,25		
IG Granja E2	7 096,97	1 775,32	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75			
		288,86					400		4	3,00	4,25		
		444,96					400		4	3,00	4,25		
		2 982,70					500		4	3,00	4,25		
		1 595,93					600		4	3,00	4,25		
9,20	630	4	3,00	4,25									

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)				Críticidade (Consequência)				
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação	Valor (75%)					
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Granja E2.2	464,26	464,26	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
		IG Granja E3	3 589,55	3 589,55	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75				
		IG Granja E4	3 129,69	384,52	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
				1 287,90					300	3	2,25	3,50				
				1 457,27					400	4	3,00	4,25				
		IG Rechousa	306,16	306,16	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
		CE Prego	1 789,18	1 789,18	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	450	4	3,00	4,25				
		IG CG2	716,13	203,21	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75				
				512,92					315	3	2,25	3,50				
		IG Principal A3B	629,26	197,81	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75				
				431,45					315	3	2,25	3,50				
		CE da Aguda	1 063,08	811,98	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	600	5	3,75	5,00				
				251,10					0	1	0,75	2,00				
		IG CG3	277,09	97,32	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25				
				179,77					600	4	3,00	4,25				
		CE da Granja	1 373,38	1 373,38	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	200	3	2,25	3,50				
									200	2	1,50	2,75				
		IG Principal A3A, A4, A5	981,40	48,61	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
				360,49					315	3	2,25	3,50				
				139,79					400	4	3,00	4,25				
				432,51					400	4	3,00	4,25				
		IG Principal A2A	887,62	301,04	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	2	1,50	2,75				
				234,29					315	3	2,25	3,50				
				352,29					400	4	3,00	4,25				
		IG A1	717,88	265,67	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75				
				452,21					400	4	3,00	4,25				
		IG CG4	1 061,02	1 061,02	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	600	4	3,00	4,25				
				9,55					200	2	1,50	2,75				
				213,57					200	2	1,50	2,75				
				1 332,27					250	2	1,50	2,75				
191,42	315			3					2,25	3,50						
597,27	315			3					2,25	3,50						
142,68	400			4					3,00	4,25						
1 571,14	400			4					3,00	4,25						
73,23	500			4					3,00	4,25						
12,27	600			4					3,00	4,25						
230,77	600			4					3,00	4,25						
15,73	700			5					3,75	5,00						
23,47	700			5					3,75	5,00						
IG Principal C6	525,13			525,13					Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
CE Espírito Santo	3 431,89			11,09					Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	250	4	3,00	4,25
		3 420,80	700	5	3,75	5,00										

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Comprimento Total (m)	Comprimento (m)	Impacto (4.5)			Relevância (4.6)			Críticidade (Consequência)	
					Tipo de Caudal	Pontuação	Valor (25%)	Tipo de Escoamento na Conduta	Diâmetro Nominal (mm)	Pontuação		Valor (75%)
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Principal C1, C3 e C4	850,52	280,60	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
				569,92					250			
		IG Principal C2 e C5	398,82	398,82	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
		IG CG5	298,71	298,71	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	315	3	2,25	3,50
		IG Canelas	6 882,09	284,32	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	250	4	3,00	4,25
				664,57					400			
				2 206,56					400			
				3 726,64					500			
		CE Canelas	1 011,92	1 011,92	Caudal não tratado	5	1,25	Pressão	350	4	3,00	4,25
		IG CG6	478,20	478,20	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	560	4	3,00	4,25
		IG Valadares E1	3 590,84	80,03	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
				491,45					250			
				741,76					315			
				2 277,60					400			
		IG CG2 N	863,21	69,48	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75
				30,98					400			
762,75	500											
IG CG6 N1	534,63	534,63	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75		
IG CG6 N2	228,74	228,74	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75		
IG CG5 N	432,26	432,26	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	400	4	3,00	4,25		
IG CG3 N	737,04	737,04	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	200	2	1,50	2,75		
IG CG4 N	856,12	856,12	Caudal não tratado	5	1,25	Superfície Livre	700	5	3,75	5,00		

DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO, ORDENADO, DOS INTERCETORES DA SIMDOURO:

Sistema	Subsistema	Designação	Funcionalidade (4.8)	Criticidade (4.9)	Risco (4.7)
Paredes / Penafiel	Lordelo	IG Lordelo - Rebordosa - Portelinha	4,20	4,25	17,85
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	CE Lavadores	4,00	4,25	17,00
		IG Horto	3,80	4,30	16,34
		IG Valadares E2	3,96	3,84	15,20
	Febros	IG Secundário da Jaca	3,80	3,96	15,05
	Areinho	IG Oliveira do Douro 2	3,90	3,78	14,74
Paredes / Penafiel	Lordelo	IG Lordelo - Pena - Alto da Parteira	4,20	3,38	14,19
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Espírito Santo	3,89	3,59	13,97
		IG Ateães	4,00	3,38	13,52
		IG Principal A3B	4,00	3,26	13,06
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Sobrosa	3,18	3,64	11,60
	Lodelo	IG Lordelo - Torre - Cosme	4,20	2,75	11,55
Arouca	Ponte da Ribeira	IG Rio Arda	2,83	3,91	11,05
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Granja E3	4,00	2,75	11,00
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	3,80	2,75	10,45
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	3,80	2,75	10,44
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Rio Cavalum	2,55	3,48	8,88
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Marginal - Troço Final	1,60	5,00	8,00
		CE Valadares	1,40	5,00	7,00
		CE da Madalena	1,40	5,00	7,00
		CE Marginal - Troço Inicial	1,40	5,00	7,00
		IG Marginal - Troço Inicial	1,40	5,00	7,00
		CE Marginal - Troço Final	1,40	5,00	7,00
		IG ETAR - Câmara de Carga	1,40	5,00	7,00
		CE Pedra do Couto	1,40	5,00	7,00
		CE Espírito Santo	1,40	5,00	7,00
		IG CG4 N	1,40	5,00	7,00
Paredes / Penafiel	Gandra	IG Gandra - Regedoura	1,60	4,25	6,80
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG CG5 N	1,60	4,25	6,80
		IG da Madalena E2	1,59	4,23	6,74
		IG CG7	1,27	5,00	6,37
		IG Principal de Salgueiros	1,80	3,50	6,30
	Lever	IG Principal do Uíma - Troço Intermédio	1,47	4,25	6,25
	Gaia Litoral	IG CG3	1,47	4,25	6,25
		IG Valadares E1	1,60	3,86	6,17
	Febros	IG Principal de Febros	1,42	4,31	6,13
	Gaia Litoral	IG CG1	1,43	4,25	6,06
		IG Granja E4	1,60	3,76	6,01
CE da Aguda		1,40	4,29	6,01	
IG Canelas		1,43	4,19	5,98	
Arouca	Ponte da Ribeira	CE Ponte da Ribeira	1,40	4,25	5,95
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	1,40	4,25	5,95
Vila Nova de Gaia	Lever	CE Lever I	1,40	4,25	5,95
	Gaia Litoral	CE Juncal	1,40	4,25	5,95
		IG Granja E1	1,40	4,25	5,95
		CE Prego	1,40	4,25	5,95
		IG CG4	1,40	4,25	5,95
		CE Canelas	1,40	4,25	5,95
		IG A1	1,60	3,69	5,91
		IG Ponte D. Luís - Largo da Cruz	1,40	4,21	5,90
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	Eixo Central - IG Mezio - Troço Final	1,38	4,25	5,87
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG CG2 N	1,42	4,13	5,85
		IG da Madalena E1	1,46	3,92	5,71
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	Eixo Central - IG Mezio - Troço Inicial	1,34	4,25	5,70
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Principal do Subsistema J2	1,40	4,07	5,70
	Areinho	IG Oliveira do Douro 1	1,34	4,25	5,69
	Gaia Litoral	IG Granja E2	1,46	3,87	5,67
		IG Principal A2A	1,60	3,54	5,67
	Febros	IG Principal de Oliveira do Douro III	1,58	3,57	5,65

ANEXO I – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DOS INTERCETORES

Sistema	Subsistema	Designação	Funcionalidade (4.8)	Criticidade (4.9)	Risco (4.7)
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Principal A3A, A4, A5	1,60	3,52	5,63
	Crestuma	CE Crestuma II	1,60	3,50	5,60
	Gaia Litoral	IG Lavadores	1,60	3,50	5,60
IG CG5		1,60	3,50	5,60	
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	Eixo Central - IG Franco - Cadeade	1,27	4,26	5,43
Vila Nova de Gaia	Lever	IG Principal do Uíma - Troço Inicial	1,41	3,85	5,42
	Areinho	IG Mafamude	1,54	3,48	5,36
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	Eixo Central - IG Paredes - Paço de Sousa	1,26	4,25	5,35
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Secundário da Costa	1,40	3,83	5,35
	Gaia Litoral	IG CG2	1,60	3,29	5,26
		IG Canidelo	1,26	4,13	5,22
		IG Juncal	1,60	3,27	5,22
		IG CG6	1,20	4,25	5,10
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	Eixo Central - CE Paredes	1,00	5,00	5,00
Vila Nova de Gaia	Crestuma	CE Crestuma I	1,40	3,50	4,90
	Febros	IG Olival - Febros	1,40	3,50	4,90
		CE Outeiro	1,40	3,50	4,90
	Lever	CE Lever II	1,40	3,50	4,90
	Gaia Litoral	CE da Granja	1,40	3,50	4,90
	Lever	IG Secundário da Carvalha	1,40	3,39	4,75
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Secundário de Tabosa	1,40	3,38	4,72
Vila Nova de Gaia	Lever	IG Afluente - Baltar	1,34	3,41	4,58
		IG Secundário da Bica	1,40	3,26	4,56
	Febros	IG Secundário de Gendre	1,40	3,25	4,55
		IG Secundário de Alheira	1,40	3,23	4,52
	Crestuma	CE Fioso	1,60	2,75	4,40
	Gaia Litoral	IG Valadares E3	1,60	2,75	4,40
		IG Granja E2.2	1,60	2,75	4,40
		IG Principal C6	1,60	2,75	4,40
		IG Principal C1, C3 e C4	1,60	2,75	4,40
		IG Principal C2 e C5	1,60	2,75	4,40
		IG CG6 N1	1,60	2,75	4,40
		IG CG6 N2	1,60	2,75	4,40
	IG CG3 N	1,60	2,75	4,40	
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	Eixo Central - CE do Mezio	1,00	4,25	4,25
Castelo de Paiva	Fornos	CE Souselo	1,20	3,50	4,20
Vila Nova de Gaia	Crestuma	IG Padiola	1,52	2,75	4,19
		IG Vessada	1,45	2,85	4,11
	Febros	IG Secundário do Amial	1,43	2,87	4,09
IG Secundário de S. Lourenço		1,40	2,90	4,07	
Castelo de Paiva	Fornos	IG Souselo	1,40	2,75	3,85
	Pedorido	IG Pedorido I	1,40	2,75	3,85
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Final	1,40	2,75	3,85
	Porto Antigo	IG do Rio Bestança	1,40	2,75	3,85
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Parada de Todeia	1,40	2,75	3,85
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Secundário de Soeime	1,40	2,75	3,85
	Lever	IG Principal do Uíma - Troço Final I	1,40	2,75	3,85
		IG Principal do Uíma - Troço Final II	1,40	2,75	3,85
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Mouriz	1,37	2,75	3,76
		IG Afluente - Besteiros	1,36	2,75	3,75
		IG Afluente - Outeiro	1,37	2,75	3,75
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Secundário de Alheira de Cima	1,36	2,75	3,75
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Ribeira de Brenha	1,35	2,75	3,71
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG da Madalena E3	1,60	2,25	3,60
Castelo de Paiva	Pedorido	CE Pedorido	1,00	3,50	3,50
Vila Nova de Gaia	Areinho	CE Areinho	1,20	2,75	3,30
	Gaia Litoral	IG Rechousa	1,20	2,75	3,30
Cinfães	Cinfães	CE Louredo	1,00	2,75	2,75
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	CE Parada de Todeia	1,00	2,75	2,75

ANEXO II – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DAS CAIXAS DE VISITA

Neste anexo são apresentadas três tipos de tabelas para as caixas de visita dos sistemas considerados no caso de estudo:

- As primeiras relativas à determinação da funcionalidade (probabilidade);
- As segundas relativas à determinação da criticidade (consequência); e
- As terceiras relativas à determinação do nível de risco.

ANEXO II – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DAS CAIXAS DE VISITA

DETERMINAÇÃO DA FUNCIONALIDADE, DA CRITICIDADE E DO NÍVEL DE RISCO DAS CAIXAS DE VISITA DO SISTEMA DE BAIÃO:

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Inspeção (4.10)			Durabilidade (4.11)			Funcionalidade (Probabilidade)
				Avaliação Estrutural	Pontuação	Valor (70%)	Materiais Estruturais e Revestimento em Contacto com o Efluente	Pontuação	Valor (30%)	
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	cv0010 - cv0210	Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60
			cv0220				Caixa monolítica revestida com tinta epoxídica	2	0,60	1,30
			cv0230 - cv0250				Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60
			cv0260 - cv0270				Caixa monolítica revestida com tinta epoxídica	2	0,60	1,30
			cv0280 - cv0310				Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60
			cv0320				Caixa monolítica revestida com tinta epoxídica	2	0,60	1,30
			cv0330 - cv0480				Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60
			cv0490 - cv0500				Caixa monolítica revestida com tinta epoxídica	2	0,60	1,30
			cv0510 - cv0770				Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Relevância (4.12)			Críticidade (4.13)			Críticidade (Consequência)
				Diâmetro do Intercetor - Jusante (mm)	Pontuação	Valor (40%)	Localização da Caixa de Visita	Pontuação	Valor (60%)	
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	cv0010 - cv0210	200	1	0,40	Zona rural fora de estrada	1	0,60	1,00
			cv0220							
			cv0230 - cv0250							
			cv0260 - cv0270							
			cv0280 - cv0310							
			cv0320							
			cv0330 - cv0480							
			cv0490 - cv0500							
			cv0510 - cv0770							

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Funcionalidade	Críticidade	Risco (4.7)
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	cv0010 - cv0210	1,60	1,00	1,60
			cv0220	1,30		1,30
			cv0230 - cv0250	1,60		1,60
			cv0260 - cv0270	1,30		1,30
			cv0280 - cv0310	1,60		1,60
			cv0320	1,30		1,30
			cv0330 - cv0480	1,60		1,60
			cv0490 - cv0500	1,30		1,30
			cv0510 - cv0770	1,60		1,60

DETERMINAÇÃO DA FUNCIONALIDADE, DA CRITICIDADE E DO NÍVEL DE RISCO DAS CAIXAS DE VISITA DO SISTEMA DE CASTELO DE PAIVA:

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Inspeção (4.10)			Durabilidade (4.11)			Funcionalidade (Probabilidade)
				Avaliação Estrutural	Pontuação	Valor (70%)	Materiais Estruturais e Revestimento em Contacto com o Efluente	Pontuação	Valor (30%)	
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	CT	Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60
			cv0060 - cv0270							
			cv0280 - cv0290							
			cv0300 - cv0330							
	Pedorido	IG Pedorido I	cv00010	Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60
			cv00010 - cv0050							
			cv00100							
			Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxídica	3	0,90	1,60	
										cv0110 - cv0140
			cv0150 - cv0160							

ANEXO II – DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO DAS CAIXAS DE VISITA

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Relevância (4.12)			Criticidade (4.13)			Criticidade (Consequência)
				Diâmetro do Interceptor - Jusante (mm)	Pontuação	Valor (40%)	Localização da Caixa de Visita	Pontuação	Valor (60%)	
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	CT	400	3	1,20	Zona rural em estrada	2	1,20	2,40
			cv0060 - cv0270				Zona rural fora de estrada	1	0,60	1,80
			cv0280 - cv0290				Zona rural em estrada	2	1,20	2,40
		cv0300 - cv0330	Estrada Nacional				5	3,00	3,80	
		cv00010								
	IG Souselo	cv0010 - cv0050	250	2	0,80	Zona rural fora de estrada	1	0,60	1,40	
	Pedorido	IG Pedorido I	cv00100	250	2	0,80	Zona rural em estrada	2	1,20	2,00
cv0110 - cv0140										
cv0150 - cv0160										

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Funcionalidade	Criticidade	Risco (4.7)	
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	CT	1,60	2,40	3,84	
			cv0060 - cv0270			2,88	
			cv0280 - cv0290			3,84	
		cv0300 - cv0330	1,60			3,80	6,08
		cv00010					
	IG Souselo	cv0010 - cv0050	1,60	3,80	6,08		
	Pedorido	IG Pedorido I	cv00100	1,60	1,40	2,24	
cv0110 - cv0140			3,20				
cv0150 - cv0160			2,00			3,20	

DETERMINAÇÃO DA FUNCIONALIDADE, DA CRITICIDADE E DO NÍVEL DE RISCO DAS CAIXAS DE VISITA DO SISTEMA DE CINFÃES:

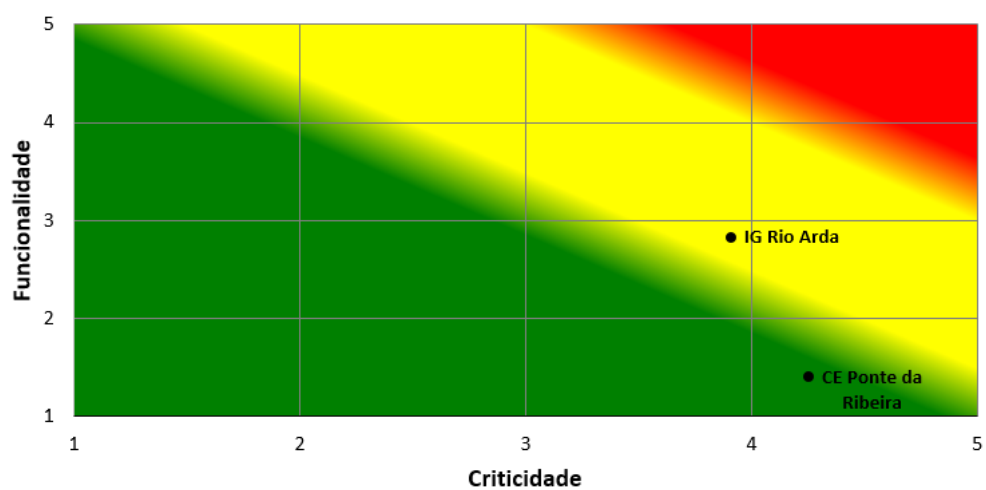
Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Inspeção (4.10)			Durabilidade (4.11)			Funcionalidade (Probabilidade)
				Avaliação Estrutural	Pontuação	Valor (70%)	Materiais Estruturais e Revestimento em Contacto com o Efluente	Pontuação	Valor (30%)	
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	cv0010 - cv0270	Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60
			cv0280 - cv0590							
			cv0600 - cv0630							
			cv0640 - cv0750							
	Cinfães	IG Cinfães - Troço Final	cv0760 - cv0930	Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60
cv0940 - cv1040										
Porto Antigo	IG do Rio Bestança	cv0010 - cv0670	Muito Bom	1	0,70	Anéis revestidos com tinta epoxidica	3	0,90	1,60	
		cv0680 - cv0780								

Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Relevância (4.12)			Criticidade (4.13)			Criticidade (Consequência)
				Diâmetro do Interceptor - Jusante (mm)	Pontuação	Valor (40%)	Localização da Caixa de Visita	Pontuação	Valor (60%)	
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	cv0010 - cv0270	250	2	0,80	Estrada Nacional	5	3,00	3,80
			cv0280 - cv0590				Zona rural em estrada	2	1,20	2,00
			cv0600 - cv0630				Zona rural fora de estrada	1	0,60	1,40
			cv0640 - cv0750				Zona rural em estrada	2	1,20	2,00
		IG Cinfães - Troço Final	cv0760 - cv0930				Zona rural em estrada	2	1,20	2,00
			cv0940 - cv1040				Zona rural fora de estrada	1	0,60	1,40
			Porto Antigo				IG do Rio Bestança	cv0010 - cv0670	250	2	0,80	Estrada Nacional	5	3,00	3,80
	cv0680 - cv0780	Estrada Municipal		4	2,40	3,20				

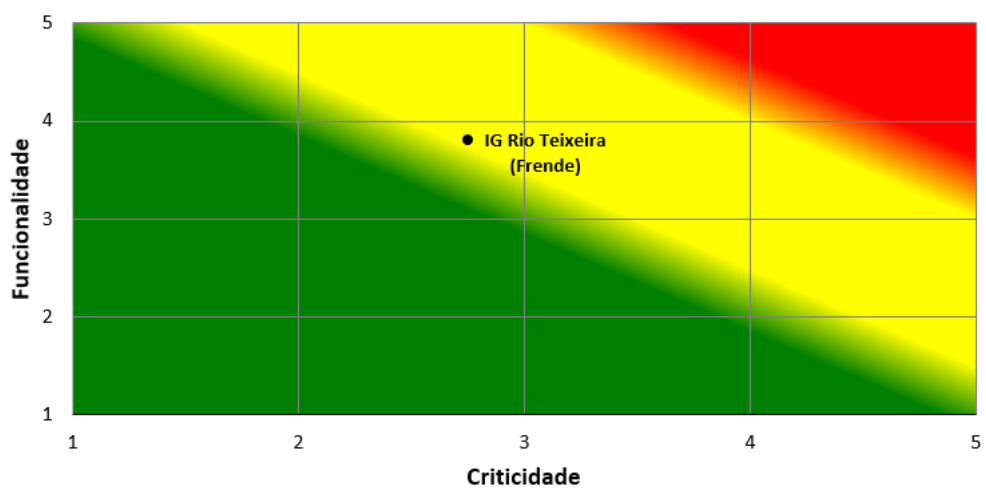
Sistema	Subsistema	Designação	Caixas de Visita	Funcionalidade	Criticidade	Risco (4.7)		
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	cv0010 - cv0270	1,60	3,80	6,08		
			cv0280 - cv0590			3,20		
			cv0600 - cv0630			2,24		
			cv0640 - cv0750			3,20		
		IG Cinfães - Troço Final	cv0760 - cv0930			1,60	2,00	3,20
			cv0940 - cv1040			1,40	2,24	
			Porto Antigo			IG do Rio Bestança	cv0010 - cv0670	1,60	3,80	6,08
	cv0680 - cv0780	3,20		5,12				

ANEXO III – MATRIZ DE RISCO DOS SISTEMAS DA SIMDOURO

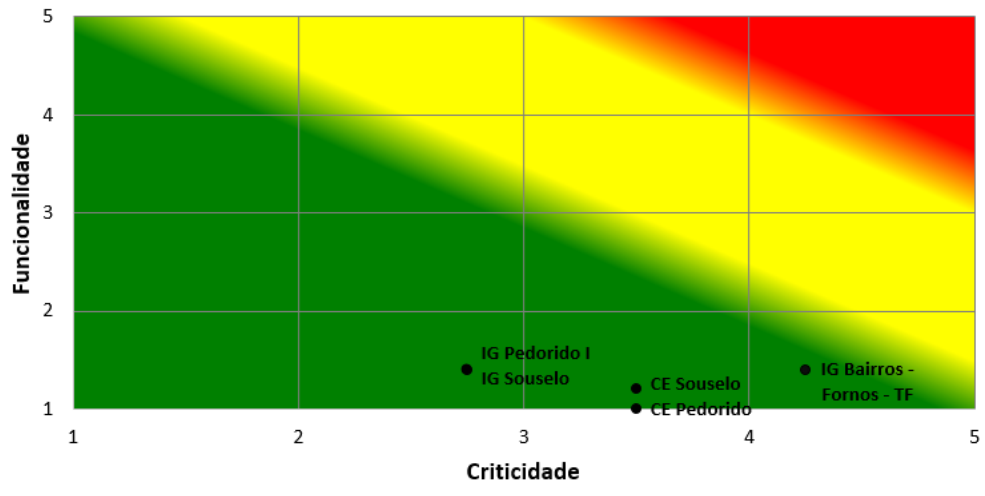
MATRIZ DE RISCO DO SISTEMA DE AROUCA:



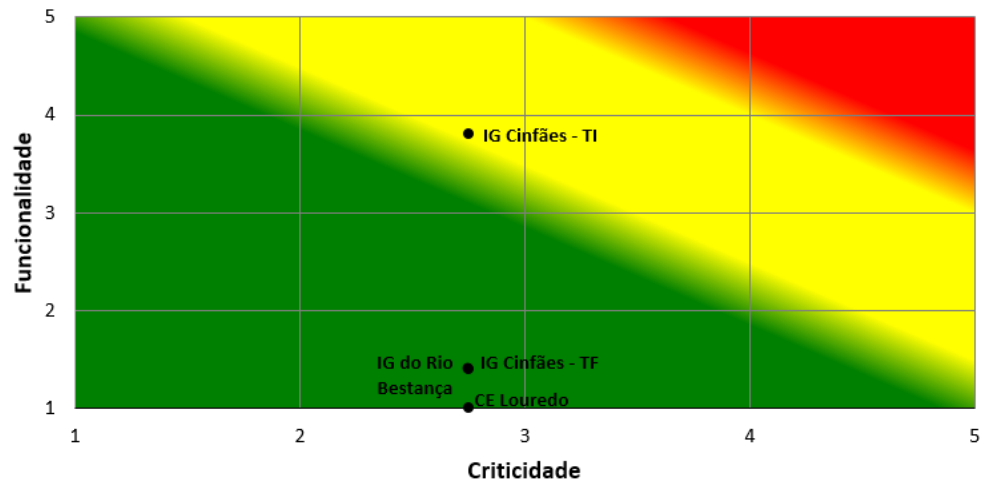
MATRIZ DE RISCO DO SISTEMA DE BAIÃO:



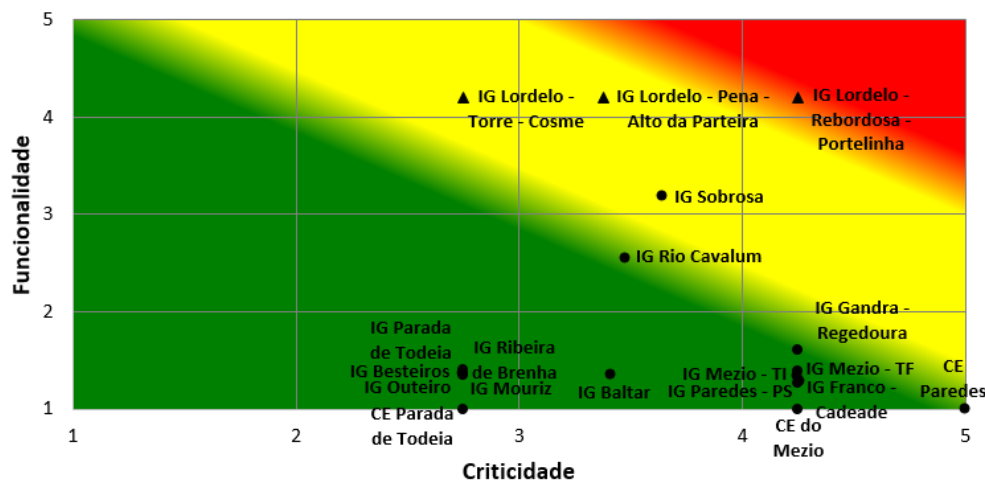
MATRIZ DE RISCO DO SISTEMA DE CASTELO DE PAIVA:



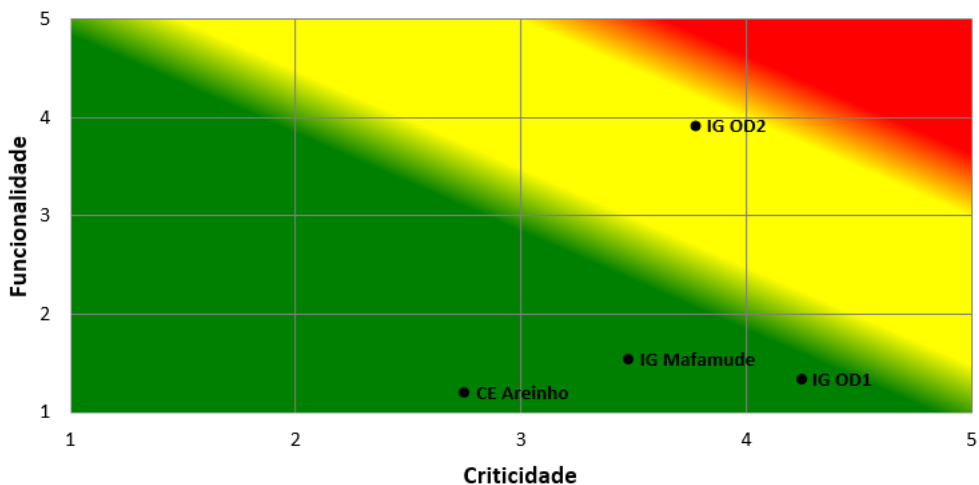
MATRIZ DE RISCO DO SISTEMA DE CINFÃES:



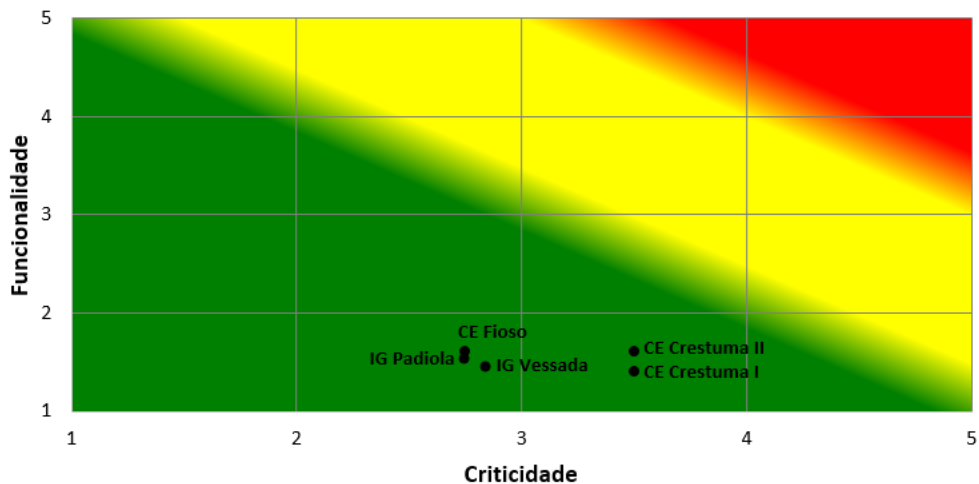
MATRIZ DE RISCO DO SISTEMA DE PAREDES/PENAFIEL:



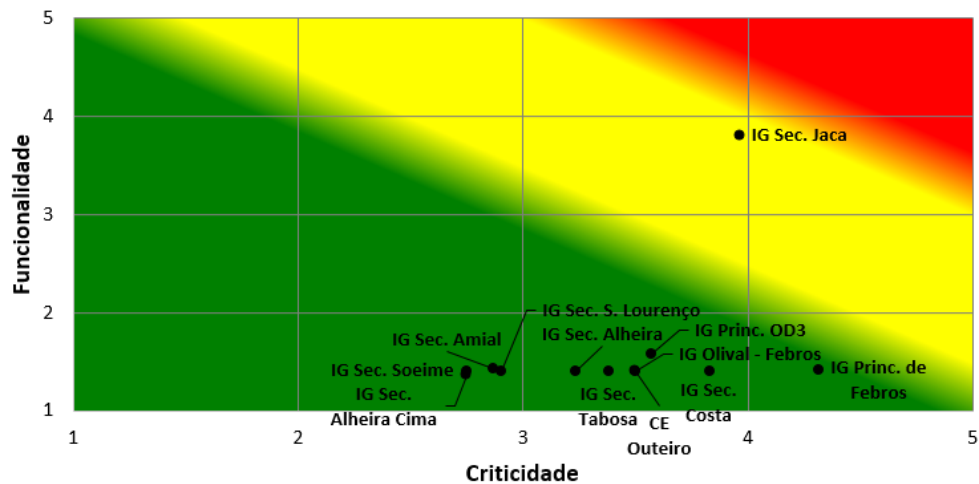
MATRIZ DE RISCO DO SISTEMA DE VILA NOVA DE GAIA:



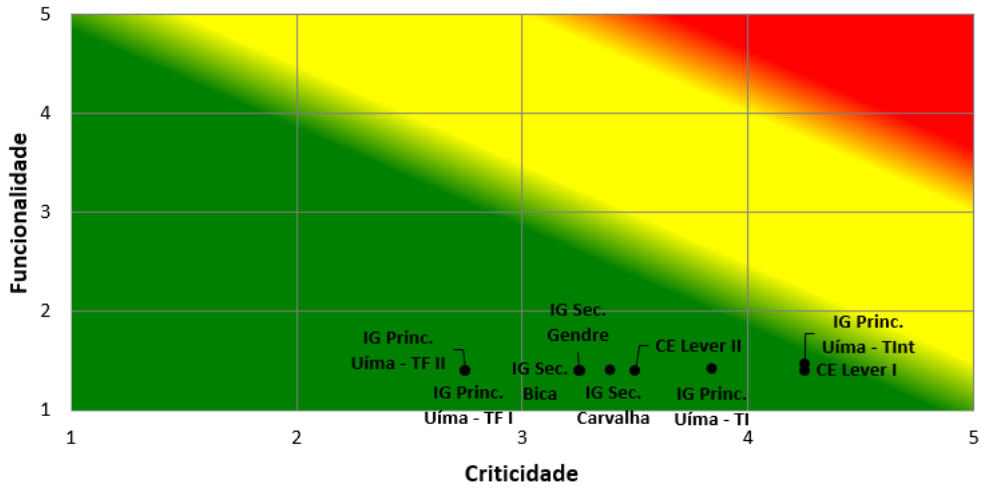
a) Subsistema do Areinho.



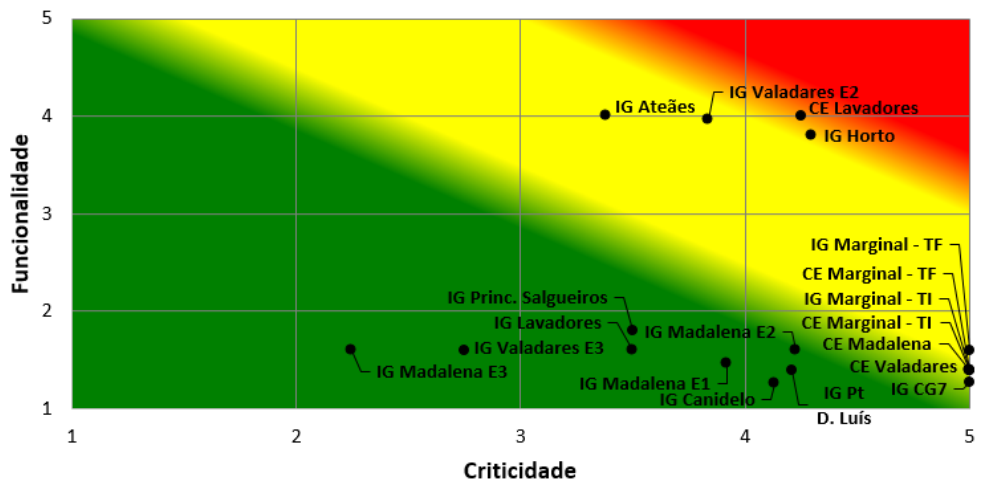
b) Subsistema de Crestuma.



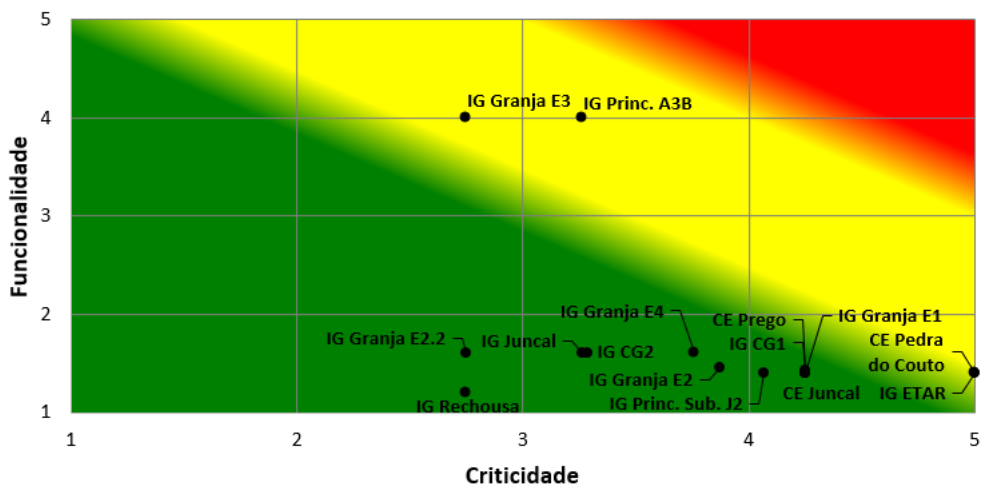
c) Subsistema de Febros.



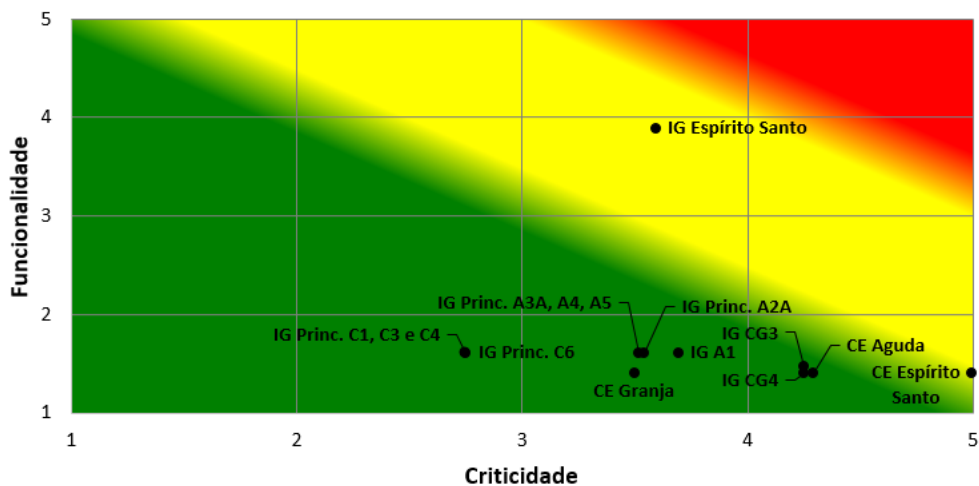
d) Subsistema de Lever.



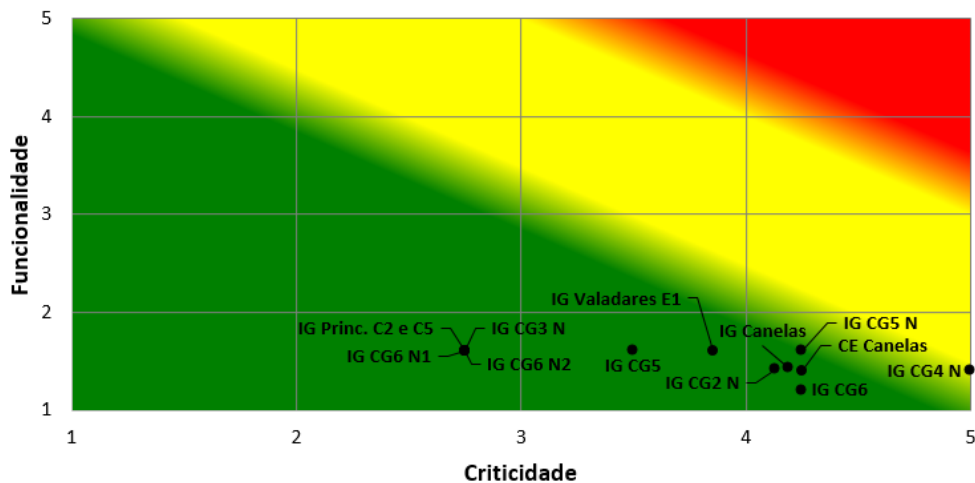
f) Subsistema de Gaia Litoral.



g) Subsistema de Gaia Litoral (continuação).



h) Subsistema de Gaia Litoral (continuação).



i) Subsistema de Gaia Litoral (continuação).

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	
Arouca	Ponte da Ribeira	IG Rio Arda	250	FFd	127,6	32,22	4 111,3	0,0	0,00	0,0	4 111,3
				PVC corrugado	47,8	1 582,11	75 624,9	7,6	77,35	587,9	76 280,4
			300	FFd	181,8	97,14	17 660,1	16,6	10,93	181,4	17 841,5
			315	PVC corrugado	67,9	709,25	48 158,1	0,0	0,00	0,0	48 158,1
			400	PVC	89,5	11,01	985,4	0,0	0,00	0,0	985,4
				FFd	198,4	813,76	161 450,0	8,6	7,23	62,2	161 817,4
				PVC corrugado	89,5	4 979,27	445 644,7	28,5	10,71	305,2	445 766,4
				8,6	7,01	60,3					
			500	PVC corrugado	132,4	263,79	34 925,8	0,0	0,00	0,0	34 925,8
				FFd	311,8	304,55	94 958,7	0,0	0,00	0,0	94 958,7
	CE Ponte da Ribeira	250	PVC	40,3	73,09	2 945,7	7,6	40,72	309,5	3 255,2	
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	200	PP	70,6	3 381,32	238 721,2	15,3	6,28	96,1	238 817,3
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	400	PP	76,6	826,85	63 336,7	14,5	726,12	10 528,7	73 865,5
		IG Souselo	250	PP	68,1	236,49	16 105,0	25,3	228,52	5 781,6	21 886,5
		CE Souselo	150	FFd	80,2	227,80	18 260,9	23,2	227,80	5 285,0	23 545,9
	Pedorido	IG Pedorido I	250	PP	68,1	209,86	14 291,5	25,3	12,75	322,6	16 135,5
		CE Pedorido	160	PEAD	36,4	404,21	14 713,2	15,9	95,69	1 521,5	19 945,3
		14,8	331,43	4 905,2							
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	250	FFd	127,6	19,87	2 535,4	15,9	19,87	315,9	2 851,3
				PP	68,1	2 105,89	143 411,1	25,3	817,91	20 693,1	184 583,1
		15,9	1 287,98	20 478,9							
		CE Louredo	125	PEAD	42,8	229,98	9 843,1	14,7	229,98	3 380,7	13 223,9
		IG Cinfães - Troço Final	250	PP	68,1	773,41	52 669,2	15,9	612,80	9 743,5	62 412,7

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)						
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)							
Cinfães	Porto Antigo	IG do Rio Bestança	250	PP	68,1	2 384,50	162 384,5	25,3	2 097,53	53 067,5	220 014,8						
								15,9	286,97	4 562,8							
Paredes / Penafiel	Gandra	IG Gandra - Regedoura	400	PP	76,6	963,82	73 828,6	0,0	0,00	0,0	73 828,6						
								0,0	0,00	0,0	24 567,6						
	Lordelo	IG Lordelo - Torre - Cosme	200	FFd	127,3	192,99	24 567,6	0,0	0,00	0,0	76 657,9						
												PVC corrugado	57,9	1 323,97	76 657,9		
		IG Lordelo - Pena - Alto da Parteira	200	PVC	57,9	519,87	30 100,5	7,3	5,67	41,4	30 278,8						
								15,3	8,95	136,9							
		250	PVC corrugado	57,9	61,92	3 585,2	0,0	0,00	0,0	0,0	3 585,2						
												FFd	127,6	438,91	56 004,9	15,9	6,77	107,6	56 112,6
			PP	68,1	3 201,54	218 024,9	15,9	4,65	73,9	220 502,1							
							7,6	16,19	123,0								
		400	PVC corrugado	89,5	3 038,71	271 964,5	14,5	7,04	102,1	272 066,6							
											4,0	570,05	2 280,2				
	IG Lordelo - Rebordosa - Portelinha	400	PP	76,6	806,42	61 771,8	0,0	0,00	0,0	61 771,8							
											19,1	11,10	212,0	203 594,5			
	Eixo Central - IG Mezio - Troço Inicial	500	FFd	311,8	651,82	203 237,5	9,3	5,75	53,5	138 365,2							
											PP	83,4	1 658,06	138 282,2	15,6	5,87	91,6
	Eixo Central - CE do Mezio	350	PEAD	99,2	1 285,30	127 482,5	13,9	853,14	11 858,6	140 560,1							
							8,3	146,86	1 218,9								
	Eixo Central - IG Mezio - Troço Final	500	PEAD	112,2	50,46	5 661,6	19,1	50,46	963,8	6 625,4							
											PP	83,4	1 090,37	90 936,9	19,1	599,22	11 445,1	110 043,9
	Paço de Sousa	IG Afluente - Sobrosa	250	PP	68,1	2 009,73	136 862,6	7,6	64,43	489,7	137 443,4						
								12,8	7,12	91,1							
		300	FFd	181,8	55,42	10 075,4	0,0	0,00	0,0	10 075,4							
											13,5	22,30	301,1	177 702,1			
		315	PP	77,7	2 282,04	177 314,5	8,0	10,82	86,6	16 998,9							
											0,0	0,00	0,0				
400		FFd	198,4	85,68	16 998,9	0,0	0,00	0,0	16 998,9								
										PP	76,6	1 835,73	140 616,9	8,6	16,20	139,3	140 756,2
500		PEAD	112,2	24,71	2 772,5	19,1	11,65	222,5	2 995,0								
										PP	83,4	622,47	51 914,0	4,9	89,05	436,3	52 570,8
600	FFd	332,8	274,52	91 360,3	6,0	150,31	901,9	95 113,0									
									15,6	14,13	220,4						
630	PEAD	170,1	82,82	14 085,9	23,4	11,60	271,4	14 357,3									
									PP	88,5	587,87	52 020,6	6,1	440,66	2 688,0	55 047,9	
23,4	14,50	339,3															

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)			
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)				
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Besteiros	200	PEAD	61,0	70,66	4 310,3	15,3	27,25	416,9	4 817,4			
							7,3	12,36	90,2					
				FFd	127,3	478,99	60 975,4	0,0	0,00	0,0	60 975,4			
				PP	70,6	2 940,40	207 592,2				12,2	38,09	464,7	209 544,8
											3,9	46,61	181,8	
											3,7	237,18	877,6	
								7,3	58,70	428,5				
		Eixo Central - CE Paredes	500	PEAD	203,5	964,99	196 375,5	19,1	747,95	14 285,8	210 661,3			
		Eixo Central - IG Paredes - Paço de Sousa	600	PP	87,1	61,91	5 394,8	0,0	0,00	0,0	5 394,8			
				FFd	332,8	1 943,58	646 823,4	11,2	8,49	95,1	646 918,5			
			630	PEAD	170,1	90,85	15 451,6	0,0	0,00	0,0	15 451,6			
				PP	88,5	929,63	82 263,0	23,4	13,65	319,4	82 582,4			
		IG Afluente - Outeiro	200	PEAD	61,0	40,15	2 449,2	24,3	14,24	346,0	2 795,2			
				FFd	127,3	75,25	9 579,3	0,0	0,00	0,0	9 579,3			
				PP	70,6	783,82	55 337,7				3,9	17,85	69,6	55 454,0
											7,3	6,40	46,7	
		IG Afluente - Rio Cavalum	250	FFd	127,6	225,14	28 727,9	12,8	95,50	1 222,4	29 950,3			
				PP	68,1	4 251,85	289 551,0				4,0	12,53	50,1	291 484,6
											15,9	107,55	1 710,0	
			300	PEAD	95,7	54,06	5 172,6	13,3	28,47	378,7	5 551,2			
				PP	73,6	55,41	4 080,4	0,0	0,00	0,0	4 080,4			
				FFd	181,8	1 237,19	224 921,1				4,2	177,99	747,6	225 865,1
									13,3	14,77	196,4			
		315	PEAD	109,0	36,61	3 990,5	13,5	16,98	229,2	4 388,9				
			PP	77,7	4 546,75	353 282,5				16,8	10,07	169,2	353 833,2	
										13,5	37,89	511,5		
										4,3	9,13	39,3		
		400	PEAD	173,1	99,31	17 190,6	28,5	6,50	185,3	17 563,4				
			FFd	198,4	1 730,43	343 317,3				17,9	10,48	187,6	343 779,2	
										4,6	34,78	160,0		
										14,5	20,82	301,9		
									0,0	0,00	0,0	173 508,2		
IG Afluente - Ribeira de Brenha	200	FFd	127,3	422,24	53 751,2	0,0	0,00	0,0	53 751,2					
		PP	70,6	1 285,96	90 788,8	12,2	10,00	122,0	90 910,8					
		FFd	127,6	29,11	3 714,4	0,0	0,00	0,0	3 714,4					

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)		
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)			
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Mouriz	250	PEAD	87,7	45,10	3 955,3	25,3	13,23	334,7	4 375,1		
				FFd	127,6	833,38	106 339,3	15,9	5,35	85,1	106 541,7		
				PP	68,1	4 696,48	319 830,3	7,6	5,80	44,1	324 164,6		
								4,0	366,92	1 467,7			
								7,6	243,50	1 850,6			
								12,8	79,38	1 016,1			
		IG Afluente - Baltar	250	PEAD	87,7	189,88	16 652,5	7,6	121,02	919,8	17 572,2		
				PP	68,1	2 668,51	181 725,5	12,8	740,79	9 482,1	191 515,2		
								4,0	66,22	264,9			
			315	FFd	175,7	26,06	4 577,5	0,0	0,00	0,0	4 577,5		
				PP	77,7	458,31	35 610,7	16,8	26,98	453,3	36 064,0		
			400	PEAD	173,1	31,35	5 426,7	28,5	24,72	704,5	6 249,9		
		17,9						6,63	118,7				
		PP		76,6	1 031,11	78 983,0	14,5	64,88	940,8	86 742,9			
							17,9	218,97	3 919,6				
							28,5	80,15	2 284,3				
							21,0	29,30	615,3				
		FFd	198,4	1 134,04	224 993,5	17,9	302,87	5 421,4	230 993,2				
		CE Parada de Todeia	100	PEAD	27,2	300,70	8 174,5	23,2	300,70	6 976,2	15 150,8		
								24,3	266,03	6 464,5	44 323,8		
IG Parada de Todeia	200	PP	70,6	488,12	34 461,3	15,3	222,09	3 398,0	44 323,8				
						28,5	14,88	424,1		4 687,5			
Eixo Central - IG Franco - Cadeade	400	PEAD	173,1	24,63	4 263,5	28,5	14,88	424,1	4 687,5				
						PP	76,6	396,71	30 388,0	0,0	0,00	0,0	30 388,0
										FFd	198,4	566,30	112 353,9	0,0	0,00	0,0	112 353,9
		FFd	451,1	11,66	5 260,2	0,0	0,00	0,0	5 260,2				
						0,0	0,00	0,0	5 260,2				
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	200	PP	70,6	222,53	15 710,6	15,3	53,00	810,9	16 804,9		
								12,2	23,23	283,4			
			250	PP	68,1	718,11	48 903,3	25,3	18,96	479,7	51 120,2		
								12,8	114,94	1 471,2			
								15,9	16,73	266,0			
			315	PP	77,7	474,75	36 888,1	16,8	33,45	562,0	39 009,9		
								13,5	98,24	1 326,2			
								19,6	11,92	233,6			
				PVC	67,9	502,30	34 106,2	16,8	24,85	417,5	45 534,1		
								13,5	1,81	24,4			
			400	PVC	89,5	33,61	3 008,1	0,0	0,00	0,0	3 008,1		
								17,9	56,29	1 007,6			
				FFd	198,4	816,94	162 080,9	14,5	70,52	1 022,5	164 111,0		
								0,0	0,00	0,0			

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Oliveira do Douro 1	400	PEAD	173,1	51,42	8 900,8	17,9	56,12	1 004,5	9 905,4
				FFd	198,4	74,43	14 766,9	17,9	7,55	135,1	14 902,1
			500	PEAD	112,2	282,87	31 738,0	19,1	10,78	205,9	31 943,9
				FFd	311,8	692,24	215 840,4	0,0	0,00	0,0	215 840,4
		IG Oliveira do Douro 2	200	PP	70,6	2,47	174,4	0,0	0,00	0,0	174,4
				PVC	47,8	476,06	22 755,7	15,9	18,55	294,9	26 715,5
								18,6	1,37	25,5	
			400	PVC	89,5	231,65	20 732,7	0,0	0,00	0,0	20 732,7
			500	PVC	132,4	36,92	4 888,2	25,3	36,92	934,1	5 822,3
			600	FFd	332,8	784,38	261 041,7	36,9	10,76	397,0	275 120,6
	18,9	723,91						13 681,9			
	CE Areinho	100	FFd	69,8	336,07	23 457,7	11,7	336,07	3 932,0	27 389,7	
	Crestuma	IG Padiola	200	FFd	127,3	424,83	54 080,9	0,0	0,00	0,0	54 080,9
				PVC	57,9	697,99	40 413,6	0,0	0,00	0,0	40 413,6
		CE Fioso	100	FFd	69,8	1,35	94,2	0,0	0,00	0,0	94,2
				PVC	110	23,0	693,05	15 940,2	3,7	241,89	895,0	23 467,2
		14,7	451,16						6 632,1		
		IG Vessada	200	PVC	57,9	194,15	11 241,3	15,3	194,15	2 970,5	14 211,8
				FFd	127,3	1 040,64	132 473,5	15,3	22,47	343,8	133 132,7
			3,9					80,88	315,4		
			15,9					27,03	429,8		
			250	FFd	127,6	46,96	5 992,1	15,9	27,03	429,8	6 421,9
	PVC	47,8		73,86	3 530,5	0,0	0,00	0,0	3 530,5		
	300	PP	68,1	123,12	8 384,5	0,0	0,00	0,0	8 384,5		
										FFd	181,8	214,69	39 030,6	16,6	17,40	288,8	39 319,5
	CE Crestuma I	200	FFd	99,6	364,33	36 287,3	15,3	299,80	4 586,9	40 874,2	
	CE Crestuma II	200	PP	51,5	347,37	17 889,6	15,3	347,37	5 314,8	23 204,3	
	Febros	IG Principal de Febros	200	FFd	127,3	156,30	19 897,0	0,0	0,00	0,0	19 897,0
				FFd	127,6	392,18	50 042,2	7,6	7,34	55,8	50 098,0
			300	FFd	181,8	574,52	104 447,7	0,0	0,00	0,0	104 447,7
				FFd	107,8	82,13	8 856,0	0,0	0,00	0,0	8 856,0
			174,2									2 165,09	377 158,7	4,4	3,04	13,4	377 172,1
			400	FFd	198,4	1 073,59	213 000,3	17,9	196,81	3 522,9	217 664,3
								28,5	38,56	1 099,0	
								4,6	9,18	42,2	
			600	FFd	332,8	3 062,01	1 019 036,9	36,9	49,99	1 844,6	1 024 179,8
								23,0	16,03	368,7	
	27,5	4,23						116,3			
	18,9	148,85						2 813,3			

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)		
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)			
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Principal de Febros	700	PVC	165,4	521,70	86 286,4	6,3	521,70	3 286,7	89 573,1		
				FFd	284,2	139,34	39 602,1	0,0	0,00	0,0	39 602,1		
				FFd	394,3	4 291,70	1 692 350,4	20,0	9,28	185,6	1 693 308,6		
							6,3	107,63	678,1				
							11,9	7,95	94,6				
				800	FFd	451,1	16,12	7 272,2	0,0	0,00	0,0	7 272,2	
		IG Secundário do Amial	200	PVC		57,9	254,91	14 759,3	7,3	32,00	233,6	16 480,2	
									12,2	119,19	1 454,1		
									3,9	8,50	33,2		
				300	FFd		127,3	1 381,03	175 805,1	7,3	431,64	3 151,0	179 034,1
									15,3	5,10	78,0		
									16,6	4,29	71,2	55 722,0	
						181,8	306,11	55 650,8	7,6	7,05	53,6	390,6	
		IG Secundário de Tabosa	250	PVC		47,8	7,05	337,0	7,6	53,34	405,4	187 020,3	
									12,8	37,43	479,1		
									15,9	6,54	104,0		
				300	FFd		181,8	47,51	8 637,3	15,9	35,94	571,4	9 208,8
									0,0	0,00	0,0		
									107,8	103,20	11 128,0	13,9		121,50	1 688,9
			350	FFd		174,2	3 236,14	563 735,6	17,2	44,18	759,9	566 184,3	
								18,5	12,93	239,2			
								251,3	601,35	151 119,3	17,2		321,49	5 529,6
		IG Secundário da Costa	350	FFd		174,2	1 261,61	219 772,5	20,2	81,21	1 640,4	226 988,9	
									13,9	2,09	29,1		
									4,4	3,94	17,3		
				400	PEAD		173,1	18,15	3 141,8	0,0	0,00	0,0	3 141,8
									14,5	17,88	259,3		
									198,4	964,66	191 388,5	17,9		68,65	1 228,8
		IG Secundário de Alheira	250	FFd		127,6	1 214,00	154 906,4	12,8	41,96	537,1	155 735,4	
									18,6	5,14	95,6		
							4,0	25,22	100,9				
	300		FFd		181,8	609,50	110 807,1	15,9	6,00	95,4	111 352,9		
							16,6	32,88	545,8				
							107,8	25,12	2 708,7	0,0		0,00	0,0
	350	FFd		174,2	1 390,31	242 192,0	17,2	40,50	696,6	243 416,2			
						13,9	37,96	527,6					
						173,1	15,70	2 717,7	0,0		0,00	0,0	
	400	PEAD		173,1	15,70	2 717,7	0,0	0,00	0,0	2 717,7			
						0,0	0,00	0,0					
						198,4	27,96	5 547,3	0,0		0,00	0,0	
IG Secundário de Alheira de Cima	200	PEAD		61,0	83,27	5 079,5	0,0	0,00	0,0	5 079,5			
							127,3	375,50	47 801,2	15,3	8,55	130,8	47 932,0

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Secundário de S. Lourenço	200	FFd	127,3	775,41	98 709,7	3,9	243,70	950,4	99 660,1
			250	FFd	127,6	771,25	98 411,5	25,3	43,72	1 106,1	99 960,5
								4,0	110,71	442,8	
			300	FFd	181,8	264,23	48 037,0	7,9	4,58	36,2	48 073,2
		350	FFd	174,2	135,90	23 673,8	13,9	13,67	190,0	23 863,8	
		IG Secundário da Jaca	300	FFd	181,8	1 169,15	212 551,5	26,4	70,95	1 873,1	214 437,4
								4,2	3,05	12,8	
			350	FFd	174,2	53,14	9 257,0	0,0	0,00	0,0	9 257,0
			400	PEAD	173,1	47,14	8 159,9	0,0	0,00	0,0	8 159,9
				FFd	198,4	1 675,27	332 373,6	8,6	10,18	87,5	332 795,1
							14,5	13,17	191,0		
		500	FFd	311,8	267,86	83 518,7	15,6	270,62	4 221,7	87 740,4	
		IG Secundário de Soeime	200	FFd	127,3	1 014,82	129 186,6	24,3	18,85	458,1	129 644,6
			250	FFd	127,6	24,94	3 182,3	0,0	0,00	0,0	3 182,3
		IG Olival - Febros	300	FFd	181,8	233,57	42 463,0	0,0	0,00	0,0	42 463,0
	CE Outeiro	200	FFd	99,6	159,82	15 918,1	0,0	0,00	0,0	15 918,1	
	IG Principal de Oliveira do Douro III	300	PP	73,6	50,84	3 743,9	16,6	50,84	843,9	4 587,8	
		350	PP	75,9	446,56	33 889,4	17,2	446,56	7 680,8	41 570,3	
		500	FFd	311,8	51,88	16 176,2	19,1	9,07	173,2	16 349,4	
	Lever	IG Principal do Uíma - Troço Inicial	200	PP	70,6	194,83	13 755,0	12,2	174,15	2 124,6	16 381,9
								24,3	20,67	502,3	
			225	PVC	51,4	5,40	277,5	24,8	2,87	71,2	394,8
								18,2	2,53	46,0	
			250	FFd	127,6	1 378,72	175 924,7	12,8	9,49	121,5	176 046,1
			300	FFd	181,8	1 292,67	235 007,4	0,0	0,00	0,0	235 007,4
			315	PVC	67,9	146,84	9 970,4	4,3	31,77	136,6	10 107,0
			450	FFd	251,3	701,69	176 334,7	18,5	13,68	253,1	176 587,8
		500	FFd	311,8	236,04	73 597,3	0,0	0,00	0,0	73 597,3	
		600	FFd	332,8	4 592,16	1 528 270,8	6,0	188,94	1 133,6	1 529 404,5	
		IG Secundário da Carvalha	200	FFd	127,3	556,75	70 874,3	7,3	8,76	63,9	70 938,2
300					FFd	181,8	1 784,95	324 503,9	16,6	30,31	503,1	325 007,1
350			FFd	174,2	1 548,61	269 767,9	8,3	11,25	93,4	271 932,3	
						27,4	66,31	1 816,9			
						17,2	14,78	254,2			
IG Secundário de Gendre	200	FFd	127,3	414,00	52 702,2	7,3	17,60	128,5	52 830,7		
						15,9	6,18	98,3	79 568,7		
	250	FFd	127,6	621,68	79 326,4	18,6	4,85	90,2			
						7,3	7,38	53,9			
	300	FFd	181,8	2 103,56	382 427,2	4,2	8,23	34,6	385 387,5		
					26,4	41,24	1 088,7				
					13,3	138,12	1 837,0				

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)							
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)								
Vila Nova de Gaia	Lever	CE Lever I	250	FFd	117,3	287,38	33 698,8	0,0	0,00	0,0	33 698,8							
		IG Principal do Uíma - Troço Intermédio	600	PVC	141,4	31,52	4 456,8	18,9	31,52	595,7	5 052,5							
				PP	87,1	198,78	17 321,7	18,9	198,78	3 756,9	21 078,6							
				FFd	332,8	424,12	141 147,1	23,0	378,07	8 695,6	150 447,5							
		CE Lever II	200	FFd	99,6	69,35	6 907,3	15,3	69,35	1 061,1	7 968,3							
		IG Secundário da Bica	160	FFd	87,6	140,36	12 297,1	12 297,1	14,8	6,24	92,4	13 346,7						
									23,4	40,91	957,3	12 971,9						
									250	FFd	127,6	261,63	33 384,0	33 384,0	4,0	76,21	304,8	33 743,9
															12,8	4,30	55,0	138 836,6
															13,3	4,34	57,7	125 970,3
	27,4														22,88	626,9	125 970,3	
	300	FFd	181,8	763,36	138 778,8	13,3	4,34	57,7	138 836,6									
	350	FFd	174,2	718,72	125 201,0	13,9	10,24	142,3	125 970,3									
	IG Principal do Uíma - Troço Final I	250	FFd	127,6	397,86	50 766,9	15,9	397,86	6 326,0	57 092,9								
	IG Principal do Uíma - Troço Final II	250	FFd	127,6	400,03	51 043,8	15,9	400,03	6 360,5	57 404,3								
	Gaia Litoral	IG Valadares E2	200	PVC	57,9	978,68	56 665,6	12,2	5,07	61,9	58 382,0							
								3,9	381,49	1 487,8								
								15,3	10,90	166,8								
			315	PVC	67,9	1 651,11	112 110,4	112 110,4	19,6	2,94	57,6	112 556,6						
									16,8	6,89	115,8							
									13,5	20,21	272,8							
			400	FFd	198,4	36,97	7 334,8	7 334,8	0,0	0,00	0,0	7 334,8						
									PVC	132,4	69,54	9 207,1	19,1	41,95	801,2	10 008,3		
			500	FFd	311,8	1 262,68	393 703,6	393 703,6	19,1	149,48	2 855,1	397 700,4						
									15,6	17,52	273,3							
									30,6	28,38	868,4							
									19,1	486,96	9 300,9							
									15,6	112,15	1 749,5							
			600	PVC	132,4	2 405,96	318 549,1	318 549,1	30,6	10,57	323,4	330 214,5						
									4,9	59,48	291,5							
									19,1	486,96	9 300,9							
			700	PVC	141,4	133,06	18 814,0	18 814,0	27,5	18,12	498,3	19 467,7						
	6,0	25,90							155,4									
700	FFd	394,3	18,10	7 137,4	7 137,4	0,0	0,00	0,0	7 137,4									
IG Valadares E3	200	PVC	57,9	197,16	11 415,6	15,3	5,69	87,1	11 502,6									
CE Valadares	500	FFd	210,0	417,51	87 682,1	87 682,1	22,6	8,99	203,2	95 688,0								
							19,1	408,52	7 802,7									
IG CG7	900	FFd	507,9	523,36	265 830,8	265 830,8	26,8	523,36	14 026,0	279 856,8								
							30,0	765,18	22 917,1	266 274,0								
	1125	PEAD	266,6	897,09	239 174,3	239 174,3	24,8	168,82	4 182,5	266 274,0								

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)		
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG da Madalena E1	200	PVC	57,9	411,44	23 822,4	3,9	105,55	411,6	24 234,0	
			315	PVC	67,9	576,51	39 145,0	26,7	14,33	382,6	39 726,7	
				FFd	175,7	598,60	105 144,7	8,0	24,88	199,0		
			400	FFd	175,7	598,60	105 144,7	16,8	13,87	233,0	106 224,9	
				PVC	198,4	95,80	19 006,7	26,7	31,73	847,2		
			500	PVC	89,5	304,35	27 239,3	0,0	0,00	0,0	19 006,7	
				FFd	311,8	2 041,14	636 427,5	0,0	0,00	0,0		
			600	FFd	311,8	2 041,14	636 427,5	22,6	7,31	165,2	639 574,9	
				PVC	89,5	304,35	27 239,3	19,1	16,19	309,2		
			IG da Madalena E2	315	PVC	67,9	87,38	5 933,1	27,5	2,88	79,2	168 258,8
									23,0	7,63	175,5	
				400	PVC	89,5	1 529,25	136 867,9	16,8	10,69	179,6	158 746,0
		13,5							76,55	1 033,4		
		28,5							12,05	343,4		
		14,5							785,73	11 393,1		
		600	FFd	332,8	97,23	32 358,1	21,0	12,31	258,5	34 589,8		
							17,9	552,13	9 883,1			
		IG da Madalena E3	200	PVC	57,9	169,72	9 826,8	23,0	97,03	2 231,7	225 493,3	
								18,9	636,00	12 020,4		
		IG Ateães	315	PVC	67,9	1 998,59	135 704,3	23,0	753,73	17 335,8	140 758,7	
								18,9	636,00	12 020,4		
		CE da Madalena	900	FFd	358,4	1 172,10	420 094,7	14,8	340,76	5 043,2	17 240,6	
								22,2	3,07	68,2		
		IG Ponte D. Luís - Largo da Cruz	200	PVC	57,9	385,33	22 310,6	15,3	73,88	1 130,4	12 126,4	
								12,2	95,84	1 169,2		
								12,2	61,17	746,3		
								13,5	92,56	1 249,6		
		IG Horto	400	PEAD	173,1	724,71	125 447,3	26,8	1 167,40	31 286,3	451 449,2	
								17,9	64,18	1 148,8		
			500	FFd	311,8	300,39	93 661,6	17,9	64,18	1 148,8	36 828,3	
								14,5	245,68	3 562,4		
			600	FFd	332,8	398,04	132 467,7	15,6	317,54	4 953,6	103 962,6	
								18,9	325,11	108 196,6		
								19,1	8,24	157,4		
								23,0	131,23	3 018,3		
			700	FFd	394,3	127,06	50 103,7	27,5	23,10	635,3	139 811,2	
								36,9	31,81	1 173,8		
			IG Horto	700	FFd	394,3	127,06	50 103,7	18,9	133,13	2 516,2	52 959,8
									24,3	55,09	1 338,7	
		IG Horto	700	FFd	394,3	127,06	50 103,7	20,0	75,87	1 517,4	52 959,8	
20,0	75,87							1 517,4				

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)			
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)				
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	CE Marginal - Troço Inicial	700	FFd	284,2	2 184,28	620 798,6	24,3	1 623,63	39 454,2	666 210,2			
								20,0	297,87	5 957,4				
		IG Marginal - Troço Inicial	700	FFd	394,3	1 603,68	632 380,7	632 380,7	24,3	1 009,40	24 528,4	664 150,4		
									20,0	362,06	7 241,2			
		CE Marginal - Troço Final	700	FFd	284,2	1 811,64	514 889,8	514 889,8	24,3	1 043,12	25 347,8	549 375,8		
									20,0	456,91	9 138,2			
		IG Marginal - Troço Final	700	PVC	165,4	1 960,96	324 332,4	324 332,4	24,3	517,23	12 568,7	347 936,5		
									20,0	551,77	11 035,4			
		IG Lavadores	300	PVC	69,4	919,67	63 820,2	63 820,2	19,4	17,92	347,6	66 958,7		
									13,3	191,11	2 541,8			
									4,2	4,85	20,4			
									16,6	6,65	110,4			
									19,4	6,10	118,3			
		CE Lavadores	315	PVC	45,2	1 961,21	88 714,4	88 714,4	19,6	46,42	909,8	99 324,2		
									16,8	536,18	9 007,8			
									13,5	34,03	459,4			
									4,3	54,13	232,8			
		IG Principal de Salgueiros	300	Grés	69,4	763,97	53 015,5	53 015,5	16,6	121,74	2 020,9	59 077,7		
									13,3	303,86	4 041,3			
		IG Canidelo	300	PVC	69,4	309,22	21 458,2	21 458,2	16,6	11,37	188,7	21 647,0		
			400	PEAD	173,1	1 691,11	292 731,1	292 731,1	17,9	289,50	5 182,1	298 026,7		
		IG ETAR - Câmara de Carga	900	FFd	507,9	507,9	507,9	507,9	14,5	7,83	113,5	187 504,2		
									367,15	186 486,9	26,8		26,37	706,7
									22,2	13,99	310,6			
									32,3	120,15	3 880,8			
									26,8	320,92	8 600,7			
		CE Pedra do Couto	800	FFd	321,3	559,99	179 931,5	179 931,5	22,2	54,82	1 217,0	274 140,1		
									25,5	290,41	7 405,5			
									21,1	2,97	62,7			
		IG Principal do Subsistema J2	300	FFd	181,8	280,32	50 962,2	50 962,2	16,6	173,63	2 882,3	55 173,0		
13,3	99,89								1 328,5					
400	FFd		198,4	876,90	173 977,0	173 977,0	17,9	719,87	12 885,7	188 457,5				
IG Juncal	200	PVC	57,9	499,72	28 933,8	28 933,8	14,5	109,99	1 594,9	29 333,6				
							12,2	2,97	36,2					
							24,3	10,28	249,8					
CE Juncal	300	FFd	135,8	458,50	62 269,8	62 269,8	7,3	15,59	113,8	68 828,1				
							0,0	0,00	0,0					
IG CG1	400	PVC corrugado	89,5	341,67	30 579,5	30 579,5	16,6	392,80	6 520,5	40 317,1				
		PVC	89,5	444,96	39 823,9	39 823,9	13,3	2,84	37,8					
							28,5	341,67	9 737,6					
							28,5	182,49	5 201,0	47 784,3				
							17,9	154,16	2 759,5					

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Granja E1	500	FFd	311,8	382,49	119 260,4	19,1	188,53	3 600,9	122 861,3
			600	FFd	332,8	929,56	309 357,6	23,0	170,70	3 926,1	314 106,3
								18,9	30,68	579,9	
		IG Granja E2	250	PVC	47,8	1 775,32	84 860,3	6,0	40,46	242,8	89 570,5
								15,9	200,73	3 191,6	
								4,0	107,58	430,3	
			400	FFd	198,4	288,86	57 309,8	12,8	85,02	1 088,3	57 510,2
								14,5	13,82	200,4	
			400	PVC	89,5	444,96	39 823,9	17,9	6,15	110,1	40 034,7
								4,6	21,90	100,7	
			500	FFd	311,8	2 982,70	930 005,9	19,1	37,71	720,3	932 350,1
								22,6	17,06	385,6	
								4,9	97,04	475,5	
		15,6						8,99	140,2		
		600	FFd	332,8	1 595,93	531 125,5	9,3	66,95	622,6	533 601,0	
							23,0	7,20	165,6		
							11,2	155,68	1 743,6		
		630	PVC	145,8	9,20	1 341,4	6,0	94,38	566,3	1 341,4	
							0,0	0,00	0,0		
		IG Granja E2.2	250	PVC	47,8	464,26	22 191,6	15,9	4,53	72,0	22 263,7
		IG Granja E3	200	PVC	57,9	3 589,55	207 834,9	12,2	69,90	852,8	220 737,7
								15,3	687,01	10 511,3	
								3,9	378,99	1 478,1	
		IG Granja E4	250	PVC	47,8	384,52	18 380,1	7,3	8,31	60,7	18 380,1
								0,0	0,00	0,0	
								19,4	2,42	46,9	
			300	PVC	69,4	1 287,90	89 373,4	13,3	11,57	153,9	89 799,3
								16,6	12,85	213,3	
								4,2	2,79	11,7	
			400	PVC	89,5	1 457,27	130 425,7	4,6	7,65	35,2	137 008,6
8,6	198,17							1 704,3			
14,5	82,29							1 193,2			
17,9	196,29							3 513,6			
21,0	6,51	136,7	0,0	0,00	0,0	26 850,2					
							18,5	93,57	1 731,0		
IG Rechousa	250	PEAD	87,7	306,16	26 850,2	21,8	272,44	5 939,2	350 940,9		
						15,0	9,96	149,4			
						4,7	119,42	561,3			
CE Prego	450	FFd	191,5	1 789,18	342 560,0	24,3	203,21	4 938,0	16 703,9		
						16,8	44,04	739,9			
						26,7	440,16	11 752,3			
IG CG2	200	PVC	57,9	203,21	11 765,9	24,3	203,21	4 938,0	16 703,9		
						16,8	44,04	739,9			
315	PVC	67,9	512,92	34 827,3	26,7	440,16	11 752,3	47 319,4			
					26,7	440,16	11 752,3				

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)								
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)									
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Principal A3B	200	PVC	57,9	197,81	11 453,2	24,3	10,47	254,4	13 266,1								
								15,3	37,92	580,2									
								12,2	52,71	643,1									
								3,9	85,97	335,3									
		315	PVC	67,9	431,45	29 295,5			16,8	98,19	1 649,6	30 974,2							
									13,5	2,16	29,2								
		CE da Aguda	600	FFd	247,1	811,98	200 650,0			23,0	760,69	17 495,9	218 701,7						
										18,9	29,41	555,8							
										251,10	62 049,8	23,0		251,10	5 775,3	67 825,1			
		IG CG3	400	PVC	89,5	97,32	8 710,1			28,5	12,09	344,6	10 515,1						
										21,0	61,58	1 293,2							
			600	FFd	332,8	179,77	59 827,5			17,9	9,34	167,2	63 158,5						
										27,5	25,65	705,4							
		200	FFd	99,6	1 373,38	136 788,6			23,0	1 304,70	19 961,9	157 344,7							
									12,2	48,70	594,1								
		IG Principal A3A, A4, A5	200	PVC	57,9	48,61	2 814,5			12,2	18,14	221,3	3 035,8						
										250	PVC	47,8		360,49	17 231,4	12,8	73,77	944,3	18 175,7
										315	PVC	67,9		139,79	9 491,7	13,5	140,48	1 896,5	11 388,2
		400	PVC	89,5	432,51	38 709,6				28,5	10,06	286,7	40 307,4						
										21,0	13,90	291,9							
										17,9	31,17	557,9							
										14,5	31,81	461,2							
		250	PVC	47,8	301,04	14 389,7				18,6	238,19	4 430,3	19 487,1						
										15,9	2,59	41,2							
										12,8	48,90	625,9							
		315	PVC	67,9	234,29	15 908,3				26,7	9,54	254,7	19 788,4						
										19,6	129,57	2 539,6							
										16,8	48,88	821,2							
										13,5	7,34	99,1							
		400	PVC	89,5	352,29	31 530,0				4,3	38,51	165,6	35 058,0						
21,0	46,47									975,9									
17,9	133,76									2 394,3									
200	PVC	57,9	265,67	15 382,3				14,5	10,89	157,9	19 447,0								
								15,3	265,67	4 064,8									
								28,5	11,73	334,3									
400	PVC	89,5	452,21	40 472,8				21,0	152,96	3 212,2	49 006,7								
								17,9	278,63	4 987,5									
								17,9	278,63	4 987,5									
IG CG4	600	FFd	332,8	1 061,02	353 107,5			23,0	781,98	17 985,5	371 093,0								
IG Espírito Santo	200	FFd	127,3	9,55	1 215,7				0,0	0,00	0,0	1 215,7							
													PVC	57,9	213,57	12 365,7	15,3	62,55	957,0	13 322,7
	250	PVC	47,8	1 332,27	63 682,5								15,9	84,97	1 351,0	66 481,8			
													4,0	15,37	61,5				
													18,6	3,30	61,4				
												12,8	78,70	1 007,4					
												25,3	12,57	318,0					

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Espírito Santo	315	PVC	67,9	191,42	12 997,4	0,0	0,00	0,0	12 997,4
				FFd	141,4	597,27	84 440,2	13,5	66,87	902,7	87 071,4
					19,6	77,48	1 518,6	4,3	48,79	209,8	
			400	PVC	89,5	142,68	12 769,9	0,0	0,00	0,0	12 769,9
				FFd	198,4	1 571,14	311 714,2	28,5	60,43	1 722,3	313 928,0
					8,6	10,79	92,8	17,9	22,28	398,8	
			500	FFd	311,8	73,23	22 833,1	0,0	0,00	0,0	22 833,1
			600	PVC	141,4	12,27	1 734,9	0,0	0,00	0,0	1 734,9
				FFd	332,8	230,77	76 800,3	23,0	83,45	1 919,4	81 351,2
					18,9	136,78	2 585,1	27,5	1,69	46,5	
			700	PVC	165,4	15,73	2 601,7	0,0	0,00	0,0	2 601,7
				FFd	284,2	23,47	6 670,5	0,0	0,00	0,0	6 670,5
		IG Principal C6	200	PVC	57,9	525,13	30 405,0	24,3	11,04	268,3	37 223,8
								17,8	4,25	75,7	
								15,3	221,17	3 383,9	
								12,2	253,36	3 091,0	
		CE Espírito Santo	250	FFd	117,3	11,09	1 300,4	0,0	0,00	0,0	1 300,4
			700	FFd	284,2	3 420,80	972 232,4	39,0	716,62	27 948,2	1 063 922,1
		24,3						2 530,77	61 497,7		
		IG Principal C1, C3 e C4	200	PVC	57,9	280,60	16 246,7	24,3	268,80	6 531,8	22 922,5
								12,2	11,80	144,0	
		IG Principal C2 e C5	200	PVC	57,9	398,82	23 091,7	17,8	52,30	930,9	28 250,2
								12,2	346,52	4 227,5	
		IG CG5	315	PVC	67,9	298,71	20 282,4	26,7	10,85	289,7	25 666,5
								19,6	22,84	447,7	
								16,8	187,75	3 154,2	
								13,5	110,56	1 492,6	
		IG Canelas	250	PVC	47,8	284,32	13 590,5	15,9	284,41	4 522,1	18 112,6
								17,9	235,80	4 220,8	
			400	PVC	89,5	664,57	59 479,0	21,0	39,09	820,9	64 520,7
8,6	209,40							1 800,8			
FFd	198,4			2 206,56	437 781,5	14,5	7,96	115,4	439 697,8		

ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Tubagem			Pavimentos			Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	
					Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)	Custo Unitário (€/m)	Comprimento (m)	Custo de Referência (€)		
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Canelas	500	FFd	311,8	3 726,64	1 161 966,4	4,9	4,24	20,8	1 174 037,5	
								15,6	50,08	781,2		
								19,1	429,84	8 209,9		
								22,6	77,48	1 751,0		
								30,6	42,75	1 308,2		
		CE Canelas	350	FFd	154,4	1 011,92	156 202,0		27,4	952,46	26 097,4	182 599,6
									20,2	14,86	300,2	
		IG CG6	560	PEAD	155,2	478,20	74 233,5		22,4	465,30	10 441,3	85 021,3
									26,9	12,90	346,5	
		IG Valadares E1	200	PVC	57,9	80,03	4 633,7		17,8	2,32	41,3	5 411,4
									15,3	44,10	674,7	
									12,2	5,05	61,6	
			250	PVC	47,8	491,45	23 491,3		4,0	5,90	23,6	23 514,9
									26,7	50,79	1 356,1	
									16,8	484,23	8 135,1	
		315	PVC	67,9	741,76	50 365,5		17,9	829,78	14 853,1	59 856,7	
								14,5	318,68	4 620,9		
								8,6	113,55	976,5		
		400	PVC	89,5	2 277,60	203 845,2		28,5	39,85	1 135,7	225 431,4	
								15,3	69,48	1 063,0		
								17,9	30,98	554,5		
		IG CG2 N	200	PVC	57,9	69,48	4 022,9		19,1	749,03	14 306,5	252 346,0
									15,6	13,72	214,0	
									400	FFd	198,4		30,98	6 146,4		6 701,0
IG CG6 N1	200	PVC	57,9	534,63	30 955,1		15,3	505,79	7 738,6	39 045,5		
							12,2	28,84	351,8			
IG CG6 N2	200	PVC	57,9	228,74	13 244,0		15,3	223,79	3 424,0	16 728,4		
							12,2	4,95	60,4			
IG CG5 N	400	PVC	89,5	432,26	38 687,3		17,9	357,65	6 401,9	45 089,2		
IG CG3 N	200	PVC	57,9	737,04	42 674,6		15,3	362,79	5 550,7	50 028,2		
							12,2	147,78	1 802,9			
IG CG4 N	700	FFd	284,2	856,12	243 319,6		23,0	594,33	13 669,6	258 548,1		
							20,0	5,65	113,0			
							29,1	31,64	920,7			
							6,3	83,37	525,2			

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

DETERMINAÇÃO DO IVI POR INTERCETOR E POR SUBSISTEMA:

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)				
Arouca	Ponte da Ribeira	IG Rio Arda	250	FFd	4 111,3	2008	40	31	3 186,2	0,78	0,78				
				PVC corrugado	76 280,4				59 117,3						
			300	FFd	17 841,5				13 827,2						
				PVC corrugado	48 158,1				37 322,5						
			400	PVC	985,4				763,7						
				FFd	161 817,4				125 408,5						
				PVC corrugado	445 766,4				345 469,0						
			500	PVC corrugado	34 925,8				27 067,5						
				FFd	94 958,7				73 593,0						
				CE Ponte da Ribeira	250				PVC			3 255,2	2010	40	33	2 685,5	0,83
Baião	Frende	IG Rio Teixeira (Frende)	200	PP	238 817,3	2015	40	38	226 876,4	0,95	0,95				
Castelo de Paiva	Fornos	IG Bairros - Fornos - Troço Final	400	PP	73 865,5	2015	40	38	70 172,2	0,95	0,95				
		IG Souselo	250	PP	21 886,5	2015	40	38	20 792,2	0,95					
		CE Souselo	150	FFd	23 545,9	2015	40	38	22 368,6	0,95					
	Pedorido	IG Pedorido I	250	PP	16 135,5	2015	40	38	15 328,7	0,95	0,95				
		CE Pedorido	160	PEAD	19 945,3	2015	40	38	18 948,0	0,95					
Cinfães	Cinfães	IG Cinfães - Troço Inicial	250	FFd	2 851,3	2015	40	38	2 708,8	0,95	0,95				
		PP		184 583,1	175 354,0										
		CE Louredo	125	PEAD	13 223,9				2015			40	38	12 562,7	0,95
		IG Cinfães - Troço Final	250	PP	62 412,7				2015			40	38	59 292,1	0,95
	Porto	IG do Rio Bestança	250	PP	220 014,8	2015	40	38	209 014,0	0,95	0,95				
Paredes / Penafiel	Gandra	IG Gandra - Regedoura	400	PP	73 828,6	2002	40	25	46 142,9	0,63	0,63				
	Lordelo	IG Lordelo - Torre - Cosme	200	FFd	24 567,6	2000	40	23	14 126,4	0,58	0,58				
				PVC corrugado	76 657,9				44 078,3						
		IG Lordelo - Pena - Alto da Parteira	250	PVC	30 278,8	2000	40	23	17 410,3	0,58					
				PVC corrugado	3 585,2				2 061,5						
				FFd	56 112,6				32 264,7						
			PP	220 502,1	126 788,7										
			400	PVC corrugado	272 066,6				156 438,3						
				PP	61 771,8				35 518,8						
		IG Lordelo - Rebordosa - Portelinha	400	PP	61 771,8	2000	40	23	35 518,8	0,58					

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)	
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	Eixo Central - IG Mezio - Troço Inicial	500	FFd	203 594,5	2014	40	37	188 324,9	0,93	0,93	
				PP	138 365,2				127 987,8			
		600	PP	5 152,6		4 766,1						
		Eixo Central - CE do Mezio	350	PEAD	140 560,1	2014	40	37	130 018,1	0,93		
		Eixo Central - IG Mezio - Troço Final	500	PEAD	6 625,4	2014	40	37	6 128,5	0,93		
				PP	110 043,9				101 790,6			
		IG Afluente - Sobrosa	250	PP	137 443,4	2014	40	37	127 135,2	0,93		
				300	FFd				10 075,4			9 319,7
				315	PP				177 702,1			164 374,5
				400	FFd				16 998,9			15 724,0
					PP				140 756,2			130 199,5
				500	PEAD				2 995,0			2 770,4
					PP				52 570,8			48 628,0
				600	FFd				95 113,0			87 979,5
		PP	55 047,9		50 919,3							
		IG Afluente - Besteiros	200	PEAD	4 817,4	2014	40	37	4 456,1	0,93		
				FFd	60 975,4				56 402,3			
				PP	209 544,8				193 828,9			
		Eixo Central - CE Paredes	500	PEAD	210 661,3	2014	40	37	194 861,7	0,93		
		Eixo Central - IG Paredes - Paço de Sousa	600	PP	5 394,8	2014	40	37	4 990,2	0,93		
				FFd	646 918,5				598 399,6			
				PEAD	15 451,6				14 292,7			
		IG Afluente - Outeiro	200	PP	82 582,4	2014	40	37	76 388,7	0,93		
				PEAD	2 795,2				2 585,5			
				FFd	9 579,3				8 860,9			
		IG Afluente - Rio Cavalum	250	PP	55 454,0	2014	40	37	51 295,0	0,93		
				FFd	29 950,3				27 704,0			
			300	PP	291 484,6				269 623,2			
				PEAD	5 551,2				5 134,9			
			315	PP	4 080,4				3 774,4			
				FFd	225 865,1				208 925,3			
			400	PEAD	4 388,9				4 059,7			
PP	353 833,2			327 295,8								
PEAD	17 563,4	16 246,1										
	FFd	343 779,2	317 995,8									
	PP	173 508,2	160 495,1									

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)	
Paredes / Penafiel	Paço de Sousa	IG Afluente - Ribeira de Brenha	200	FFd	53 751,2	2014	40	37	49 719,8	0,93	0,93	
				PP	90 910,8				84 092,5			
			250	FFd	3 714,4				3 435,9			
		IG Afluente - Mouriz	250	PEAD	4 375,1	2014	40	37	4 046,9	0,93		
				FFd	106 541,7				98 551,1			
				PP	324 164,6				299 852,3			
		IG Afluente - Baltar	250	PEAD	17 572,2	2014	40	37	16 254,3	0,93		
				PP	191 515,2				177 151,6			
			315	FFd	4 577,5				4 234,2			
				PP	36 064,0				33 359,2			
			400	PEAD	6 249,9				5 781,1			
				PP	86 742,9				80 237,2			
				FFd	230 993,2				213 668,7			
		CE Parada de Todeia	100	PEAD	15 150,8	2015	40	38	14 393,2	0,95		
IG Parada de Todeia	200	PP	44 323,8	2015	40	38	42 107,6	0,95				
Eixo Central - IG Franco - Cadeade	400	PEAD	4 687,5	2014	40	37	4 336,0	0,93				
		PP	30 388,0				28 108,9					
		FFd	112 353,9				103 927,4					
		FFd	5 260,2				4 865,7					
Vila Nova de Gaia	Areinho	IG Mafamude	200	PP	16 804,9	2003	40	26	10 923,2	0,65	0,59	
			250	PP	51 120,2				33 228,1			
			315	PP	39 009,9				25 356,4			
				PVC	45 534,1				29 597,1			
			400	PVC	3 008,1				1 955,3			
				FFd	164 111,0				106 672,2			
		IG Oliveira do Douro 1	400	PEAD	9 905,4	1997	40	20	4 952,7	0,50		
				FFd	14 902,1				7 451,0			
				PEAD	31 943,9				15 972,0			
		IG Oliveira do Douro 2	500	FFd	215 840,4	2001	40	24	107 920,2	0,60		
				200	PP				174,4			104,6
				250	PVC				26 715,5			16 029,3
				400	PVC				20 732,7			12 439,6
				500	PVC				5 822,3			3 493,4
600	FFd	275 120,6	165 072,4									
CE Areinho	100	FFd	27 389,7	2007	40	30	20 542,3	0,75				

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)							
Vila Nova de Gaia	Crestuma	IG Padiola	200	FFd	54 080,9	2006	40	29	39 208,6	0,73	0,73							
				PVC	40 413,6				29 299,9									
		CE Fioso	100	FFd	94,2	2006	40	29	68,3	0,73								
				PVC	23 467,2				17 013,7									
		IG Vessada	200	PVC	14 211,8	2006	40	29	10 303,5	0,73								
				FFd	133 132,7				96 521,2									
				FFd	6 421,9				4 655,9									
			PVC	3 530,5	2 559,6													
			PP	8 384,5	6 078,7													
		300	FFd	39 319,5	28 506,6													
	CE Crestuma I	200	FFd	40 874,2	2006	40	29	29 633,8	0,73									
	CE Crestuma II	200	PP	23 204,3	2006	40	29	16 823,1	0,73									
	Febros	IG Principal de Febros			FFd	19 897,0	2005	40	28	13 927,9	0,70	0,70						
					FFd	50 098,0				35 068,6								
					FFd	104 447,7				73 113,4								
					PEAD	8 856,0				6 199,2								
						FFd				377 172,1			264 020,4					
					FFd	217 664,3				152 365,0								
					FFd	1 024 179,8				716 925,9								
					PVC	89 573,1				62 701,2								
						FFd				39 602,1			27 721,5					
					FFd	1 693 308,6				1 185 316,0								
					FFd	7 272,2				5 090,6								
					IG Secundário do Amial	200				PVC			16 480,2	2005	40	28	11 536,1	0,70
										FFd			179 034,1				125 323,9	
										FFd			55 722,0				39 005,4	
		IG Secundário de Tabosa	250	PVC	390,6	2005	40	28	273,4	0,70								
				FFd	187 020,3				130 914,2									
FFd			9 208,8	6 446,1														
PEAD			11 128,0	7 789,6														
FFd			566 184,3	396 329,0														
450		FFd	151 358,5	105 950,9														
IG Secundário da Costa		350	FFd	226 988,9	2005	40	28	158 892,2	0,70									
			PEAD	3 141,8				2 199,2										
		FFd	192 876,6	135 013,6														
IG Secundário de Alheira		250	FFd	155 735,4	2005	40	28	109 014,8	0,70									
			FFd	111 352,9				77 947,0										
		PEAD	2 708,7	1 896,1														
		FFd	243 416,2	170 391,4														
		PEAD	2 717,7	1 902,4														
	FFd		5 547,3	3 883,1														

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)
Vila Nova de Gaia	Febros	IG Secundário de Alheira de Cima	200	PEAD	5 079,5	2005	40	28	3 555,6	0,70	0,70
				FFd	47 932,0				33 552,4		
		IG Secundário de S. Lourenço	200	FFd	99 660,1	2005	40	28	69 762,1	0,70	
			250	FFd	99 960,5				69 972,3		
			300	FFd	48 073,2				33 651,2		
			350	FFd	23 863,8				16 704,7		
		IG Secundário da Jaca	300	FFd	214 437,4	2005	40	28	150 106,2	0,70	
			350	FFd	9 257,0				6 479,9		
			400	PEAD	8 159,9				5 712,0		
				FFd	332 795,1				232 956,6		
		IG Secundário de Soeime	500	FFd	87 740,4				61 418,3		
			200	FFd	129 644,6	2005	40	28	90 751,2	0,70	
		250	FFd	3 182,3	2 227,6						
		IG Olival - Febros	300	FFd	42 463,0	2005	40	28	29 724,1	0,70	
	CE Outeiro	200	FFd	15 918,1	2005	40	28	11 142,7	0,70		
	IG Principal de Oliveira do Douro III	300	PP	4 587,8	2005	40	28	3 211,5	0,70		
		350	PP	41 570,3				29 099,2			
		500	FFd	16 349,4				11 444,6			
	Lever	IG Principal do Uíma - Troço Inicial	200	PP	16 381,9	2006	40	29	11 876,9	0,73	
			225	PVC	394,8				286,2		
			250	FFd	176 046,1				127 633,5		
			300	FFd	235 007,4				170 380,4		
			315	PVC	10 107,0				7 327,6		
			450	FFd	176 587,8				128 026,1		
			500	FFd	73 597,3				53 358,0		
			600	FFd	1 529 404,5				1 108 818,3		
		IG Secundário da Carvalha	200	FFd	70 938,2	2006	40	29	51 430,2	0,73	
			300	FFd	325 007,1				235 630,1		
			350	FFd	271 932,3				197 151,0		
		IG Secundário de Gendre	200	FFd	52 830,7	2006	40	29	38 302,2	0,73	
250			FFd	79 568,7	57 687,3						
300			FFd	385 387,5	279 405,9						
CE Lever I		250	FFd	33 698,8	2006	40	29	24 431,6	0,73		
IG Principal do Uíma - Troço Intermédio		600	PVC	5 052,5	2006	40	29	3 663,1	0,73		
			PP	21 078,6				15 282,0			
			FFd	150 447,5				109 074,5			
CE Lever II		200	FFd	7 968,3	2006	40	29	5 777,0	0,73		
IG Secundário da Bica		160	FFd	13 346,7	2006	40	29	9 676,4	0,73		
		200	FFd	12 971,9				9 404,6			
		250	FFd	33 743,9				24 464,3			
	300	FFd	138 836,6	100 656,5							
	350	FFd	125 970,3	91 328,4							
IG Principal do Uíma - Troço Final I	250	FFd	57 092,9	2006	40	29	41 392,4	0,73			
IG Principal do Uíma - Troço Final II	250	FFd	57 404,3	2006	40	29	41 618,1	0,73			

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Valadares E2	200	PVC	58 382,0	1997	40	20	29 191,0	0,57	0,61
			315	PVC	112 556,6	2003		26	73 161,8		
			400	FFd	7 334,8	1997		20	3 667,4		
			500	PVC	10 008,3				5 004,2		
				FFd	397 700,4				198 850,2		
				PVC	330 214,5	214 639,4					
			600	PVC	19 467,7	2003		26	12 654,0		
			700	FFd	2 989,0	2002		25	1 868,1		
		700	FFd	4 148,4	1997	20	2 074,2				
		IG Valadares E3	200	PVC	11 502,6	2003	40	26	7 476,7	0,65	
		CE Valadares	500	FFd	95 688,0	1998	40	21	50 236,2	0,53	
		IG CG7	900	FFd	279 856,8	1995	40	18	125 935,6	0,45	
			1125	PEAD	266 274,0				119 823,3		
		IG da Madalena E1	200	PVC	24 234,0	2002	40	25	15 146,3	0,63	
				PVC	39 726,7				24 829,2		
				FFd	106 224,9				66 390,6		
				FFd	19 006,7				11 879,2		
				PVC	27 239,3				17 024,6		
				FFd	639 574,9				399 734,3		
		IG da Madalena E2	315	PVC	7 146,1	1999	40	22	3 930,4	0,52	
				PVC	158 746,0				87 310,3		
				FFd	34 589,8				17 294,9		
		IG da Madalena E3	200	FFd	225 493,3	1997	40	20	112 746,6	0,55	
				PVC	17 240,6				9 482,4		
		IG Ateães	200	PVC	12 126,4	1999	40	22	6 669,5	0,68	
				PVC	23 056,9				15 563,4		
		CE da Madalena	315	PVC	140 758,7	2004	40	27	95 012,1	0,65	
				FFd	451 449,2				293 442,0		
		IG Ponte D. Luís - Largo da Cruz	900	FFd	8 401,0	2003	40	26	5 460,7	0,65	
				FFd	30 598,0				19 888,7		
				FFd	103 962,6				67 575,7		
				FFd	114 341,2				74 321,8		
		IG Horto	400	PEAD	130 320,0	1999	40	22	71 676,0	0,61	
Grés	36 828,3			20 255,5							
500	FFd		97 117,9	2003	26	63 126,6					
600	FFd		139 811,2			90 877,3					
700	FFd	52 959,8	34 423,9								
CE Marginal - Troço Inicial	700	FFd	666 210,2	2003	40	26	433 036,6	0,65			

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)	
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Marginal - Troço Inicial	700	FFd	664 150,4	2003	40	26	431 697,7	0,65	0,61	
		CE Marginal - Troço Final	700	FFd	549 375,8	2003	40	26	357 094,3	0,65		
		IG Marginal - Troço Final	700	PVC	347 936,5	2003	40	26	226 158,7	0,65		
		IG Lavadores	300	PVC	66 958,7	1995	40	40	18	30 131,4		0,45
		CE Lavadores	315	PVC	99 324,2	1995	40	40	18	44 695,9		0,45
		IG Principal de Salgueiros	300	Grés	59 077,7	1995	40	40	18	26 585,0		0,45
		IG Canidelo	300	PVC	21 647,0	2002	40	25	13 529,4	0,63		
			400	PEAD	298 026,7		40	26	186 266,7			
		IG ETAR - Câmara de Carga	900	FFd	187 504,2	1995	40	18	84 376,9	0,57		
					274 140,1	2003	40	26	178 191,1			
		CE Pedra do Couto	800	FFd	187 399,6	2003	40	40	26	121 809,8		0,65
		IG Principal do Subsistema J2	300	FFd	55 173,0	2002	40	25	34 483,1	0,63		
			400	FFd	188 457,5		40	25	117 785,9			
		IG Juncal	200	PVC	29 333,6	2002	40	25	18 333,5	0,63		
			300	PVC	76 087,8		40	25	47 554,9			
		CE Juncal	300	FFd	68 828,1	2000	40	40	23	39 576,1		0,58
		IG CG1	400	PVC corrugado	40 317,1	2002	40	25	25 198,2	0,63		
				PVC	47 784,3				29 865,2			
		IG Granja E1	500	FFd	122 861,3	1999	40	22	67 573,7	0,55		
			600	FFd	314 106,3				172 758,5			
		IG Granja E2	250	PVC	89 570,5	2004	40	27	60 460,1	0,67		
				FFd	57 510,2	2001			24			34 506,1
				PVC	40 034,7	2000			23			23 020,0
				FFd	932 350,1	2004			27			629 336,3
				FFd	533 601,0							360 180,7
		PVC	1 341,4	2000	23	771,3						
		IG Granja E2.2	250	PVC	22 263,7	2003	40	40	26	14 471,4		0,65
		IG Granja E3	200	PVC	220 737,7	2003	40	40	26	143 479,5		0,65
		IG Granja E4	250	PVC	18 380,1	2003	40	26	11 947,0	0,65		
			300	PVC	89 799,3				58 369,5			
			400	PVC	137 008,6				89 055,6			
		IG Rechousa	250	PEAD	26 850,2	2003	40	40	26	17 452,7		0,65
		CE Prego	450	FFd	350 940,9	2000	40	40	23	201 791,0		0,58
IG CG2	200	PVC	16 703,9	2000	40	23	9 604,7	0,58				
	315	PVC	47 319,4				27 208,7					
IG Principal A3B	200	PVC	13 266,1	2002	40	25	8 291,3	0,63				
	315	PVC	30 974,2				19 358,9					
CE da Aguda	600	FFd	218 701,7	2002	40	25	136 688,6	0,60				
			67 825,1	1997	40	20	33 912,6					

ANEXO V – DETERMINAÇÃO DO IVI UTILIZANDO A FERRAMENTA EXCEL DO MICROSOFT OFFICE

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG CG3	400	PVC	10 515,1	2002	40	25	6 571,9	0,63	0,61
			600	FFd	63 158,5				39 474,1		
		CE da Granja	200	FFd	157 344,7	2002	40	25	98 340,4	0,63	
		IG Principal A3A, A4, A5	200	PVC	3 035,8	1997	40	20	1 517,9	0,50	
			250	PVC	18 175,7				9 087,8		
			315	PVC	11 388,2				5 694,1		
			400	PVC	40 307,4				20 153,7		
		IG Principal A2A	250	PVC	19 487,1	1998	40	21	10 230,8	0,53	
			315	PVC	19 788,4				10 388,9		
			400	PVC	35 058,0				18 405,5		
		IG A1	200	PVC	19 447,0	1998	40	21	10 209,7	0,53	
			400	PVC	49 006,7				25 728,5		
		IG CG4	600	FFd	371 093,0	2002	40	25	231 933,1	0,63	
		IG Espírito Santo	200	FFd	1 215,7	1999	40	22	668,6	0,55	
				PVC	13 322,7				7 327,5		
			250	PVC	66 481,8				36 565,0		
				PVC	12 997,4				7 148,6		
			315	FFd	87 071,4				47 889,3		
				PVC	12 769,9				7 023,4		
			400	FFd	313 928,0				172 660,4		
				FFd	22 833,1				12 558,2		
			600	PVC	1 734,9				954,2		
				FFd	81 351,2				44 743,2		
		700	PVC	2 601,7	1 430,9						
			FFd	6 670,5	3 668,8						
		IG Principal C6	200	PVC	37 223,8	2002	40	25	23 264,9	0,63	
		CE Espírito Santo	250	FFd	1 300,4	2000	40	23	747,8	0,58	
			700	FFd	1 063 922,1				611 755,2		
		IG Principal C1, C3 e C4	200	PVC	22 922,5	1999	40	22	12 607,4	0,55	
			250	PVC	41 661,2				22 913,6		
		IG Principal C2 e C5	200	PVC	28 250,2	2002	40	25	17 656,4	0,63	
		IG CG5	315	PVC	25 666,5	2002	40	25	16 041,6	0,63	
IG Canelas	250	PVC	18 112,6	2002	40	25	11 320,4	0,64			
		PVC	64 520,7	2003			41 938,5				
	400	FFd	439 697,8	2002			25		274 811,1		
		FFd	1 174 037,5	2003			26		763 124,4		
CE Canelas	350	FFd	182 599,6	2002	40	25	114 124,7	0,63			
IG CG6	560	PEAD	85 021,3	2002	40	25	53 138,3	0,63			

Sistema	Subsistema	Designação	Diâmetro Nominal (mm)	Material	Custo de Substituição (Tub. + Pav.) (€)	Ano de Construção	Vida Útil (anos)	Vida Útil Remanescente (anos) (5.1)	Valor Atual (€) (5.2)	IVI / Intercetor (5.3)	IVI / Subsistema (5.4)
Vila Nova de Gaia	Gaia Litoral	IG Valadares E1	200	PVC	5 411,4	2002	40	25	3 382,1	0,63	0,61
			250	PVC	23 514,9				14 696,8		
			315	PVC	59 856,7				37 410,4		
			400	PVC	225 431,4				140 894,6		
		IG CG2 N	200	PVC	5 085,9	2003	40	26	3 305,9	0,65	
			400	FFd	6 701,0				4 355,6		
			500	FFd	252 346,0				164 024,9		
		IG CG6 N1	200	PVC	39 045,5	2003	40	26	25 379,6	0,65	
		IG CG6 N2	200	PVC	16 728,4	2003	40	26	10 873,5	0,65	
		IG CG5 N	400	PVC	45 089,2	2003	40	26	29 308,0	0,65	
		IG CG3 N	200	PVC	50 028,2	2003	40	26	32 518,3	0,65	
		IG CG4 N	700	FFd	258 548,1	2002	40	25	161 592,6	0,63	

DETERMINAÇÃO DO IVI GLOBAL DA SIMDOURO:

Σ Custo de Substituição (€)	Σ Valor Atual (€)	IVI SIMDOURO
37 694 223,7	26 258 844,6	0,70