

**Reengenharia de Sistemas de Abastecimento de Água e
Saneamento de Águas Residuais do Grupo Águas de
Portugal**

Metodologia de Seleção de Sistemas

Francisca Duarte Carlos Morgado

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Biológica

Orientadores: Eng. Marta Alexandra Cordeiro de Saramago Carvalho Marques
Prof^a Helena Maria Rodrigues Vasconcelos Pinheiro

Júri

Presidente: Prof. Frederico Castelo Alves Ferreira
Orientador: Prof^a Helena Maria Rodrigues Vasconcelos Pinheiro
Vogal: Prof. Ana Fonseca Galvão

Setembro 2020

Prefácio

O trabalho apresentado nesta dissertação foi realizado junto do Grupo Águas de Portugal, na AdP Serviços (Lisboa, Portugal), durante o período de Janeiro - Setembro de 2020, sob a orientação da Eng.^a Marta Carvalho e co-orientação do Eng.^o Daniel Mendes. A dissertação foi ainda co-orientada no Instituto Superior Técnico pela Prof.^a Helena Pinheiro.

Declaração

Declaro que o presente documento é um trabalho original da minha autoria e que cumpre todos os requisitos do Código de Conduta e Boas Práticas da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à equipa do Grupo Águas de Portugal que me acolheu durante o estágio, com especial menção aos Engenheiros Nuno Brôco, Marta Carvalho, Luis Mamouros e Daniel Mendes pela oportunidade e pelo voto de confiança na participação deste projeto. De destacar a Eng.^a Marta Carvalho pela orientação, preocupação e disponibilidade para todo o tipo de esclarecimentos, e o Daniel Mendes pela co-orientação e intenso acompanhamento durante todo o trabalho, assim como por todo o conhecimento partilhado que contribuiu significativamente para a minha aprendizagem. Não esqueço ainda todo o grupo da Direção de Engenharia da AdP Serviços pelo apoio e integração na empresa durante os breves meses presenciais que foram possíveis.

Agradeço ainda a todas as empresas do Grupo AdP que nos acolheram nas suas instalações aquando as visitas presenciais explicativas do funcionamento do projeto, em especial às empresas que procederam ao preenchimento da ferramenta e que dispuseram de todos os seus meios para possibilitar este trabalho.

Preciso de deixar um agradecimento enorme à professora Helena Pinheiro pela carinhosa e cuidada orientação na vertente académica e disponibilidade para qualquer dúvida e ajuda.

Por fim, não posso deixar de agradecer a todos os que me acompanharam ao longo dos últimos anos durante o meu percurso no Instituto Superior Técnico, pois foram o meu apoio em múltiplas vertentes. São eles os meus pais, a minha irmã, o meu companheiro e todos os meus amigos dentro e fora do IST. Irei levar comigo a vossa amizade, carinho e preocupação para onde quer que vá.

Abstract

Águas de Portugal (AdP) Group plays an important role in the development of the water supply and sanitation services in mainland Portugal, and is currently facing new challenges of optimization and efficient management of its resources, namely its assets. Taking into consideration a sustained planning for the next investment cycle, it is naturally relevant for the AdP Group to structure a re-engineering effort of its treatment systems.

This work arises from such context, aiming to identify the systems that should be targeted for undergoing the said re-engineering, for the different companies of the AdP Group. To fulfill such purpose, a selection methodology was defined based on Multicriteria Decision Analysis models, grounded on three sets of pre-established criteria of different natures. This methodology was applied in an informatics tool, developed on *Microsoft Excel*. It operates by feeding data regarding every water and wastewater system operated by each company, returning a list with those in need for intervention within this context.

The tool was applied to five different companies of the AdP Group, resulting in an average selection rate of 37%. The results obtained show that the greater the number of analysed systems, the lower the selection rate given by the tool. It was also concluded that in addition to fulfilling its purpose, the developed tool proves itself as a useful means of evaluating the systems of the Group. After some adaption it can be modelled to serve a final goal of identification of the main problems associated with a particular system.

Keywords

Águas de Portugal Group; water and wastewater assets re-engineering; selection methodology; multiple-criteria decision analysis.

Resumo

O Grupo Águas de Portugal (AdP) desempenha um papel importante no desenvolvimento dos serviços de abastecimento de água (AA) e saneamento de águas residuais (SAR) no País, defrontando-se agora com novos desafios para o setor que exigem uma otimização e gestão eficiente dos recursos, nomeadamente dos respetivos ativos. Numa perspetiva de planeamento sustentado do próximo ciclo de investimento em parte das infraestruturas de tratamento, considera-se relevante que o Grupo AdP proceda a uma reengenharia dos seus subsistemas.

O presente trabalho surge neste contexto, com o objetivo de identificar os subsistemas das diferentes entidades gestoras (EG) do Grupo que devem ser alvo do estudo de reengenharia. Para tal foi definida uma metodologia de seleção baseada em modelos de análise multicritério de apoio à decisão e apoiada em três conjuntos de critérios diferentes. Esta metodologia foi aplicada numa ferramenta informática desenvolvida em *Microsoft Excel*, cujo funcionamento passa pela alimentação de dados relativos a todos os subsistemas de cada EG do Grupo, devolvendo uma lista dos subsistemas a intervir.

A ferramenta foi aplicada a cinco entidades gestoras, obtendo-se uma taxa média de seleção de 37%. Verificou-se que quanto maior a quantidade de subsistemas analisados de uma dada EG, menor a respetiva taxa de seleção devolvida pela ferramenta. Concluiu-se ainda que para além de cumprir o seu propósito, a ferramenta revela-se como um meio útil de avaliação dos subsistemas de AA e SAR, podendo ser adaptada de forma a identificar, como objetivo final, os principais problemas associados a um determinado subsistema.

Palavras Chave

Grupo Águas de Portugal; reengenharia de subsistemas de água e águas residuais; metodologia de seleção; análise multicritério de apoio à decisão.

Conteúdo

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xix
1 Introdução	1
1.1 Setor das Águas e Resíduos	1
A – Setor das Águas	2
B – Regulação do setor	3
C – PensaAR 2020	4
1.2 Grupo Águas de Portugal	5
1.3 Motivação do Trabalho	6
1.4 Objetivos do Trabalho	8
2 Revisão de informação de base	9
2.1 Grupo Águas de Portugal	9
2.1.1 Dados de Atividade	9
2.1.2 Ciclo Urbano da Água	12
A – MEIO HÍDRICO	12
B – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	13
C – CONSUMO E REJEIÇÃO	13
D – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (ETAR)	14
E – DEVOLUÇÃO DA ÁGUA AO MEIO HÍDRICO	14
2.2 Análise Multicritério de Apoio à Decisão	15
2.2.1 Caracterização geral	15
2.2.2 Processo da Análise Multicritério de Apoio à Decisão	16
2.2.3 Teoria do Valor de Múltiplos Atributos	18
3 Métodos	19
3.1 Definição da Metodologia	19
3.2 Critérios	21
3.2.1 Critérios Vinculativos	22

3.2.1.A	Gastos diretos	23
3.2.1.B	Abastecimento alternativo de emergência	24
3.2.1.C	Incumprimento normativo	24
3.2.2	Critérios Ponderáveis	24
3.2.2.A	Considerações gerais	24
3.2.2.B	Contiguidade	26
3.2.2.C	Avaliação Funcional	27
3.2.2.D	Percepção dos Operacionais	28
3.2.2.E	Problemas Hidráulicos	29
3.2.2.F	Capacidade Instalada	31
3.2.2.G	Agravamento da Licença	33
3.2.3	Critérios Binários	33
3.2.3.A	Considerações gerais	33
3.2.3.B	NIMBY / PIMBY	35
3.2.3.C	Risco Político	35
3.2.3.D	Municípios Difíceis	36
3.2.3.E	Municípios Âncora	36
3.2.3.F	Disrupção Tecnológica	37
3.2.3.G	Obsoletismo	37
3.2.3.H	Capacidade de Tratamento	38
3.2.3.I	Resiliência	38
3.2.3.J	Revisão das Massas de Água	39
A –	Abastecimento de Água	39
B –	Saneamento de Águas Residuais	39
3.2.3.K	Qualidade das Massas de Água	40
A –	Abastecimento de Água	40
B –	Saneamento de Águas Residuais	40
3.2.3.L	Escassez / Stress Hídrico	41
3.2.3.M	Alterações Climáticas	41
3.2.3.N	Qualidade da água na origem	42
3.2.3.O	Qualidade das águas residuais afluentes ao subsistema	42
3.2.3.P	Revolução Energética	43
3.2.3.Q	Usos Competitivos	43
A –	Abastecimento de Água	44
B –	Saneamento de Águas Residuais	44

3.2.3.R	Alteração dos Hábitos de consumo	44
3.2.3.S	Dinâmica Demográfica	45
3.2.3.T	Evolução da "baixa"	45
3.2.3.U	Evolução Populacional	46
3.3	Funcionamento da Ferramenta	46
3.3.1	<i>Software</i>	46
3.3.2	Funcionamento	47
3.3.2.A	Página introdutória	47
3.3.2.B	Página principal	50
A –	Organização	50
B –	Codificação por cores	53
C –	<i>Ranking</i>	53
D –	Avaliação por filtro	53
3.3.2.C	Página de apoio à decisão dos critérios binários	56
3.3.2.D	Página auxiliar	58
4	Resultados e Discussão	61
4.1	Apresentação da amostra de EG incluída no estudo	61
4.2	Resultados	63
4.2.1	Considerações gerais	63
4.2.2	Critério da Contiguidade	64
4.2.3	Critério dos Problemas Hidráulicos	64
4.2.4	Empresa A – AA	65
4.2.5	Empresa B – AA	67
4.2.6	Empresa C – AR	68
4.2.7	Empresa D – AR	70
4.2.8	Empresa E – AR	72
4.2.9	Análise dos resultados obtidos	74
A –	Limiares de seleção	74
B –	Subsistemas e taxa de seleção	75
C –	Seleção por conjunto de critérios	77
5	Conclusões e perspetivas futuras	81
	Bibliografia	85

A Exemplos de aplicação dos critérios	87
A.1 Contiguidade	87
A.2 Problemas Hidráulicos	88
B Decisões efetuadas nos critérios	91
B.1 Contiguidade	91
B.2 Problemas hidráulicos	92
B.2.1 Empresa A	92
B.2.2 Empresa B	92
B.2.3 Empresa C	92
B.2.4 Empresa D	93
B.2.5 Empresa E	93

Lista de Figuras

1.1	Cadeia de valor do setor de águas e resíduos.	2
1.2	Empresas do Grupo Águas de Portugal, 2019.	5
2.1	Municípios servidos pelo Grupo AdP.	10
2.2	Números relativos às Infraestruturas do Grupo AdP (ano de 2019).	11
2.3	Esquema simplificado do ciclo urbano da água.	12
2.4	Principais etapas numa análise multicritério de apoio à decisão (MCDA).	17
3.1	Esquema de funcionamento da ferramenta e respetivos critérios a aplicar nos dois tipos de serviço de abastecimento de água e saneamento de águas residuais.	22
3.2	Critérios Vinculativos para os serviços de abastecimento de água (AA) e de águas residuais (AR).	23
3.3	Critérios Ponderáveis para os serviços de abastecimento de água (AA) e de águas residuais (AR)	25
3.4	Pesos atribuídos (em percentagem) a cada um dos critérios ponderáveis, para os serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais	26
3.5	Critérios Binários para os serviços de abastecimento de água (AA) e de águas residuais (AR).	34
3.6	Página introdutória na ferramenta.	48
3.7	Ampliação da página introdutória na ferramenta, de designação "Instruções".	49
3.8	Apresentação parcial da página principal da ferramenta (1ª parte).	51
3.9	Apresentação parcial da página principal da ferramenta (2ª parte).	52
3.10	Apresentação da página de apoio à decisão dos critérios binários.	57
3.11	Ampliação na página de apoio à decisão dos critérios binários.	58
3.12	Apresentação da página auxiliar, contendo as frases de apoio à decisão e respetiva pontuação atribuída, para os critérios binários.	59

3.13	Ampliação da página auxiliar, contendo as frases de apoio à decisão e respetiva pontuação atribuída, para os critérios binários.	60
4.1	Distribuição do número de subsistemas geridos por cada uma das cinco empresas em análise.	62
4.2	Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa A.	65
4.3	Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa A.	66
4.4	Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa A.	66
4.5	Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa B.	67
4.6	Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa B.	68
4.7	Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa C.	69
4.8	Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa C.	69
4.9	Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa C.	70
4.10	Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa D.	71
4.11	Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa D.	71
4.12	Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa D.	72
4.13	Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa E.	73
4.14	Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa E.	73
4.15	Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa E.	74
4.16	Número de subsistemas analisados vs. número de subsistemas selecionados para cada uma das empresas em estudo, com respetiva taxa de seleção evidenciada.	76

4.17	Representação gráfica da relação entre número de subsistemas analisados na ferramenta e respetiva taxa de seleção para a mesma empresa.	77
4.18	Taxa de seleção em cada filtro, relativamente ao número total de subsistemas existentes, para cada empresa analisada.	78
4.19	Representação em teia da percentagem de seleção de subsistemas num dado filtro (vinculativo, ponderável ou binário) em relação ao número de subsistemas selecionados pela ferramenta, para cada empresa em estudo.	79
4.20	Valores médios, entre as 5 empresas analisadas, das percentagens de subsistemas selecionados por cada conjunto de critérios (vinculativos, ponderáveis e binários), em relação aos totais de subsistemas selecionados.	80
A.1	Exemplificação da aplicação do critério de contiguidade, evidenciando diferentes interseções para escolhas de raios diferentes (5 km e 1 km) para uma mesma zona.	87
A.2	Exemplo da aplicação do critério de contiguidade, evidenciando diferentes interseções para a mesma escolha de raio (5 km) mas para duas zonas diferentes do país.	88
A.3	Exemplo de resultados obtidos para diferentes subsistemas quando testados por diferentes indicadores.	89
A.4	Exemplo de resultados finais obtidos para o critério de problemas hidráulicos, para uma dada empresa, aplicando o indicador <i>Qdim/Verão</i> e normalização da tabela A.1.	90

Lista de Tabelas

2.1	Entidades Gestoras do Grupo AdP e respetivo local da sede e atividade, relativos ao ano de 2019.	9
2.2	Dados relativos à atividade do Grupo AdP, para o setor das águas (anos de 2016 a 2019).	11
3.1	Princípio de normalização aplicado nos critérios de avaliação funcional e perceção dos operacionais.	28
3.2	Parâmetros passíveis de integrar os indicadores testados para o preenchimento do critério de problemas hidráulicos.	30
3.3	Princípio de normalização aplicado no critério de capacidade instalada.	32
3.4	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério NIMBY / PIMBY.	35
3.5	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério risco político.	36
3.6	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério municípios difíceis.	36
3.7	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério municípios âncora.	37
3.8	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério interrupção tecnológica.	37
3.9	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério obsolescência.	38
3.10	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério capacidade de tratamento.	38
3.11	Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério resiliência.	39

3.12 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério revisão das massas de água, para serviços de abastecimento de água.	39
3.13 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério revisão das massas de água, para serviços de saneamento de águas residuais.	40
3.14 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade das massas de água, relativo a serviços de abastecimento de água.	40
3.15 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade das massas de água, relativo a serviços de saneamento de águas residuais.	41
3.16 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério escassez / stress hídrico.	41
3.17 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério alterações climáticas.	42
3.18 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade da água na origem.	42
3.19 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade das águas residuais afluentes ao subsistema.	43
3.20 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério revolução energética.	43
3.21 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério usos competitivos, para serviços de abastecimento de água.	44
3.22 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério usos competitivos, para serviços de saneamento de águas residuais.	44
3.23 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério alterações dos hábitos de consumo.	45
3.24 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério dinâmica demográfica.	45
3.25 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério evolução da "baixa".	45
3.26 Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério evolução populacional.	46

3.27	Responsabilidade do preenchimento de cada critério da ferramenta.	49
4.1	Número de subsistemas na gestão de cada empresa, de acordo com a atividade praticada.	63
4.2	Limiares de seleção estipulados para cada empresa em estudo, para os conjuntos de critérios ponderáveis e binários.	75
A.1	Exemplo de princípio de normalização possível de aplicar a um caso específico, para o critério dos problemas hidráulicos.	89
B.1	Distâncias aplicadas na análise de intersecções entre subsistemas e entre reservatórios do mesmo subsistema (serviços de AA), para cada empresa como auxílio no preenchimento do critério de contiguidade da ferramenta.	91
B.2	Princípio de normalização aplicado à empresa A, para o critério dos problemas hidráulicos.	92
B.3	Princípio de normalização aplicado à empresa B, para o critério dos problemas hidráulicos.	92
B.4	Princípio de normalização aplicado à empresa C, para o critério dos problemas hidráulicos.	93
B.5	Princípio de normalização aplicado à empresa D, para o critério dos problemas hidráulicos.	93
B.6	Princípio de normalização aplicado à empresa E, para o critério dos problemas hidráulicos.	93

Acrónimos

AA	Abastecimento de Água
AdP	Águas de Portugal
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ApR	Água para reutilização
AR	Águas Residuais
CEE	Comunidade Económica Europeia
DE	Direção de Engenharia
EE	Estação Elevatória
EG	Entidades Gestoras
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
IE	Infraestruturas
MAVT	<i>Multi-Attribute Value Theory</i>
MCDA	<i>Multiple Criteria Decision Analysis</i>
NIMBY	<i>Not In My BackYard</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PENSAAR	Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais
PIMBY	<i>Please In My BackYard</i>

RAF	Relatórios de Aptidão Funcional
RU	Resíduos Urbanos
SAR	Saneamento de Águas Residuais
SD	Sistemas Descentralizados
SMM	Sistemas Multimunicipais
VLE	Valores Limite de Emissão

Capítulo 1

Introdução

1.1 Setor das Águas e Resíduos

Para além de ser fundamental para a vida, a água afeta todos os aspetos do desenvolvimento e interliga-se a quase todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹ [1]. Contudo, uma série de desafios — lacunas no acesso a água e saneamento, a rápida urbanização e o crescimento populacional, a poluição, os impactos climáticos e padrões de crescimento que fazem uso mais intensivo da água — tornam a insegurança hídrica numa das maiores ameaças ao progresso económico, ao alívio da pobreza e ao desenvolvimento sustentável [2].

Assim, em 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou o acesso à água potável e ao saneamento um direito humano essencial ao pleno gozo da vida e de todos os outros direitos humanos, sendo que em dezembro de 2015, uma nova resolução reconheceu o saneamento básico como um direito humano separado do direito à água potável [3].

Também em Portugal as atividades de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão dos resíduos urbanos têm uma importância fundamental, constituindo um serviço público de carácter estrutural. Este é essencial ao bem-estar geral, saúde pública e segurança coletiva dos portugueses, às atividades económicas e à sustentabilidade ambiental, contribuindo para o desenvolvimento do País [3].

Verifica-se então que o setor se subdivide em dois setores significativamente distintos: o setor das águas (constituído pelos serviços de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas) e o setor dos resíduos. De seguida apresenta-se na figura 1.1 um esquema representativo da cadeia de valor dos serviços de águas e resíduos, permitindo compreender a complementaridade destes serviços enquanto peças fundamentais do saneamento básico.

¹ODS - Conjunto de objetivos globais estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas e que abrangem várias dimensões do desenvolvimento sustentável (sócio, económico, ambiental) e promovem a paz, a justiça e instituições eficazes [1].

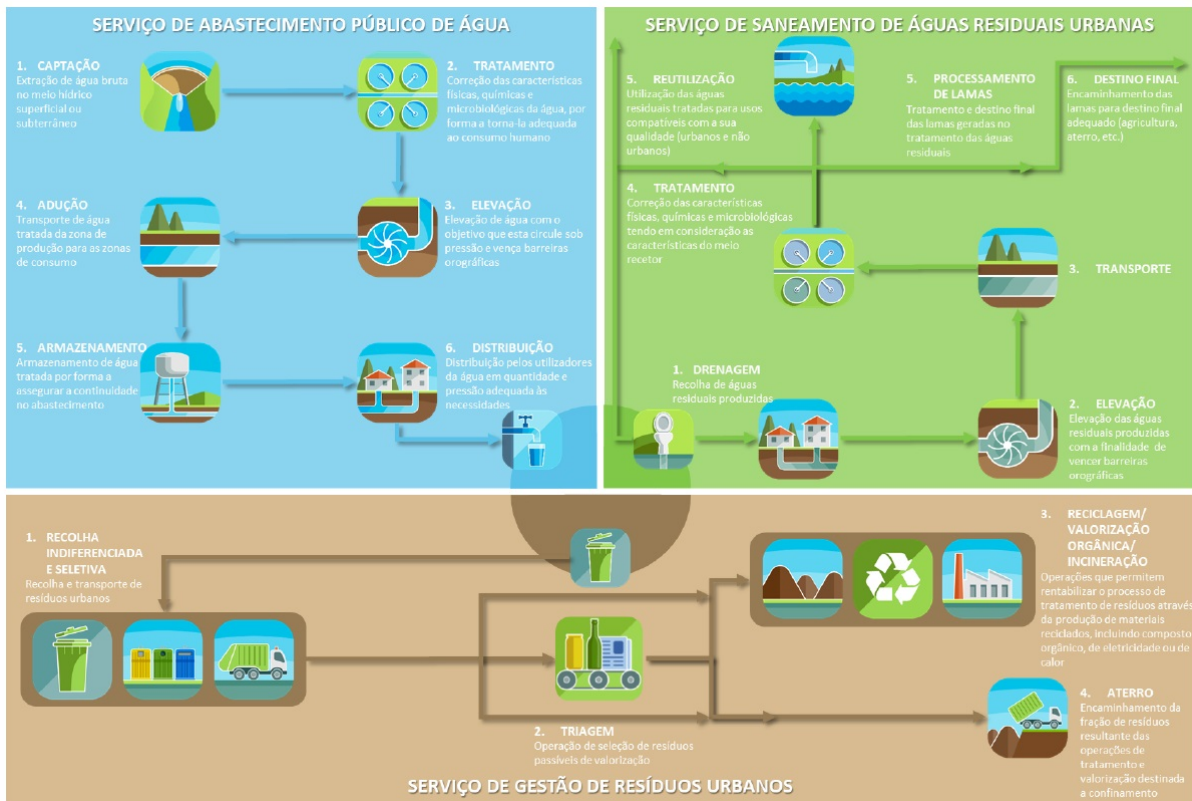


Figura 1.1: Cadeia de valor do setor de águas e resíduos. Imagem disponível em [3].

Uma vez que o tema desta dissertação se inclui somente no subsetor das águas, considera-se relevante apenas uma apresentação mais detalhada deste. Caso seja do interesse do leitor, aconselha-se a consulta das referências [3] e [4] que contêm mais informação acerca do subsetor dos resíduos.

A – Setor das Águas

O ciclo urbano da água engloba todas as fases para as atividades de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, desde a captação da água bruta até à rejeição final da água residual no meio natural recetor, como observável em detalhe na figura 1.1 anterior [3].

A atividade de abastecimento público de água engloba então a captação, o tratamento, a elevação, o transporte, o armazenamento e a distribuição da água. Nesta atividade, são designados sistemas em "alta" os constituídos por um conjunto de componentes a montante da rede de distribuição, fazendo a ligação do meio hídrico ao sistema em "baixa". Por sua vez, os sistemas em "baixa" são constituídos por um conjunto de componentes que permitem prestar ao utilizador final (o consumidor) o serviço de abastecimento de água. Os sistemas podem ser integrados quando a ligação entre o meio hídrico e o utilizador final é assegurada pelo mesmo sistema [4].

O saneamento de águas residuais urbanas inclui a recolha, a elevação, o transporte e o tratamento

das águas residuais de origem urbana, bem como a sua rejeição no meio hídrico. Esta atividade é essencial para salvaguardar a qualidade das massas de água, sendo determinante no condicionamento dos outros usos de domínio hídrico, designadamente a captação de água para consumo humano. O sistema de saneamento de águas residuais em "baixa" assegura a drenagem de águas residuais urbanas junto ao produtor, rejeitando-as num sistema em "alta", ou, caso se trate de um sistema integrado, rejeitando-as em destino final adequado. Um sistema em "alta" é constituído por um conjunto de componentes que permitem a ligação do sistema em "baixa" ao ponto de rejeição [4].

A classificação dos sistemas segundo as designações de "alta" e "baixa" esteve no cerne da criação dos sistemas multimunicipais, maioritariamente responsáveis pela "alta", e dos sistemas municipais, maioritariamente responsáveis pela "baixa". Estes correspondem, respetivamente, às atividades grossista e retalhista dos setores de abastecimento de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos. Esta estruturação do setor conduziu a vantagens em termos de economias de escala e conduziu simultaneamente à divisão da cadeia de valor da prestação dos serviços considerando as fases do processo produtivo [3].

Do ponto de vista da estrutura do mercado, o setor das águas constitui um caso típico de indústria de rede, tanto ao nível da atividade em "alta" como ao nível da atividade em "baixa", configurando a gestão destas infraestruturas situações de monopólio natural. Sendo o monopólio natural uma falha de mercado, no sentido deste não ser concorrencial, a regulação do setor, designadamente a económica, surge como a forma de reduzir a perda de bem-estar social e consequentes ineficiências resultantes da existência de um monopólio [3].

B – Regulação do setor

O setor das águas e resíduos caracteriza-se então pela existência de um grande número de intervenientes com diferentes tipos de ações. Ao nível da administração são de referir a entidade reguladora e as entidades da Administração Central. Na gestão dos sistemas incluem-se os municípios, as associações de municípios, as empresas municipais e intermunicipais, as empresas públicas (nomeadamente as concessionárias), as empresas privadas concessionárias e as empresas privadas prestadoras de serviços de gestão. Existe ainda um conjunto de entidades que trabalham no setor, ainda que sem intervenção direta na gestão dos sistemas, como as empresas de construção, os fabricantes e fornecedores de materiais, as empresas de consultoria e projeto, as empresas gestoras da qualidade, os centros de investigação e desenvolvimento, os laboratórios analíticos e de ensaios, as entidades financiadoras, entre outros. O público em geral, os consumidores e utilizadores dos serviços, as associações económicas e empresariais, as associações profissionais, as associações de defesa do ambiente e a comunicação social constituem, cada vez mais, uma sociedade civil mais participativa e exigente no setor [3].

Enquanto entidade reguladora do setor, a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) tem como objetivo disponibilizar e divulgar regularmente informação rigorosa e acessível a todos os intervenientes, através da recolha, validação, processamento e divulgação da informação relativa ao setor e Entidades Gestoras (EG) dos serviços de abastecimento de água, saneamento das águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos. Visa, assim, contribuir para consolidar uma verdadeira cultura de informação concisa, credível e de fácil interpretação por todos, extensível a todas as entidades gestoras, independentemente das formas de gestão adotadas para a prestação destes serviços. Neste sentido, a entidade reguladora pretende contribuir para um conhecimento adequado, baseado na informação obtida a partir do enorme volume de dados recolhidos no setor, garantindo o direito fundamental de acesso à informação que assiste a todos os utilizadores destes serviços, *stakeholders* e à sociedade civil em geral [3].

Nos termos da Lei, compete à ERSAR assegurar a regulação e supervisão do setor dos serviços de abastecimento público de água Abastecimento de Água (AA), Saneamento de Águas Residuais (SAR) urbanas e gestão de resíduos urbanos Resíduos Urbanos (RU), independentemente da titularidade estatal ou municipal dos respetivos sistemas e do modelo de gestão adotado (prestação direta do serviço, delegação do serviço em empresa ou ainda a sua concessão) [3].

C – PENSAAR 2020

Para que continue a existir evolução no setor é imperativo definir estratégias de desenvolvimento, pelo que para a concretização dos objetivos do setor das águas em Portugal, foi aprovada uma Nova Estratégia de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais - PENSAAR 2020. A ERSAR foi incumbida de adotar as medidas apropriadas e coordenar as atividades de acompanhamento e monitorização da execução do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais (PENSAAR) 2020 [5].

O PENSAAR 2020 constitui o instrumento estratégico para o setor de serviços de água em Portugal continental, para o período de 2014 a 2020, tendo sucedido ao Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 (PEAASAR II). Os investimentos realizados nas últimas décadas permitiram um crescimento notável dos serviços públicos de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais [6]. Note-se, por exemplo, o nível de cobertura do serviço de AA que em 1994 era de 82%, evoluindo para 95% ao ano de 2011, ou para serviços de SAR com níveis de cobertura a evoluírem desde 31% (1994) para 78% (2011) [7]. Contudo, existem agora novos desafios para o setor que exigem uma otimização e gestão eficiente dos recursos, nomeadamente do património infraestrutural e dos seus respetivos ativos [6]. Pretende-se assim, com esta nova estratégia, promover junto das populações o acesso a um serviço público de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais de qualidade e adequado às suas necessidades, com custos socialmente aceitáveis, promovendo simultaneamente a evolução do setor para um patamar de excelência [3].

1.2 Grupo Águas de Portugal

No ano de 1993 é constituída a Águas de Portugal com a responsabilidade de desenvolver os sistemas multimunicipais de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, no sentido de ultrapassar a fragmentação que caracterizava estes setores. Atualmente é um dos principais grupos empresariais portugueses no setor do ambiente [8].

A Águas de Portugal (AdP) caracteriza-se como uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos e gestora de participações sociais. Através das suas empresas, tem uma presença alargada em todo o País, de norte a sul, prestando serviços aos municípios, que são simultaneamente acionistas das empresas gestoras dos Sistemas Multimunicipais (SMM) (sistemas em "alta"), e serve diretamente as populações através de sistemas municipais ou parcerias Estado-Autarquias (sistemas em "baixa") de abastecimento de água e de saneamento. Atua assim em todas as fases do ciclo urbano da água: desde a captação, tratamento e distribuição de água para consumo público à recolha, transporte, tratamento e rejeição de águas residuais urbanas e industriais tratadas aos rios ou ao mar, incluindo a sua reciclagem e reutilização [9].

No final do ano de 2019, o Grupo AdP era constituído por 19 empresas, das quais 13 entidades gestoras (EG) de sistemas de abastecimento de água e de tratamento de águas residuais.



Figura 1.2: Empresas do Grupo Águas de Portugal, 2019 [9].

Como indicado na figura 1.2, o Grupo opera também na área das energias renováveis (através da AdP Energias) com o objetivo de maximizar o aproveitamento energético dos seus ativos e dos recursos endógenos. A estratégia foca-se na produção de energia com origens alternativas aos combustíveis fósseis: a exposição solar de algumas infraestruturas para micro e miniprodução de energia solar fotovoltaica, o biogás produzido nos processos de tratamento das águas residuais e a energia cinética da água nas condutas. Existe ainda uma visão de minimização da produção de resíduos, pelo que sempre que possível é feita a valorização dos subprodutos, em particular das lamas resultantes dos processos de tratamento de água e águas residuais, na sua grande maioria valorizadas como corretivo agrícola. São ainda recuperados alguns nutrientes presentes nas águas residuais, como o fósforo, reintegrando as cadeias de valor [10].

A Águas de Portugal tem vindo a desenvolver nos últimos anos uma vertente internacional. Associando-se a parceiros locais bem como a empresas portuguesas do setor, têm sido desenvolvidos diversos projetos em países como Angola, Azerbaijão, Cabo Verde, Costa do Marfim, Marrocos, Moçambique, República Democrática do Congo, São Tomé e Príncipe e Timor-Leste, quer num formato de assistência técnica, quer através da gestão de concessões de serviços de águas e resíduos [10].

1.3 Motivação do Trabalho

Em resultado da integração do País na Comunidade Económica Europeia (CEE), Portugal utilizou eficazmente os fundos comunitários atribuídos implementando uma gestão empresarial liderada pelo Grupo AdP em parceria com os municípios, marcando assim o início de uma revolução deste setor em Portugal. Até essa data, os sistemas de AA e de SAR eram frequentemente fragmentados a nível municipal, passando assim a dispor da possibilidade de uma nova escala de agregação [11]. Ainda assim, foram vários os SMM que desenvolveram a arquitetura do sistema de saneamento de forma maioritariamente centralizada, outros de forma descentralizada e outros ainda de forma mista [12].

Numa primeira fase foram criados os sistemas multimunicipais denominados de primeira geração, localizados no litoral mais urbanizado, nos quais se privilegiou a construção dos grandes sistemas centralizados de tratamento de águas residuais. Numa segunda fase de criação de SMM (década de 2000), maioritariamente no interior do País e por consequência em zonas de menor densidade populacional, deu-se uma diversificação de soluções de tratamento em que os Sistemas Descentralizados (SD) representavam a vasta maioria das infraestruturas de tratamento de águas residuais construídas. Estas ocorrências conferiram ao grupo AdP experiência de projeto, construção e exploração deste tipo de sistemas [12].

Nas últimas décadas deu-se por isso um aumento substancial de ativos no setor impulsionado pelo ritmo de execução acelerado ditado pela disponibilidade dos fundos comunitários europeus. Tal constrangeu a elaboração dos projetos e levou a que a realização dos investimentos e a utilização dos

apoios financeiros passassem a ser o *driver* principal do setor em Portugal [6].

Apesar da maturidade atingida, o grupo AdP defronta-se agora com novos desafios. Acontece que a atual realidade diverge significativamente das previsões iniciais, nomeadamente nas seguintes áreas:

- **Evolução da procura** - os dados demográficos mais recentes acusam uma tendência de desertificação populacional, em particular do interior do País, contrariamente ao projetado;
- **Evolução tecnológica** - o avanço tecnológico que se deu nos últimos 20 anos foi surpreendentemente grande, não só causando obsolescência precoce de equipamentos e instrumentação, como a oportunidade (agora) de empregar outras tecnologias mais sustentáveis económica e ambientalmente;
- **Alterações climáticas** - mudança acelerada de fatores ambientais e ocorrência de eventos ambientais extremos;
- **Pressão por parte da população servida**, cada vez mais exigente não só na qualidade e quantidade do produto, como nas tarifas praticadas;
- **Alterações nos requisitos de qualidade** pelas entidades reguladoras.

Percebe-se então que estes fatores, e outros mais, vêm questionar alguns dos pressupostos assumidos durante o projeto e conceção das infraestruturas de tratamento de norte a sul do País. Aos desafios acresce ainda a falta de escala dos sistemas descentralizados. Assim, 80% do volume de águas residuais do Grupo AdP é tratado em menos de 10% das instalações, evidenciando a pequena percentagem de caudal tratado em cerca de 500 instalações do grupo AdP [12]. Tal, conjugado com o facto de parte dos ativos se encontrarem a chegar ao fim do ciclo de vida, cria uma oportunidade ao Grupo AdP de estudar cuidadosamente a sua substituição e aproveitar a situação para estudar outras eventuais adaptações nessas infraestruturas e a otimização dos custos de exploração necessários.

Paralelamente à proposta do PENSAAR 2020, o foco situa-se agora na preservação e gestão eficiente dos recursos existentes, garantindo que todo o esforço financeiro e humano realizado ao longo do passado e com o apoio da União Europeia através de fundos comunitários, beneficiará as gerações atuais e futuras [6].

Assim, numa perspetiva de planeamento sustentado do próximo ciclo de investimento em parte das infraestruturas de tratamento dos sistemas descentralizados, considera-se relevante que o Grupo AdP proceda a uma reengenharia dos seus subsistemas de tratamento de abastecimento de água e de águas residuais, colocando-se as seguintes questões:

- É possível estudar os sistemas do Grupo AdP?
- Será possível encontrar oportunidades de otimização nos sistemas estudados?

- Numa oportunidade de reengenharia dos subsistemas deve proceder-se à sua substituição por novo ou à sua preservação?

Numa tentativa de dar resposta às questões lançadas, foi proposto um projeto pela AdP, SGPS, S.A. à Direção de Engenharia (DE) da AdP Serviços, e que consiste em duas fases distintas:

1. Uma primeira fase onde se insere esta dissertação, através da identificação e seleção dos subsistemas que cumprem com os requisitos necessários para ser objeto de uma análise aprofundada na 2.^a Fase.
2. A segunda fase com o intuito de analisar aprofundadamente os subsistemas selecionados e as oportunidades de otimização, para se proceder à então reengenharia de sistemas (nos casos onde esta se justifique) – ainda não definida e fora do âmbito do presente trabalho.

1.4 Objetivos do Trabalho

Tendo por base as questões lançadas na secção imediatamente anterior, e considerando a primeira fase de projeto (fase que se irá concretizar com a realização do presente trabalho) criam-se os objetivos que se pretendem alcançar nesta dissertação:

- Identificação dos subsistemas do máximo número de entidades gestoras do Grupo AdP que devem ser alvo do estudo de reengenharia de sistemas;
- Desenvolvimento de uma ferramenta "*user friendly*" que identifica os subsistemas de cada EG (para concretização do objetivo anterior);
- Apresentação das conclusões tiradas acerca da ferramenta desenvolvida (acessibilidade e facilidade no uso, recolha de dados necessários ao seu preenchimento, comparação entre EG, subsistemas identificados, adequabilidade e oportunidades de otimização).

Para a concretização dos objetivos estabelecidos, propõem-se as seguintes tarefas a realizar no âmbito desta dissertação:

- Definição da metodologia de análise e *software* a usar na ferramenta;
- Recolha de dados e informação disponível no Grupo AdP;
- Realização de reuniões com as empresas do Grupo (viáveis para âmbito do projeto) para apresentação da metodologia e explicação do seu papel no preenchimento de dados na ferramenta;
- Processamento e estruturação dos dados adquiridos e sua normalização para análise;
- Discussão dos resultados provenientes da análise e de oportunidades de otimização.

Capítulo 2

Revisão de informação de base

2.1 Grupo Águas de Portugal

2.1.1 Dados de Atividade

O Grupo Águas de Portugal desenvolve uma função estruturante no setor do ambiente em Portugal, cuja principal atividade é a gestão, através das subsidiárias, do ciclo urbano da água, operando vários sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais em "alta" e em "baixa", em regime de concessão, de parcerias ou de gestão delegada [9]. Apresenta-se na tabela 2.1 seguinte, a lista atual ao final do ano de 2019 das suas entidades gestoras (EG).

Tabela 2.1: Entidades Gestoras do Grupo AdP e respetivo local da sede e atividade, relativos ao ano de 2019 [9].

Empresa	Sede	Atividade
Águas de Santo André, S.A.	V.N. Santo André	Abastecimento, saneamento e resíduos em "alta" e em "baixa"
EPAL-Empresa Portuguesa de Águas Livres, S.A.	Lisboa	Abastecimento em "alta" e em "baixa"
Águas do Norte, S.A.	Vila Real	Abastecimento e saneamento em "alta" e em "baixa"
Águas do Vale do Tejo, S.A.	Guarda	Abastecimento e saneamento em "alta"
Águas do Centro Litoral, S.A.	Coimbra	Abastecimento e saneamento em "alta"
SIMDOURO-Saneamento do Grande Porto, S.A.	Vila Nova de Gaia	Saneamento em "alta"
Águas do Algarve, S.A.	Faro	Abastecimento e saneamento em "alta"
AdRA – Águas da Região de Aveiro, S.A.	Aveiro	Abastecimento e saneamento em "baixa"
AgdA – Águas Públicas do Alentejo, S.A.	Beja	Abastecimento e saneamento em "alta"
Águas do Douro e Paiva, S.A.	Porto	Abastecimento em "alta"
SIMARSUL- Saneamento da Península de Setúbal, S.A.	Quinta do Conde	Saneamento em "alta"
Águas do Tejo Atlântico, S.A.	Lisboa	Saneamento em "alta"
AdAM-Águas do Alto Minho, S.A.	Viana do Castelo	Abastecimento e saneamento em "baixa"

É no seu conjunto de empresas que, em parceria com os municípios, o Grupo AdP presta serviços a cerca de 80 por cento da população portuguesa, sendo que nos serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais em “alta” as empresas do Grupo abrangem 234 municípios. Em alguns municípios o Grupo é ainda responsável pelos serviços de abastecimento e saneamento em “baixa” – diretamente ao consumidor – servindo cerca de 1,2 milhões de pessoas [10].

A figura 2.1 reflete estes números, apresentando o alcance do Grupo nos municípios do País, para os diferentes tipos de serviço. Resume-se ainda na tabela 2.2 os dados mais recentes relativos à atividade do Grupo para o setor das águas.

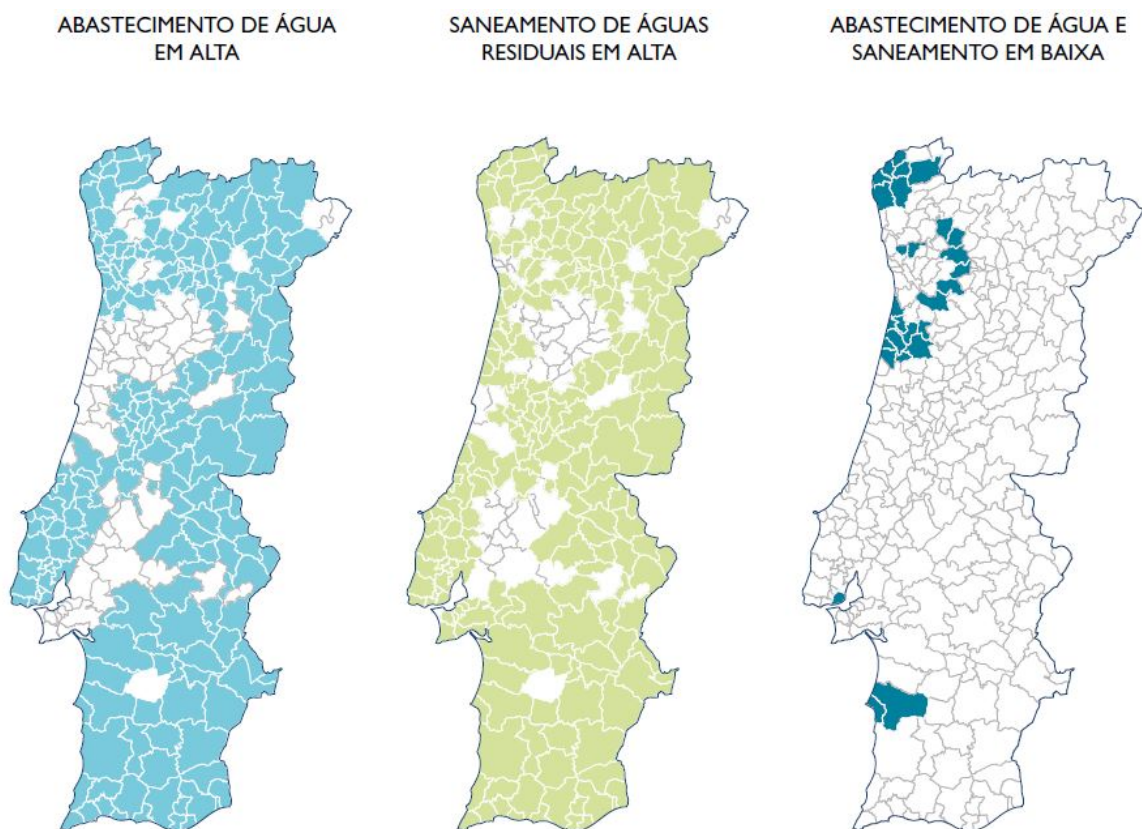


Figura 2.1: Municípios servidos pelo Grupo AdP. À esquerda representam-se a azul claro os municípios servidos para abastecimento de água em “alta”; ao centro e a verde claro os municípios servidos de saneamento de águas residuais em “alta”; à direita e a azul mais escuro, os municípios servidos de abastecimento de água e saneamento em “baixa” [9].

Tabela 2.2: Dados relativos à atividade do Grupo AdP, para o setor das águas (anos de 2016 a 2019) [9].

Indicador	Unidade	2016	2017	2018	2019
Volume de água produzida	$M m^3$ (1)	580,9	599,4	578,8	597,3
Volume de água adquirida	$M m^3$	14,4	14,4	14,6	22,3
Volume de água distribuída	$M m^3$	74,9	77,9	69,9	71,5
Volume de água faturada	$M m^3$	583,3	610,2	592,4	613,9
Volume de água residual tratada	$M m^3$	533,6	461,0	514,1	498,1
Volume de água residual faturada	$M m^3$	476,1	462,4	484,3	491,0
Número de colaboradores (2)	N^o	3 257	3 173	3 290	3 308

(1) Mm^3 corresponde a milhões de metros cúbicos.

(2) Colaboradores no ativo + colaboradores com contrato suspenso.

Nos últimos anos tem-se verificado uma evolução significativa no setor das águas na qual o Grupo AdP desempenhou um papel relevante, culminando nos dados atuais representados na figura 2.1 e na tabela 2.2 de forma a assegurar o acesso a um bom serviço de água e saneamento à maior parte da população portuguesa [9].

É por isso de importância referir que a crescente disponibilidade dos serviços de abastecimento de água e de saneamento das águas residuais urbanas em território nacional se deve, em parte, à vasta rede de infraestruturas operacionais geridas pelas empresas do Grupo, começando, por exemplo, pelas mais de mil de estações de tratamento que existem pelo país (entre Estação de Tratamento de Água (ETA) e Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)). Na figura 2.2 resumem-se os números atuais correspondentes às principais infraestruturas da AdP.



Figura 2.2: Números relativos às Infraestruturas do Grupo AdP (ano de 2019). ETA - Estações de Tratamento de Água. ETAR - Estações de Tratamento de Águas Residuais. EE - Estações Elevatórias. Imagens disponíveis em [13].

2.1.2 Ciclo Urbano da Água

Tal como introduzido na secção 1.2, o Grupo Águas de Portugal atua em todas as fases do ciclo urbano da água, encontrando-se este último simplificado no esquema da figura 2.3.



Figura 2.3: Esquema simplificado do ciclo urbano da água. Imagem disponível em [10].

Conhecer as diferentes etapas deste ciclo revela-se de importância no entendimento do trabalho realizado nas Infraestruturas (IE) da AdP, tendo a eficiência hídrica e energética como objetivos estratégicos no contexto da gestão da escassez de água e adaptação às alterações climáticas e da promoção da economia circular. Nestes destaca-se a Água para reutilização (ApR) e valorização de subprodutos resultantes dos processos de tratamento das águas, de que são exemplo as lamas e nutrientes, e o aproveitamento energético dos ativos e dos recursos endógenos, designadamente do biogás das digestões anaeróbias e instalação de equipamentos de produção de energia de fonte solar nas infraestruturas [9].

Apresenta-se de seguida o desenvolvimento de cada uma das etapas presentes na figura 2.3.

A – MEIO HÍDRICO

A captação da água bruta pode ser realizada à superfície (rios e albufeiras) ou subterrânea (aquíferos), através de furos ou poços. Neste processo é por vezes necessária uma atividade de elevação que consiste em transportar a água de pontos baixos para os altos, recorrendo a processos de bombagem, de forma a que circule sob pressão e vença possíveis barreiras orográficas. Para tal, o Grupo AdP dispõe de infraestruturas próprias designadas de Estação Elevatória (EE). No conjunto das empresas de abastecimento de água do Grupo estão em exploração 1216 captações de água, sendo que grande parte do volume captado é proveniente de captações superficiais [3], [10].

A água captada nas IE do Grupo e que, após tratamento, é disponibilizada para consumo, é devolvida ao meio hídrico. Esta devolução ocorre somente após o tratamento adequado nas estações de tratamento de águas residuais (ETAR) que garante o processo em condições ambientalmente seguras [10].

B – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Depois de captada, a água segue para as Estações de Tratamento de Água (ETA), onde é feita a correção das características físicas, químicas e microbiológicas tornando-a adequada para consumo [10]. É por isso sujeita a diferentes etapas no processo de tratamento, salientando-se as mais comuns:

- **Gradagem** – É feita a remoção das impurezas de maior dimensão existentes na água bruta (água que não sofreu qualquer processo de tratamento), nomeadamente folhas de árvore, ramos e outras matérias em suspensão, bem como parte das areias e microrganismos.
- **Coagulação e Floculação + Decantação** – É adicionado um reagente à água que promove a formação de flocos, através da agregação de sólidos suspensos que ainda se encontrem presentes na água. Os flocos formados, pela sua densidade e consistência, depositam-se no fundo dos tanques por ação da força de gravidade, ocorrendo uma decantação.
- **Filtração** - Depois de clarificada, a água sobrenadante da decantação passa por um filtro (de areia ou outros materiais), no qual ficam retidas as partículas sólidas de menores dimensões.
- **Desinfecção** – De forma a eliminar os microrganismos que poderão ser prejudiciais à saúde humana, e que ainda restem nela após as operações anteriores, a água é ainda desinfetada, com recurso ao cloro, ozono ou por radiação ultravioleta.
- **Tratamento de lamas** – Os sólidos removidos durante a decantação são sujeitos a etapas de espessamento e desidratação antes do seu encaminhamento para destino adequado [10].

A água tratada é depois transportada da zona de captação e tratamento (produção) para as zonas de consumo, denominando-se este passo de adução, ficando armazenada em reservatórios que asseguram a continuidade no abastecimento. No processo de encaminhamento da água até ao reservatório também é muitas vezes necessário recorrer à atividade de elevação [3], [10].

C – CONSUMO E REJEIÇÃO

Em cada zona de consumo é feita a distribuição da água até às torneiras dos consumidores através de uma rede complexa de tubagens e válvulas, garantindo a quantidade, pressão e qualidade adequadas.

As águas residuais, resultantes da utilização da água pelas populações e atividades produtivas, são recolhidas na vasta rede de coletores do Grupo e encaminhadas para as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) [10].

D – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (ETAR)

Uma vez nas ETAR, as Águas Residuais (AR) são tratadas de forma a poderem ser devolvidas à natureza adequadamente. São tidas em consideração as exigências e usos dos meios recetores, pelo que estas são sujeitas a diferentes tipos de tratamento – primário, secundário e terciário. Em situações particulares, de maior exigência, as AR são adicionalmente desinfetadas [10].

Consideram-se as seguintes etapas mais comuns no tratamento de águas residuais:

- **Tratamento preliminar (gradagem)** – À semelhança do que acontece numa ETA, é realizada numa primeira etapa a remoção dos sólidos de maiores dimensões existentes nas águas residuais que chegam à ETAR, nomeadamente papel higiénico, cotonetes, algodão, restos de comida e outras matérias em suspensão, bem como parte das areias..
- **Tratamento primário** – É feita a separação sólido-líquido que permite remover a larga maioria dos sólidos suspensos que se encontram presentes nas AR. Uma possível abordagem serão de seguida os sólidos sedimentados no interior do decantador primário, designados por lamas primárias, serem retirados e encaminhados para uma linha de tratamento de lamas.
- **Tratamento secundário** – As AR são sujeitas a um tratamento biológico com bactérias que digerem a matéria orgânica existente. As lamas formadas neste processo depositam-se no fundo dos tanques de sedimentação secundária (formando lamas biológicas), resultando em água clarificada à superfície. As lamas biológicas que sedimentam no interior do decantador secundário são posteriormente encaminhadas para a linha de tratamento de lamas.
- **Tratamento terciário** – Nesta etapa as AR são submetidas a uma desinfecção e se necessário a uma remoção adicional de nutrientes.
- **Tratamento de lamas** – As lamas geradas são ainda submetidas a um tratamento adequado de forma a poderem ser encaminhadas para um destino adequado podendo ser, entre outros, para valorização energética (como combustível) e agrícola (como fertilizante) [10].

E – DEVOLUÇÃO DA ÁGUA AO MEIO HÍDRICO

Depois de tratada na ETAR, parte desta água é reutilizada para usos compatíveis com a sua qualidade (por exemplo para rega de espaços verdes, ou lavagem de pavimentos e veículos) e a restante é devolvida à natureza, permitindo assegurar a reposição de água nos meios hídricos sem comprometer a saúde pública e os ecossistemas, protegendo a natureza e a biodiversidade [10].

2.2 Análise Multicritério de Apoio à Decisão

Para a concretização do objetivo principal deste trabalho – Identificação de subsistemas para futura análise detalhada de oportunidades de otimização – é necessário desenvolver uma ferramenta informática que realize essa seleção de forma expedita tendo por base um conjunto de requisitos pré-definidos. Assim, toma-se como primeiro passo a definição da metodologia a usar nessa mesma ferramenta.

A análise será feita a uma entidade gestora do Grupo AdP de cada vez, pelo que a ferramenta será alimentada com dados relativos a todos os subsistemas pertencentes a essa mesma EG e devolverá a lista de subsistemas a intervir. Isto é, a tomada de decisão (seleção de subsistemas) será realizada com base num conjunto de critérios pré-definidos e nas características intrínsecas aos vários subsistemas (diferentes tipos de dados inseridos).

2.2.1 Caracterização geral

A Análise de Decisão define-se como a atividade de quem utiliza modelos (não necessariamente totalmente formalizados) como auxílio na obtenção de elementos de resposta a questões levantadas por uma parte interessada durante um processo de decisão (sendo normalmente a parte interessada, o decisor definitivo). Estes elementos atuam no sentido de esclarecer a decisão e recomendar, ou simplesmente favorecer, um comportamento que irá aumentar a consistência entre a evolução do processo e os objetivos e o sistema de valores dessa parte interessada [14].

Verifica-se então que a ferramenta que se pretende construir no presente trabalho é uma ferramenta de análise de decisão, especificamente a definição de um modelo que irá recomendar quais os subsistemas, face a indicadores determinados, que devem de ser selecionados dum ponto de vista técnico-económico como objeto de otimização. Note-se a importância da palavra "recomendar", uma vez que a entidade responsável pela decisão final (neste caso a Águas de Portugal e suas respetivas entidades gestoras) possui a liberdade de agir conforme achar adequado, seguindo ou não a recomendação resultante [14].

Uma vez que se pretende inserir diversos dados e responder a diferentes critérios, a abordagem a tomar é a de Decisão Multicritério dentro dos modelos de Análise de Decisão, mais conhecida como *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA), ou Análise Multicritério de Apoio à Decisão. Este é um termo genérico que descreve um conjunto de abordagens formais que procuram ter em conta múltiplos critérios na exploração de decisões significantes, como auxílio a uma entidade que se encontra perante a necessidade de uma tomada de decisão, a entidade decisora [15].

O principal objetivo da análise MCDA é auxiliar a entidade (ou entidades) interessada a compreender melhor a situação ou a problemática que necessita de decisão. Tal é realizado através de

organização, poder de síntese e apresentação adequada da informação necessária para guiar essa entidade no sentido da decisão. Neste tipo de análise há que ter em conta o seguinte [15], [16]:

- O processo da análise MCDA é uma ferramenta de auxílio na estruturação do problema.
- Os modelos usados nesta análise fornecem um meio para discussão.
- Requer um compromisso de envolvimento da entidade interessada durante todo o processo de análise.
- O foco é no apoio à decisão e não na forma como esta é ou deveria ser feita, na ausência de um suporte formal.
- Este tipo de análise não fornece uma resposta que se considere como "certa" ou "correta", e não se enquadra dentro do paradigma de otimização. O resultado é, como dito anteriormente, uma recomendação com base nos critérios selecionados.
- A MCDA não apresenta um resultado objetivo, não descartando da entidade interessada a responsabilidade da tomada de decisões exigentes. A subjetividade é sempre inerente em qualquer decisão, nomeadamente na escolha e no peso dos critérios. Esta análise não se desfaz da subjetividade, mas antes gere-a e procura torná-la explícita. Ou seja, integra um cálculo objetivo com juízo de valores.

2.2.2 Processo da Análise Multicritério de Apoio à Decisão

As principais etapas do processo da MCDA encontram-se esquematizadas na figura 2.4, onde se identificam três fases chave: identificação e estruturação do problema; definição do modelo e sua utilização; desenvolvimento de planos de ação.

A fase inicial de estruturação do problema é uma fase de pensamento divergente, desconstrução e captura da complexidade que paira sobre a problemática, de forma a gerir e compreender os passos seguintes a tomar, tendo em conta os objetivos e os critérios escolhidos [16], [15].

A fase de definição do modelo e sua utilização representa um modo de pensar mais convergente, criando um processo de extração da essência do problema a partir da sua complexidade, numa forma que suporta uma avaliação mais precisa e detalhada de potenciais modos de prosseguir, respeitando os critérios. No final, é natural resultar novamente num pensamento divergente, uma vez ser necessário pensar de forma criativa sobre outras opções ou aspetos da questão central. Note-se que muitas vezes a análise MCDA é erradamente considerada simplista. Esta consideração negligencia a natureza de

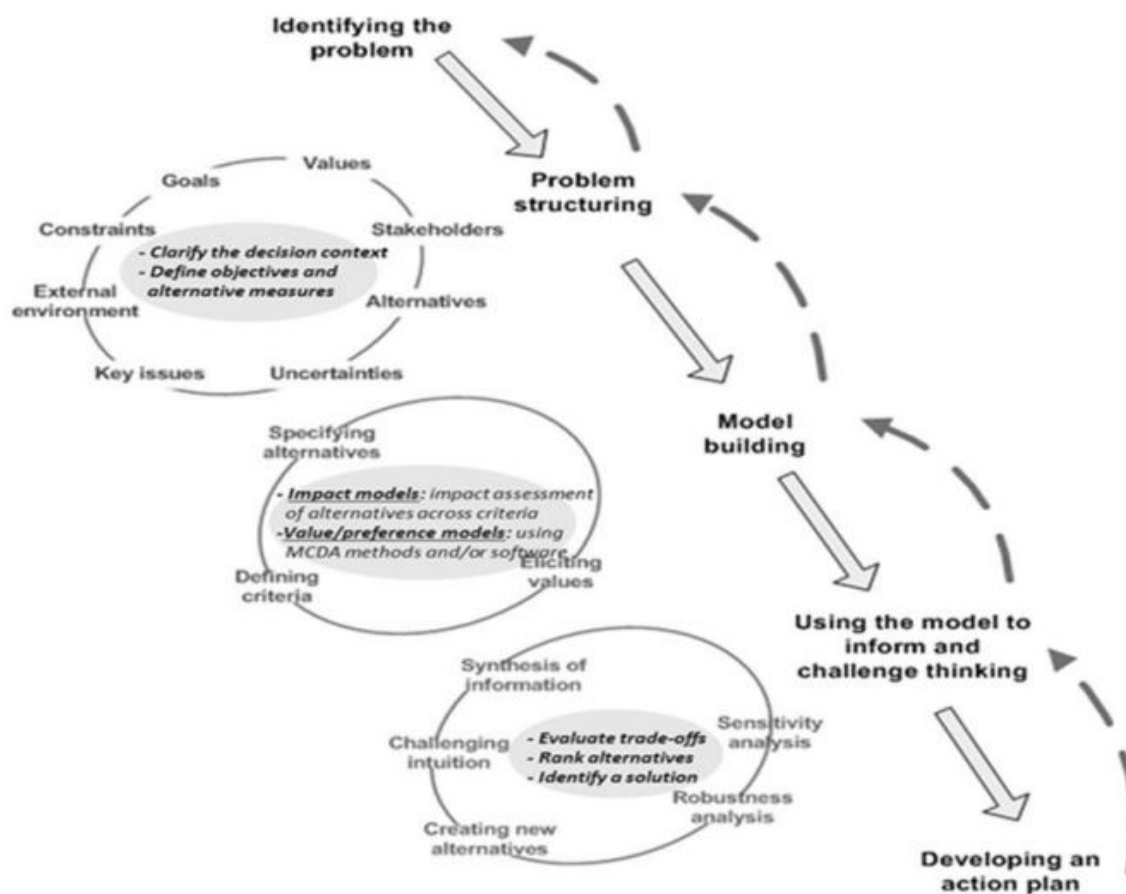


Figura 2.4: Principais etapas numa análise multicritério de apoio à decisão (MCDA). Esquema adaptado de [15].

todo o processo e o facto de que o modelo, ainda que aparentemente simples, não rejeita a complexidade do problema, mas antes extrai desta os fatores chave de uma forma transparente, fácil de usar e capaz de aprofundar e fornecer mais conhecimento [16].

Como se verifica pelo esquema da Figura 2.4 , é expectável que ocorram iterações durante o processo, dentro e entre as diferentes três fases chave, cada uma sujeita a diferentes e múltiplas influências internas e externas. Ainda que a descrição do processo aparente ser genérica, o foco é na definição e utilização de um modelo. É aqui que ocorre a distinção entre as diferentes abordagens da análise multicritério: natureza do modelo, informação requerida e a forma como o modelo é usado na comunicação do resultado [16].

2.2.3 Teoria do Valor de Múltiplos Atributos

Como explicado, uma das etapas do processo da MCDA é a definição de um modelo ou método. Existem inúmeros métodos definidos e até disponíveis em *softwares* próprios, difíceis de enumerar e discutir devido à sua especificidade e multiplicidade. Realça-se aqui a Teoria do Valor de Múltiplos Atributos, mais conhecida como *Multi-Attribute Value Theory* (MAVT) [16], não só por ser um dos métodos multicritério mais bem fundamentados e definidos, como por ser um dos mais aplicados ao nível do setor das águas (por exemplo como ferramenta de auxílio na seleção de processos de tratamento).

O conceito do modelo MAVT prende-se com a criação de funções valor para cada critério de forma a normalizar impactos individuais para uma escala de comparação comum. As funções valor definem as preferências para cada critério "internamente", ou seja, a valorização que deve ser dada a mudanças incrementais na medição dos valores de um único critério em diferentes partes da escala de comparação (avaliação intra-critério, ou normalização). Existe depois uma fase seguinte de ponderação, onde é solicitado a quem desenvolve o método que atribua peso aos critérios de análise (avaliação inter-critério) [15], [17].

O resultado final da análise é um número ou pontuação global para cada alternativa (alternativas de decisão), refletindo todos os critérios. Para a obtenção desse número final, usa-se recorrentemente um modelo aditivo que começa por multiplicar a pontuação normalizada (resultado da avaliação intra-critério) pelo peso atribuído a cada critério (resultado da avaliação inter-critério). No final soma-se então o valor resultante desta operação para cada critério, obtendo-se um valor final para cada alternativa, podendo-se organizar estas pontuações num *ranking* e assim mostrar as "preferências" à entidade decisora [15].

Capítulo 3

Métodos

Como mencionado na secção 1.3, este trabalho partiu de um projeto de duas fases, proposto à Direção de Engenharia da AdP Serviços. Assim, numa fase inicial a DE em parceria com duas empresas gestoras do Grupo chegaram a uma proposta de metodologia para a seleção dos subsistemas a analisar no contexto da reengenharia de sistemas, tendo esta sido testada com dados fornecidos pelas mesmas empresas envolvidas. Este teste serviu de controlo, para avaliar de que modo o modelo teria adesão à realidade — se o resultado da metodologia seria similar à “ideia” que os decisores, operacionais e técnicos das empresas possuem dos sistemas que são conhecidos como problemáticos.

Assim, este capítulo tem como objetivo descrever a metodologia que foi usada neste trabalho, depois de testada, otimizada, validada e apresentada às restantes entidades gestoras do Grupo como final.

3.1 Definição da Metodologia

Resume-se de seguida a informação referida no ponto 2.2 referente ao capítulo 2 aplicada ao caso estudo desta dissertação:

- A ferramenta pretendida irá selecionar subsistemas para uma dada entidade gestora do Grupo AdP, a partir de um conjunto de critérios a determinar, definindo-se por isso uma **metodologia multicritério** (MCDA).
- Dentro da análise MCDA:
 - O **problema** que se coloca é a oportunidade de otimização e reengenharia de subsistemas dentro do Grupo AdP;
 - As partes interessadas e **entidades decisoras** são a AdP e suas EG;

- A **decisão** é a seleção dos subsistemas que podem ser alvo de estudo para numa segunda fase de projeto se proceder à reengenharia;
- No processo, o **modelo** aplicado usa como base a Teoria do Valor de Múltiplos Atributos (MAVT), uma vez que a normalização dos dados é um passo importante na análise e na simplificação da seleção dos subsistemas.

Estabelecidas as bases do modelo a aplicar, encontra-se agora espaço para aprofundar e delinear outras características da ferramenta.

Além da metodologia multicritério, outro princípio adotado foi a maximização do número de subsistemas a serem selecionados pela ferramenta. Ou seja, pretende-se aplicar uma malha suficientemente apertada de forma a evitar que subsistemas relevantes sejam deixados de fora da seleção, mesmo que tal implique a seleção de sistemas que depois não sejam estudados na 2ª fase de projeto. Esta última situação pode acontecer devido à existência de certos subsistemas cujo funcionamento, operação, gestão, custos e etc. não têm forma de ser otimizados por via de circunstâncias de força maior, como por exemplo localização geográfica ou o acesso a uma dada Infraestrutura. Assim, nestes casos pretende-se que a ferramenta identifique igualmente estes subsistemas como alvo de estudo, mas que depois a respetiva EG se pronuncie como decisora final dos que têm ou não sentido prosseguirem à segunda fase do projeto de Reengenharia.

De forma a abranger mais áreas possíveis e cumprir o princípio apresentado no parágrafo anterior, na seleção dos subsistemas serão tidos em conta critérios de cariz ambiental, político, social, geográfico, técnico, financeiro e tecnológico.

Os testes realizados pela DE da AdP Serviços em conjunto com as duas EG permitiram identificar vantagens em organizar os critérios em 3 conjuntos, possibilitando a aplicação de três filtros distintos e sucessivos no processo de seleção. Isto é, realizar uma primeira seleção com base num conjunto de critérios. Os sistemas que não forem selecionados nesta fase, passarão para uma segunda fase de seleção, tendo por base o segundo conjunto de critérios e depois, seguindo a mesma lógica, passarão por uma terceira fase de seleção. A ferramenta irá incorporar estes princípios de seleção.

Ao primeiro conjunto denominou-se de **Critérios Vinculativos** devido ao facto de serem critérios muito significativos e que, por si só, justificam a seleção automática de um determinado subsistema, caso não sejam cumpridos.

No segundo conjunto aplicou-se a 100% a teoria de MAVT, criando-se um conjunto de **Critérios Ponderáveis**. São critérios que serão quantificados e normalizados a uma escala de comparação comum, sendo-lhes atribuída uma ponderação para a obtenção de uma classificação final. São critérios que, individualmente não justificam a seleção do subsistema, mas que no seu conjunto e mediante as ponderações atribuídas, permitem identificar se o subsistema deverá ser selecionado.

Como último filtro irão funcionar os **Critérios Binários**. A escolha do nome deve-se ao facto de o preenchimento destes ser efetuado apenas com os valores 0 ou 1. Neste conjunto pretende representar-se critérios que não são quantificáveis e que não refletem necessariamente problemas existentes no momento, mas que se antevêm como situações problemáticas no futuro (como por exemplo obsolescência de equipamentos ou vulnerabilidade aos possíveis impactos causados por alterações climáticas ou eventos extremos).

Na secção 3.2 encontram-se discriminados os critérios usados na ferramenta, assim como a explicação exaustiva do funcionamento da mesma e respetiva justificação dos três conjuntos de critérios.

É de importância referir que de forma a ser mais seletiva, irão existir duas versões da ferramenta ligeiramente distintas: uma destinada a sistemas de abastecimento de água (AA) e outra a sistemas de saneamento de AR. Isto acontece porque estes sistemas apresentam características distintas que justificam uma análise individualizada. Assim, para as empresas que têm em sua gestão ambos os serviços de AA e de SAR serão aplicadas as duas versões da ferramenta separadamente.

Apresenta-se na figura 3.1 um esquema que representa como a ferramenta irá funcionar através dos seus 3 níveis de seleção e com a distinção entre as versões de AA e AR e respetivos critérios.

Como última nota na definição da metodologia, refere-se que a ferramenta será aplicada a uma entidade gestora de cada vez. De facto, ainda que a metodologia geral a aplicar seja comum, a ferramenta será adaptada à realidade de cada empresa, como se verificará ao longo deste trabalho. Tal é necessário devido à diversidade existente dentro da Águas de Portugal. Tomemos como exemplo uma empresa gestora no norte do País que lida com épocas intensas de chuva e Invernos mais rigorosos em contraste com uma outra empresa no sul do País que lida com problemas de secas intensas nos períodos de Verão. Não só os problemas climáticos com que cada EG lida são muito distintos, como as redes de infraestruturas são diferentes e múltiplos outros fatores que fazem com que existam também tipos de gestão diferentes.

Fica então definido o esqueleto da metodologia a aplicar (objetivos, critérios e organização dos critérios) a todas as entidades gestoras, apresentando-se de seguida a explicação do funcionamento da ferramenta.

3.2 Critérios

Nesta secção apresenta-se a caracterização exaustiva dos critérios escolhidos para serem aplicados na ferramenta de seleção.

Note-se que se estabeleceu o ano de 2019 como o ano de estudo para o preenchimento dos valores dos critérios e na utilização de dados na ferramenta, para todas as EG. Nos casos em que dois anos consecutivos de dados ou informação são necessários, usaram-se os anos de 2018 e 2019. Todos os

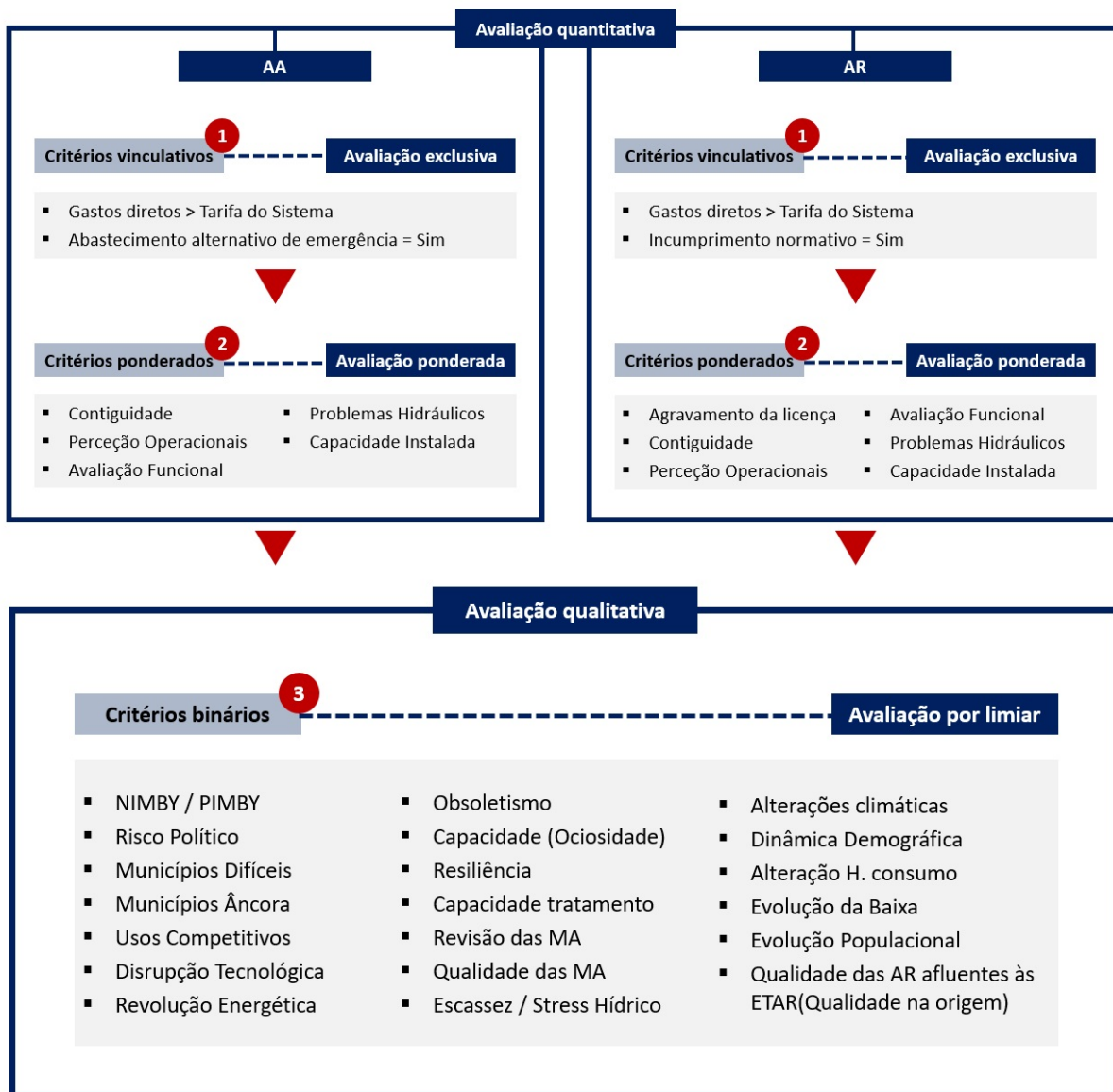


Figura 3.1: Esquema de funcionamento da ferramenta e respetivos critérios a aplicar nos dois tipos de serviço de abastecimento de água e saneamento de águas residuais.

cálculos necessários foram efetuados recorrendo a uma Folha de Cálculo no *software* Microsoft Excel.

3.2.1 Critérios Vinculativos

O conjunto dos critérios vinculativos difere entre os tipos de serviço de AA e AR, apresentando diferenças nos critérios a aplicar. Este conjunto é então composto por dois critérios para cada tipo de serviço, como demonstra a figura 3.2:



Figura 3.2: Critérios Vinculativos para os serviços de abastecimento de água (AA) e de águas residuais (AR).

Neste primeiro filtro da ferramenta, um subsistema é imediatamente selecionado caso se verifique qualquer um dos dois critérios. Isto é, para o caso de abastecimento de água por exemplo, basta que o sistema apresente gastos diretos superiores à tarifa do sistema ou apresente abastecimentos alternativos de emergência para ser selecionado automaticamente. Tal acontece pois considerou-se que os critérios contemplados neste conjunto são suficientemente importantes para que o cumprimento de apenas um valha que o subsistema seja estudado posteriormente.

3.2.1.A Gastos diretos

Aos gastos diretos de um subsistema referem-se os custos associados à operação do mesmo (lamas, reagentes, transporte, energia, tratamento, etc.). A tarifa praticada é um valor fixo para o ano de estudo (2019) e diferente para cada entidade gestora, contemplando outros tipos de custos (viaturas, funcionários, seguros, amortizações, etc.).

O cálculo dos gastos diretos para cada subsistema efetua-se conforme demonstrado nas equações 3.1, 3.2 e 3.3, onde:

- i = Ano inicial da amostra de dados;
- 7 = Número de anos da amostra (de 2013 a 2019);
- C = Custo (€/m³);
- AA = Serviço de Abastecimento de Água;
- AR = Serviço de saneamento de Águas Residuais.

$$Gastos\ Diretos\ subsistema\ x = \sum_{i=2013}^{i=2019} \frac{Custo\ Total_i\ (€/m^3)}{7} \quad (3.1)$$

$$Custo\ Total_i\ AA\ (€/m^3) = C_{Tratamento} + C_{Transporte} + C_{Energia} + C_{Reagentes} \quad (3.2)$$

$$Custo\ Total_i\ AR\ (\text{€}/m^3) = C_{Tratamento} + C_{Transporte} + C_{Energia} + C_{Lamas} \quad (3.3)$$

Considerou-se, para efeitos de cálculo, uma amostra de dados entre os anos de 2013 e 2019, aplicando-se a todo o universo de estudo.

3.2.1.B Abastecimento alternativo de emergência

Este critério é relativo somente à versão da ferramenta de abastecimento de água (AA). Este refere-se à existência de abastecimentos alternativos de emergência, vulgarmente designados como abastecimento por autotanques. São por isso considerados os subsistemas em situações que tenham sido reportados dados de abastecimento alternativo de emergência, decorrente do levantamento feito no Grupo AdP.

Estipulou-se que qualquer subsistema onde se tenha recorrido a este tipo de abastecimento mereça ser estudado e por isso selecionado automaticamente neste conjunto de critérios vinculativos.

A ferramenta converte os dados de entrada deste critério num **formato de 0 ou 1**, sendo que 1 corresponde aos subsistemas reportados por uso de abastecimento alternativo (causando a sua seleção), e 0 aos restantes (de acordo com os dados mais recentes disponíveis).

3.2.1.C Incumprimento normativo

Este critério é relativo somente à versão da ferramenta a aplicar nas empresas gestoras de serviços de saneamento de águas residuais (AR).

Os subsistemas selecionados neste critério serão os que se estiverem em incumprimento normativo, ou seja, cujas ETAR no ano de 2019 se consideraram em:

- Incumprimento para os parâmetros de desempenho definidos na legislação;
- Não conformidade face a outros Valores Limite de Emissão (VLE) definidos.

A ferramenta converte os dados de entrada deste critério num **formato de 0 ou 1**, sendo que 1 corresponde aos subsistemas que estejam em incumprimento (causando a sua seleção), e 0 aos que estão em conformidade nas suas licenças de descarga, relativamente ao ano de 2019.

3.2.2 Critérios Ponderáveis

3.2.2.A Considerações gerais

Tal como os critérios vinculativos, também o conjunto dos critérios ponderáveis difere entre os tipos

de serviço de AA e AR, apresentando ligeiras diferenças nos critérios a aplicar. Este conjunto é então composto pelos critérios apresentados na figura 3.3 para cada tipo de serviço:

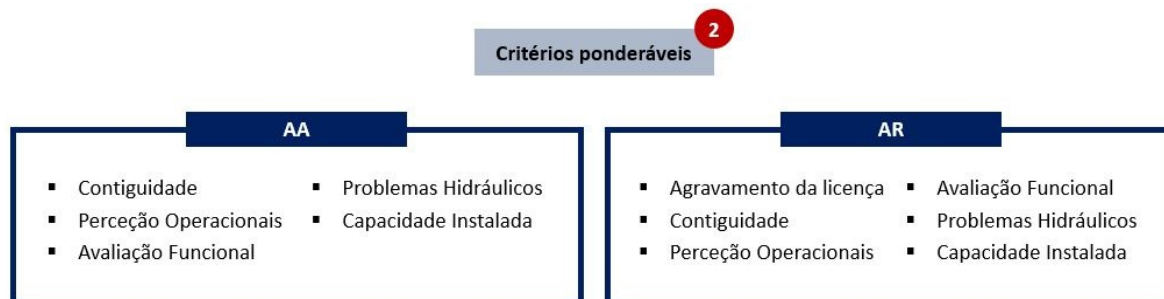


Figura 3.3: Critérios Ponderáveis para os serviços de abastecimento de água (AA) e de águas residuais (AR)

Este segundo filtro funciona de forma diferente, uma vez que o cumprimento de um dos critérios não é suficiente para a seleção de um subsistema. Este é o conjunto de critérios no qual se procede a uma avaliação quantitativa, **normalizando depois os valores para uma escala de comparação comum, de 0 a 10**. No final o resultado para cada subsistema corresponderá à soma dos produtos dos valores atribuídos a cada critério pela sua ponderação respetiva. Isto é:

$$Avaliação_{\text{subsistema } x} = \sum_{n=1}^{n=N} Peso_n * Valor_n \quad (3.4)$$

Onde:

- **x** refere-se ao subsistema;
- **n** refere-se ao critério;
- **N** refere-se ao número de critérios no conjunto dos critérios ponderáveis (sendo 5 para o serviço AA e 6 para AR);
- **Peso** corresponde à ponderação atribuída a cada critério (num intervalo de 0 a 1), sendo que a soma das ponderações tem de obrigatoriamente totalizar 1;
- **Valor** refere-se ao valor atribuído ao critério, após normalizado (isto é, numa escala de 0 a 10).

Da avaliação resulta um valor para cada subsistema entre 0 a 10, sendo 10 um resultado limite máximo pois apenas se obtém no caso da pontuação atribuída ser de 10 em todos os critérios.

Para haver seleção neste filtro é necessário escolher um valor limite de avaliação (um limiar), a partir do qual todos os subsistemas com pontuação igual ou superior serão selecionados. Isto é, imaginando escolher um limiar de valor 5, são selecionados todos os subsistemas que apresentarem uma avaliação final dos critérios ponderáveis de valor 5 ou superior.

A ponderação atribuída a cada critério depende da versão da ferramenta (se é AA ou AR), por haver número díspar de critérios neste filtro. Para efeitos desta dissertação, atribuíram-se ponderações o mais semelhantes possíveis, sendo depois os valores das mesmas discutidos mais à frente neste documento. Apresentam-se de seguida, na figura 3.4, as ponderações em percentagem usadas para cada critério, de acordo com o tipo de serviço prestado pela entidade gestora.

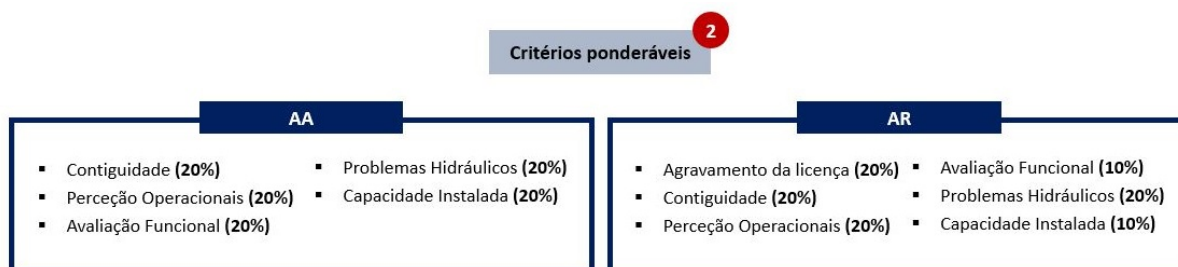


Figura 3.4: Pesos atribuídos (em percentagem) a cada um dos critérios ponderáveis, para os serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais

3.2.2.B Contiguidade

Este critério é relativo à distância entre as diferentes infraestruturas para cada uma das empresas. O seu intuito é colocar a possibilidade de existirem duas infraestruturas suficientemente próximas para que faça sentido estudar a sua eventual ligação. Por exemplo, o ganho de uma sinergia entre dois reservatórios de subsistemas diferentes, através de uma ligação dos mesmos.

Note-se, contudo, que o objetivo deste critério não é avaliar a exequibilidade das ligações entre subsistemas, mas simplesmente mostrar a situação atual e indicar os subsistemas que podem ser objeto de um estudo mais aprofundado.

Para a aplicação do critério da contiguidade define-se uma distância raio, com centro nas infraestruturas de cada subsistema, avaliando-se depois o número de interseções que surgem entre os diferentes subsistemas. Para melhor entendimento sugere-se uma consulta ao apêndice A, que exemplifica através de figuras o processo de aplicação do critério.

A distância a definir irá variar de EG para EG devido à variabilidade geográfica existente em Portugal. Naturalmente zonas do interior do País apresentarão maiores distâncias entre infraestruturas, em oposição a zonas mais urbanizadas que estarão mais próximas (consultar figura A.2 no apêndice A, onde se verificam diferenças no número de interseções entre subsistemas, para um mesmo raio). A contiguidade é por isso um dos critérios que constitui um bom exemplo da importância de adequar a ferramenta a cada empresa, de forma a obter resultados mais úteis.

Para as EG com atividade em abastecimento de água, este critério possui ainda outra componente: para além de se avaliar a distância entre infraestruturas de diferentes subsistemas, avalia-se ainda a proximidade dos reservatórios existentes dentro de um mesmo subsistema. Também nestes se consi-

dera relevante estudar a possibilidade de ligação entre os mesmos, como oportunidade de otimização. Assim, é estipulada uma segunda distância de forma a analisar possíveis interseções dentro do mesmo subsistema, que pode ou não ser igual à distância definida para a análise entre subsistemas (dependendo dos resultados obtidos).

Para este critério a ferramenta converte os dados de entrada num **formato de 0 ou 1**, sendo que 1 corresponde aos subsistemas que, para o raio escolhido, apresentem pelo menos uma interseção com outro subsistema no que respeita ao tipo de infraestrutura Reservatório, e 0 corresponde aos subsistemas que não apresentem nenhuma. No caso da versão AA da ferramenta, atribui-se ainda a classificação de 1 aos subsistemas que apresentem, para o segundo raio definido, pelo menos uma interseção entre dois dos seus reservatórios.

Tratando-se a Contiguidade de um critério ponderável, o seu valor tem de ser normalizado de forma a cumprir a escala de 0 a 10 estabelecida. Assim, a ferramenta normaliza ainda os valores de 0 ou 1 para valores de 0 ou 10, multiplicando-os por um fator de 10. Note-se que a atribuição de valor 10 num subsistema não o classifica negativamente neste parâmetro, mas antes atribui-lhe um peso suficiente para que possa ser ponderado na sua eventual seleção.

3.2.2.C Avaliação Funcional

Este critério funciona a par com o da perceção dos operacionais, correspondendo a critérios nos quais a entidade gestora intervém no seu preenchimento, atribuindo uma pontuação avaliativa às suas infraestruturas de tratamento.

O critério da avaliação funcional pretende ir de encontro ao conceito do que são os Relatórios de Aptidão Funcional (RAF) ¹ elaborados pelas empresas do Grupo. Ou seja, pretende refletir uma avaliação feita pela entidade gestora, ponderando a condição física / mecânica, de processo de tratamento e de segurança das infraestruturas, estendendo a análise destas para a totalidade do subsistema. Assim, pretende-se identificar os subsistemas que apresentem problemas ou limitações identificadas pelas empresas, nomeadamente estruturais, processuais e de segurança.

O preenchimento deste critério é feito atribuindo uma **pontuação de 0 a 10** a cada subsistema, sendo que nesta escala se considera como 0 uma instalação em bom estado e como 10 uma instalação com uma muito fraca avaliação funcional.

Ainda que seja atribuída uma pontuação de 0 a 10 a este critério (já na escala de comparação comum com os restantes critérios ponderáveis), há que ter em consideração que é um critério sujeito a alguma subjetividade por parte da empresa que o preenche, pelo que é submetido também a uma normalização. Definiu-se assim que valores atribuídos pela empresa ao subsistema inferiores a 5 não

¹Relatórios de avaliação das infraestruturas elaborados por todas as entidades gestoras do Grupo AdP, em resposta a um requisito legal e obedecendo a uma metodologia estabelecida.

seriam contabilizados por corresponderem à parte positiva da escala e por isso a instalações em melhor estado, não se considerando relevantes para a seleção dos subsistemas. Para valores superiores a 5 é-lhes então correspondido um valor de dois em dois desde 0 a 10, como demonstrado na Tabela 3.1. Esta normalização garante que apenas os subsistemas com fraca avaliação funcional são considerados, atribuindo uma pontuação mais distribuída aos mesmos e fazendo maior distinção entre as pontuações elevadas.

O valor normalizado será o valor que entrará na avaliação ponderada do subsistema em análise.

Tabela 3.1: Princípio de normalização aplicado nos critérios de avaliação funcional e percepção dos operacionais.

Valor atribuído	Pontuação normalizada
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	2
7	4
8	6
9	8
10	10

3.2.2.D Percepção dos Operacionais

À semelhança do critério da avaliação funcional, também o da percepção dos operacionais depende duma avaliação realizada pela entidade gestora.

Pretende-se com este critério considerar outros eventuais problemas que não são contemplados pela avaliação funcional. Ou seja, a avaliação das eventuais dificuldades dos operacionais que lidam diariamente com o subsistema em análise. Tal acontece devido a situações ou entraves que nada têm a ver com o estado de conservação das instalações do subsistema nem com o seu estado de funcionamento, mas que podem tornar a sua gestão diária problemática. Tome-se como exemplo um operador de um veículo pesado que realiza a recolha de lamas e que vê o seu trabalho dificultado ou até mesmo impossibilitado devido a um acesso complicado ao local (muitas vezes até causado por condições climáticas ou outros fatores externos). A instalação pode funcionar corretamente e apresentar uma boa avaliação funcional e ainda assim apresentar dificuldades e problemas aos operacionais que diaria-

mente lidam com estes.

O preenchimento deste critério é feito de forma idêntica ao da avaliação funcional, atribuindo uma **pontuação de 0 a 10** a cada subsistema, sendo que nesta escala se considera como 0 uma instalação com boa percepção e como 10 uma instalação com uma muito fraca percepção operacional.

Também o critério da percepção dos operacionais é sujeito ainda a uma normalização, seguindo exatamente a lógica aplicada em 3.2.2.C. Na tabela 3.1 encontra-se o princípio de normalização usado, idêntico ao do critério da avaliação funcional.

3.2.2.E Problemas Hidráulicos

O critério dos Problemas Hidráulicos pretende identificar os subsistemas que durante um período de tempo se revelem de gestão complexa, ou mesmo com problemas de funcionamento, muitas vezes causados pelo facto de as instalações estarem a operar na sua capacidade máxima, perto de atingir os seus pontos de rutura, e evidenciar com um maior valor os subsistemas onde o problema é mais gravoso.

Para o caso de sistemas de saneamento de águas residuais, o critério está relacionado com a ocorrência de afluências invulgares (descargas indevidas nos sistemas de drenagem urbana, por via de pluviosidade intensa ou picos de consumo), enquanto que para os sistemas de abastecimento de água, o critério pretende destacar os subsistemas com tipos de consumo difíceis de gerir, relacionando-se com o critério de dimensionamento.

Os problemas que o critério pretende alcançar prendem-se, por exemplo, com a existência de subsistemas que servem pequenas aldeias, mas que em datas comemorativas ou durante os meses de verão, devido ao acréscimo de visitantes, apresentam picos nos caudais recolhidos ou exigências nos caudais a abastecer. São subsistemas que muitas vezes funcionam corretamente e devidamente durante todo o ano, mas que apresentam dificuldades imensas em certos curtos períodos de exceção.

Para o preenchimento deste critério de problemas hidráulicos é necessária a coleta de dados relativos aos caudais mensais produzidos (no caso de AA) e caudais mensais tratados (no caso de AR) num período consecutivo de 24 meses (tendo-se dado prioridade a informação mais recente, relativa aos anos de 2018 e 2019 para todas as empresas analisadas). Idealmente estes dados seriam diários para maior detalhe nos períodos pontuais de *stress* nas instalações, contudo, por ser uma informação difícil de recolher para todos os subsistemas das entidades gestoras, estabeleceu-se uma análise mensal.

A análise realizada neste critério é feita através da aplicação de vários indicadores aos dados mensais de cada subsistema. Os indicadores correspondem a rácios calculados, que permitem demonstrar situações limite. Na tabela 3.2 apresentam-se os parâmetros que integram os indicadores e respetiva explicação.

Tabela 3.2: Parâmetros passíveis de integrar os indicadores testados para o preenchimento do critério de problemas hidráulicos.

Parâmetro	Observações
Mediana	Valor do caudal central para a amostra de 24 meses de dados.
Média	Caudal médio da amostra de 24 meses.
Médias 3 Maiores	Média dos três caudais mais elevados da amostra de 24 meses.
Máximo	Caudal máximo da amostra de 24 meses.
Mínimo	Caudal mínimo da amostra de 24 meses.
Qdim	Caudal de dimensionamento do subsistema.
Inverno	Mediana dos caudais dos 6 meses de Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro) dos dois anos.
Verão	Mediana dos caudais dos 6 meses de Verão (Junho, Julho e Agosto) dos dois anos.

Com os parâmetros apresentados na tabela 3.2 constroem-se os indicadores seguintes:

- Média 3 Maiores / Média;
- Médias 3 Maiores / Mediana;
- Média 3 Maiores / Verão;
- Inverno / Verão;
- Máximo / Média;
- Máximo / Mediana;
- Máximo / Verão;
- Qdim / Máximo;
- Qdim / Verão.

Para cada empresa são testados os diferentes indicadores apresentados e são analisados os seus resultados, escolhendo no final apenas o que melhor refletir os problemas existentes nos subsistemas da empresa em estudo. Pretende-se que o indicador selecionado seja um que dê origem a valores diversificados entre subsistemas de forma a que haja uma distribuição e distinção na pontuação atribuída no final da aplicação do critério.

Note-se que não se aplica em nenhum indicador o parâmetro "Mínimo", por na análise efetuada se ter considerado como pouco relevante nos resultados finais.

Aos valores obtidos dos rácios é necessário aplicar uma normalização para que sejam convertidos para a escala de 0 a 10 (comparáveis aos restantes critérios ponderáveis). Contudo, para este critério não é possível definir um princípio de normalização aplicável a todas as empresas devido à grande diversidade de resultados obtidos, pelo que será ajustado caso a caso. Para melhor perceção do princípio de normalização apresenta-se na figura A.3, consultável no apêndice A, uma tabela com exemplos de resultados possíveis de obter para diferentes indicadores.

Ainda que o princípio de normalização aplicado seja adequado a cada empresa, este segue os mesmos moldes de aplicação: são escolhidos intervalos de valores (de acordo com os valores obtidos dos diferentes indicadores) para os quais se atribui uma pontuação de 0 a 10, de forma a evidenciar os subsistemas com maiores problemas (consultar apêndice A, secção A.2 para exemplos de princípios de normalização).

Serão depois os valores normalizados que irão entrar na ponderação dos critérios ponderáveis. Este critério de problemas hidráulicos é talvez o que possibilita maior liberdade no ajuste a cada entidade gestora, desde a escolha do indicador ao princípio de normalização.

3.2.2.F Capacidade Instalada

Este critério aborda as questões de subdimensionamento e sobredimensionamento das infraestruturas do Grupo AdP, para o horizonte de 2050, tratando-se talvez do critério mais debatido trivialmente.

Pretende-se que o critério da capacidade instalada identifique os subsistemas que poderão revelar questões de subdimensionamentos e sobredimensionamentos no longo prazo, sendo que apresenta diferenças no seu preenchimento de acordo com o tipo de serviço praticado pela entidade gestora. Para os subsistemas de abastecimento de água (AA) o dimensionamento é avaliado do ponto de vista do caudal e para os de saneamento de águas residuais (AR) do ponto de vista da dimensão da população servida, calculando-se a partir de uma razão apresentada nas equações 3.5 e 3.6 respetivamente.

$$CapInst_{AA} = \frac{Q_{2050}}{Q_{dim}} \quad (3.5)$$

$$CapInst_{AR} = \frac{Pop_{2050}}{Pop_{dim}} \quad (3.6)$$

Onde:

- $CapInst$ = Critério da capacidade instalada;
- Q_{2050} = Caudal distribuído para o ano de 2050;
- Q_{dim} = Caudal de dimensionamento;

- Pop_{2050} = População servida no ano de 2050;
- Pop_{dim} = População servida de dimensionamento.

Entendem-se por Q_{2050} e Pop_{2050} os valores que se prevêem distribuir (em termos de caudal) ou servir (em termos de população) no ano de 2050, com base nos valores praticados atualmente. Os valores de Q_{dim} e Pop_{dim} referem-se aos valores de capacidade instalada em termos de caudal e população respetivamente, tendo sido projetados aquando da conceção das infraestruturas, com base em previsões e assunções acerca da utilização das mesmas.

O preenchimento deste critério é realizado através do **cálculo das razões apresentadas nas equações 3.5 e 3.6**, resultando em valores principalmente entre 0 e 1.

De forma a normalizar os valores obtidos neste critério, a ferramenta recorre ao princípio apresentado na tabela 3.3, convertendo o resultado das frações calculadas em valores entre 0 e 10.

Tabela 3.3: Princípio de normalização aplicado no critério de capacidade instalada.

Razão calculada	Pontuação normalizada
Razão < 0,05	10
$0,05 \leq \text{Razão} < 0,1$	9
$0,1 \leq \text{Razão} < 0,2$	8
$0,2 \leq \text{Razão} < 0,3$	7
$0,3 \leq \text{Razão} \leq 0,7$	0
$0,7 < \text{Razão} \leq 0,8$	7
$0,8 < \text{Razão} \leq 0,9$	8
$0,9 < \text{Razão} \leq 0,95$	9
Razão > 0,95	10

O princípio de normalização adotado atribui valores altos na escala de comparação comum aos subsistemas que apresentarem tanto razões muito pequenas (risco de sobredimensionamento) como razões muito elevadas (perto ou superiores a 1, representando risco de subdimensionamento, relativo ao horizonte de 2050). Aos valores intermédios não é atribuída pontuação relevante (sendo atribuído um 0) por serem valores que se consideram dentro dum intervalo aceitável o suficiente para não pesarem nas ponderações de seleção dos subsistemas para estudo, representando instalações a operar adequadamente na sua capacidade instalada.

Importa esclarecer que uma razão considerada dentro do intervalo "ideal" de dimensionamento não corresponde ao valor de 1 (situação na qual o valor de dimensionamento corresponderia ao exato valor que está a ser praticado atualmente ou que é expectável praticar em 2050). Por questões processuais, as instalações têm de operar com uma capacidade útil inferior à instalada, pelo que o valor de razão

desejável para uma instalação é obrigatoriamente inferior a 1.

3.2.2.G Agravamento da Licença

Este critério é relativo somente ao serviço de saneamento de águas residuais, uma vez que se relaciona com a Licença de Descarga das infraestruturas de tratamento. Esta licença estipula os parâmetros que as ETAR têm que cumprir de forma a poderem proceder à descarga das águas tratadas nas mesmas, sendo concedida por uma entidade responsável, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

O critério baseia-se então num documento de trabalho fornecido pela APA à AdP Serviços, onde se representa, através de uma escala de cores, a prioridade de uma eventual intervenção nas massas de águas onde as ETAR procedem à sua descarga. O nível de prioridade atribuída a cada massa de água poderá indicar uma futura alteração nas exigências para a respetiva ETAR, resultando numa revisão mais restrita da Licença e apresentando assim um risco de agravamento de licença como o nome indica. Considera-se que quanto mais alta a prioridade, maiores as possíveis exigências à Licença atual.

Tal significa que possam existir ETAR que estejam de momento em conformidade com as normas impostas, mas que sob um aumento de exigências na licença passem a necessitar de investimento para cumprir as mesmas. Uma revisão mais apertada nestas licenças pode certamente impor ao Grupo AdP mais custos, criando-se oportunidade de investimento e de reengenharia, estando a par com o propósito do presente projeto (estudo de oportunidades de otimização dos subsistemas).

O preenchimento deste critério é feito, pelas razões mencionadas, com base na listagem cedida pela APA, atribuindo a cada subsistema um **valor de 0, 1, 3 ou 5** de acordo com o grau de prioridade de intervenção na massa de água relativa à descarga da ETAR respetiva. Classificam-se com 0 os subsistemas nos quais não se prevê um aumento de restrições na sua Licença, e com 5 os subsistemas com maior prioridade e que por isso nos quais se poderá proceder a uma revisão mais restrita nas suas Licenças de Descarga.

De forma a tornar este valor comparável aos restantes critérios ponderáveis, a ferramenta converte os valores de agravamento da licença em valores de 0 a 10, através da multiplicação dos mesmos por um fator de 2, procedendo assim à normalização destes.

3.2.3 Critérios Binários

3.2.3.A Considerações gerais

O conjunto dos critérios binários aparece como terceiro e último filtro, uma vez que se refere a critérios que não são quantificáveis ou palpáveis e não representam problemas atuais nas infraestruturas dos subsistemas, mas antes situações que se antevêm como problemáticas no futuro. Pretende-se

com este filtro avaliar se um subsistema estará ou não sujeito a uma série de indicadores que possam no futuro tornar-se um problema.

Estipularam-se 19 critérios (apresentados na figura 3.5), correspondentes a diferentes indicadores, os quais as entidades gestoras devem considerar se os seus subsistemas estarão ou não propícios ao impacto que cada um desses indicadores pode causar. O nome deste conjunto relaciona-se com o facto do **preenchimento dos respetivos critérios ser efetuado apenas com 0 ou com 1**, sendo que 0 corresponde a um subsistema que não se considera afetado pelo indicador, e 1 a um subsistema que se considera vulnerável aos efeitos do indicador.

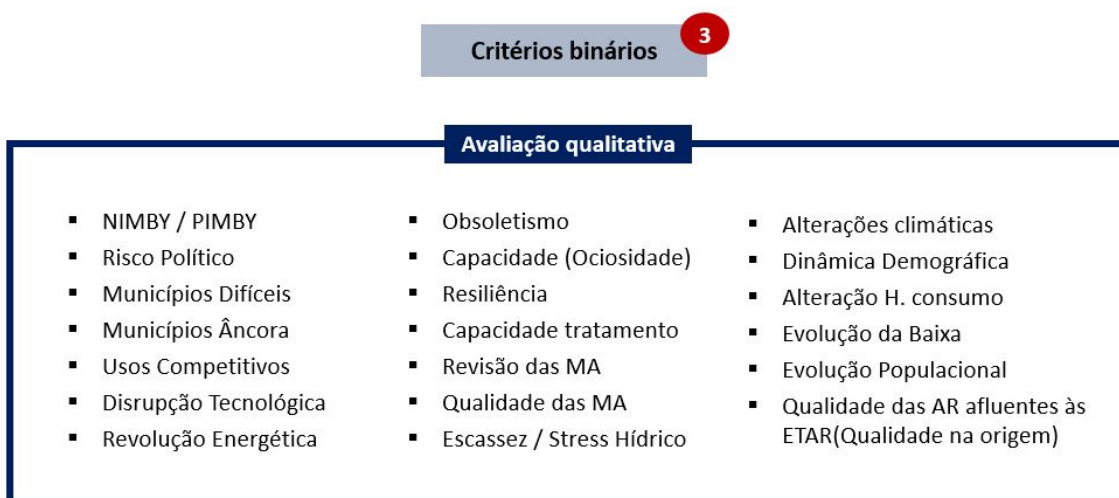


Figura 3.5: Critérios Binários para os serviços de abastecimento de água (AA) e de águas residuais (AR).

Aplicam-se os mesmos critérios binários tanto para abastecimento de água como para as águas residuais, com a única diferença no critério da qualidade das águas: para AA refere-se à qualidade das águas na origem, e para AR à qualidade das águas residuais afluentes às ETAR.

A avaliação final de cada subsistema corresponde à soma das classificações obtidas nos 19 critérios, como mostra a equação 3.7.

$$Avaliação_{\text{subsistema } x} = \sum_{n=1}^{n=19} Classificação_n \quad (3.7)$$

Onde:

- **x** refere-se ao subsistema;
- **n** refere-se ao critério a aplicar;
- **Classificação** refere-se à pontuação dada ao critério *n* (0 ou 1).

Uma vez que cada critério apenas terá uma classificação de 0 ou 1, a pontuação máxima possível de obter será de 19 (um subsistema que apresenta risco para todos os indicadores) e a mínima de 0 (um subsistema livre de risco de qualquer indicador do filtro).

À semelhança do que acontece nos critérios ponderáveis, para haver seleção neste filtro é necessário escolher um valor limite de avaliação (um limiar), a partir do qual todos os subsistemas com pontuação igual ou superior serão selecionados. Isto é, ao estipular um limiar de valor 10, são selecionados todos os subsistemas que apresentarem uma avaliação final dos critérios binários de valor 10 ou superior.

A ferramenta encontra-se adequada para atribuir diretamente a classificação de 0 ou 1 a cada critério relativo a um subsistema. Contudo, por se tratarem de conceitos e não de critérios quantificáveis, surgiu a necessidade de na ferramenta criar uma secção de auxílio ao preenchimento destes critérios, através da construção de diferentes frases que caracterizam diferentes tipos de subsistemas. Desta forma, ao selecionar a frase que melhor descreva o subsistema em estudo, automaticamente a ferramenta atribui uma pontuação de 0 ou 1 de acordo com a frase escolhida. É ainda possível a quem preenche acrescentar as suas próprias frases com a respetiva pontuação, caso se ache que nenhuma frase se adequa ao subsistema que está a avaliar.

Nas próximas secções encontram-se as frases construídas para cada critério com a sua pontuação respetiva.

3.2.3.B NIMBY / PIMBY

O nome deste critério é uma designação da língua inglesa que significa *Not In My BackYard* (NIMBY) / *Please In My BackYard* (PIMBY), referindo-se neste caso respetivamente a possíveis subsistemas a que se queira ou não estar associado (por exemplo um sistema conhecido como problemático estará associado ao conceito de NIMBY). As frases disponíveis para escolha na ferramenta apresentam-se na tabela 3.4.

Tabela 3.4: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério NIMBY / PIMBY.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
Este é um subsistema que ninguém quer no seu quintal.	1
Este é um subsistema que todos querem no seu quintal.	0

3.2.3.C Risco Político

Este é um critério de categoria política, onde se avalia se um subsistema está ou estará sujeito ao risco de uma posição política desfavorável ao Grupo AdP.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.5.

Tabela 3.5: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério risco político.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O risco de uma posição política desfavorável à AdP é significativo caso não seja revisto o sistema.	1
O risco de uma posição política desfavorável à AdP é significativo caso não seja previsto investimento no sistema.	1
O risco de uma posição política desfavorável à AdP é significativo caso seja revisto o sistema.	1
O risco de uma posição política desfavorável à AdP não é significativo caso seja revisto o sistema	0

3.2.3.D Municípios Díficeis

Este é um critério de categoria política em que se avalia a relação (negativa) do município onde o subsistema se desenvolve com o Grupo AdP.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.6.

Tabela 3.6: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério municípios díficeis.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O município onde se desenvolve o subsistema tem relações díficeis com o Grupo AdP.	1
O município onde se desenvolve o subsistema visa de forma negativa o Grupo AdP em diversas situações.	1
O município onde se desenvolve o subsistema não tem apresentado reclamações relativamente ao Grupo AdP.	0

3.2.3.E Municípios Âncora

Este é um critério de categoria política em que se avalia a relação (positiva) do município onde o subsistema se desenvolve com o Grupo AdP.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.7.

Tabela 3.7: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério municípios âncora.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema desenvolve-se servindo um município âncora que, pela sua dimensão, se considera essencial à estabilidade económica das operações da empresa.	0
O subsistema desenvolve-se servindo municípios que não se classificam como âncora para a empresa.	1

3.2.3.F Disrupção Tecnológica

Este é um critério de categoria técnica, em que se avalia a suscetibilidade do subsistema a uma revolução tecnológica.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.8.

Tabela 3.8: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério disrupção tecnológica.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
A tecnologia existente neste subsistema encontra-se bastante vulnerável a uma revolução tecnológica.	1
A tecnologia existente neste subsistema é considerada atual ou nova.	0

3.2.3.G Obsolescência

Este é um critério de categoria técnica, em que se avalia o grau de atualização da tecnologia presente no subsistema e o risco de obsolescência do mesmo.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.9.

Tabela 3.9: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respectiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério obsolescência.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
A tecnologia existente neste subsistema já não é aplicada atualmente.	1
A tecnologia existente neste subsistema já só é aplicada atualmente em situações muito específicas.	1
A tecnologia existente neste subsistema apresenta custos muito elevados de manutenção e / ou substituição.	1
A tecnologia existente neste subsistema não pode ser sujeita a intervenções de melhoria ou de substituição por igual	0
A tecnologia existente neste subsistema é aplicada atualmente.	0
A tecnologia existente neste subsistema representa o que de mais recente existe no mercado.	0

3.2.3.H Capacidade de Tratamento

Este é um critério de categoria técnica, em que se avalia se um subsistema atinge a sua capacidade de tratamento instalada.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.10.

Tabela 3.10: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respectiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério capacidade de tratamento.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se longe da sua capacidade de tratamento instalada.	1
O subsistema tem períodos do ano onde está muito longe da sua capacidade instalada.	1
O subsistema tem períodos do ano onde atinge a sua capacidade instalada.	1
O subsistema encontra-se a atingir a sua capacidade de tratamento instalada.	0

3.2.3.I Resiliência

Este é um critério de categoria técnica, em que se avalia a resiliência do subsistema, ou seja, a sua capacidade de ultrapassar problemas ou situações adversas que possam surgir.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.11.

Tabela 3.11: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respectiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério resiliência.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema apresenta soluções de resiliência.	0
O subsistema não apresenta soluções de resiliência	1

3.2.3.J Revisão das Massas de Água

Este é um critério de categoria ambiental, em que se avalia a suscetibilidade do subsistema a uma revisão da classificação das água de captação (AA) ou das massas de água onde se efetuam descargas (AR).

A – Abastecimento de Água

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.12.

Tabela 3.12: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respectiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério revisão das massas de água, para serviços de abastecimento de água.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema efetua captação numa massa de água que verá a sua classificação revista.	1
O subsistema efetua captação numa massa de água com pressões para que a sua classificação seja revista.	1
O subsistema efetua captação de uma massa de água para a qual não é previsível que a classificação seja revista.	0

B – Saneamento de Águas Residuais

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.13.

Tabela 3.13: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério revisão das massas de água, para serviços de saneamento de águas residuais.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema efetua descarga numa massa de água que verá a sua classificação revista.	1
O subsistema efetua descarga numa massa de água com pressões para que a sua classificação seja revista.	1
O subsistema efetua descarga numa massa de água para a qual não é previsível que a classificação seja revista.	0

3.2.3.K Qualidade das Massas de Água

Este é um critério de categoria ambiental, em que se avalia a classificação das massas de água onde se procede à captação de água (AA) ou à descarga de águas residuais (AR), do subsistema.

A – Abastecimento de Água

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.14.

Tabela 3.14: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade das massas de água, relativo a serviços de abastecimento de água.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema efetua captação de uma massa de água classificada como "Má Qualidade".	1
O subsistema efetua captação de uma massa de água que se prevê que venha a ser classificada como "Má Qualidade".	1
O subsistema não efetua captação de uma massa de água classificada como "Má Qualidade".	0

B – Saneamento de Águas Residuais

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.15.

Tabela 3.15: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade das massas de água, relativo a serviços de saneamento de águas residuais.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema efetua descarga numa massa de água classificada como "Má Qualidade".	1
O subsistema efetua descarga numa massa de água que se prevê que venha a ser classificada como "Má Qualidade".	1
O subsistema não efetua descarga numa massa de água classificada como "Má Qualidade".	0

3.2.3.L Escassez / Stress Hídrico

Este é um critério de categoria ambiental, em que se avalia a suscetibilidade do subsistema a uma possível escassez de água ou a uma situação de stress hídrico.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.16.

Tabela 3.16: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério escassez / stress hídrico.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se numa zona com stress hídrico.	1
O subsistema encontra-se numa zona em escassez de água.	1
O subsistema encontra-se numa zona onde se prevê situações stress hídrico.	1
O subsistema encontra-se numa zona em que se prevê situações de escassez de água.	1
O subsistema não se encontra numa zona em escassez de água nem de stress hídrico, nem é previsível que tal venha a suceder.	0

3.2.3.M Alterações Climáticas

Este é um critério de categoria ambiental, em que se avalia a suscetibilidade do sistema a fenómenos de alterações climáticas.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.17.

Tabela 3.17: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério alterações climáticas.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se localizado em zonas muito sujeitas a fenómenos de alterações climáticas que terão implicações no seu funcionamento.	1
O subsistema encontra-se localizado em zonas sujeitas a fenómenos de alterações climáticas que terão implicações no seu funcionamento.	1
O subsistema encontra-se localizado em zonas que se prevê que sejam sujeitas a fenómenos de alterações climáticas que terão implicações no seu funcionamento.	1
O subsistema não se encontra localizado em zonas sujeita a fenómenos de alterações climáticas que terão implicações no seu funcionamento, nem é previsível que tal venha a suceder.	0

3.2.3.N Qualidade da água na origem

Este é um critério de categoria ambiental, específico para subsistemas de serviço de abastecimento de água e que avalia a qualidade da água na origem na zona em que se encontra o subsistema.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.18.

Tabela 3.18: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade da água na origem.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se em zona com má qualidade da água na origem.	1
O subsistema encontra-se em zona onde se prevê que a água venha a apresentar má qualidade da água na origem.	1
O subsistema encontra-se em zona com alguns problemas de qualidade de água na origem e que poderão agravar-se.	1
O subsistema encontra-se em zona com boa qualidade da água na origem e onde não se prevê que a água possa vir a apresentar má qualidade.	0

3.2.3.O Qualidade das águas residuais afluentes ao subsistema

Este é um critério de categoria ambiental, específico para subsistemas de serviço de saneamento de águas residuais e que avalia a qualidade das águas residuais afluentes na zona em que se encontra o subsistema.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério,

apresentam-se na tabela 3.19.

Tabela 3.19: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério qualidade das águas residuais afluentes ao subsistema.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se em zona com má qualidade das águas residuais afluentes.	1
O subsistema encontra-se em zona onde se prevê que a água venha a apresentar má qualidade das águas residuais afluentes.	1
O subsistema encontra-se em zona com boa qualidade das águas residuais afluentes e onde não se prevê que possa vir a apresentar má qualidade.	0

3.2.3.P Revolução Energética

Este é um critério de categoria ambiental, em que se avalia os consumos de energia do subsistema.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.20.

Tabela 3.20: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério revolução energética.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
Os consumos de energia deste subsistema são elevados.	1
Os elementos consumidores de energia deste subsistema encontram-se já perto do seu fim de vida útil.	1
Os consumos de energia deste subsistema são baixos.	0
Já foram tomadas medidas para reduzir ao máximo os consumos energéticos deste subsistema.	0

3.2.3.Q Usos Competitivos

Este é um critério de categoria ambiental, em que se avalia a pressão por parte de outros utilizadores para o volume disponível no local de captação da água (AA) ou de descarga das águas residuais (AR).

A – Abastecimento de Água

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.21.

Tabela 3.21: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério usos competitivos, para serviços de abastecimento de água.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O local de captação já apresenta pressões de outros utilizadores para o volume disponível.	1
O local de captação deverá apresentar em breve pressões de outros utilizadores para o volume disponível.	1
O local de captação não apresenta pressões de outros utilizadores para o volume disponível, nem é previsível que a situação se altere a curto/médio prazo.	0

B – Saneamento de Águas Residuais

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.22.

Tabela 3.22: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério usos competitivos, para serviços de saneamento de águas residuais.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O local de descarga já apresenta pressões de outros utilizadores para o volume disponível.	1
O local de descarga deverá apresentar em breve pressões de outros utilizadores para o volume disponível.	1
O local de descarga não apresenta pressões de outros utilizadores para o volume disponível, nem é previsível que a situação se altere a curto/médio prazo.	0

3.2.3.R Alteração dos Hábitos de consumo

Este é um critério de categoria social, em que se avalia a suscetibilidade do subsistema a alterações dos hábitos de consumo.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.23.

Tabela 3.23: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério alterações dos hábitos de consumo.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se em zonas com elevadas captações.	1
O subsistema encontra-se em zonas ainda com elevado número de captações próprias.	1
O subsistema encontra-se em zonas ainda com elevado número de fossas séticas unifamiliares.	1
O subsistema encontra-se em zonas com um preço da água/ saneamento que aparenta ser baixo.	0
O subsistema encontra-se numa zona estabilizada ao nível de consumos.	0

3.2.3.S Dinâmica Demográfica

Este é um critério de categoria social, em que se avalia a suscetibilidade do subsistema a variações populacionais na zona onde se insere.

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.24.

Tabela 3.24: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério dinâmica demográfica.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se em zonas sujeitas a pressões de desertificação populacional.	1
O subsistema encontra-se em zonas com crescentes pressões turísticas.	1
O subsistema encontra-se em zonas não sujeitas a pressões associadas a variações populacionais, nem se prevê que tal venha a suceder.	0

3.2.3.T Evolução da "baixa"

Este é um critério de categoria social, em que se avalia a suscetibilidade do subsistema a uma expansão da rede em "baixa".

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.25.

Tabela 3.25: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério evolução da "baixa".

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se em zona onde se poderá dar uma expansão da rede em "baixa".	1
O subsistema encontra-se em zona onde já não se poderá dar uma expansão da rede em "baixa".	0

3.2.3.U Evolução Populacional

Este é um critério de categoria social, em que se avalia a evolução populacional da zona onde o subsistema se insere (zonas fundamentalmente envelhecidas são previsíveis de vir a diminuir o consumo).

As frases disponíveis para escolha na ferramenta, como auxílio ao preenchimento deste critério, apresentam-se na tabela 3.26.

Tabela 3.26: Frases disponíveis para seleção na ferramenta e respetiva pontuação atribuída, para preenchimento do critério evolução populacional.

Frase para seleção	Pontuação atribuída
O subsistema encontra-se em zonas com população fundamentalmente envelhecida.	1
O subsistema não se encontra em zonas com população fundamentalmente envelhecida.	0

3.3 Funcionamento da Ferramenta

Definida a metodologia e os critérios da ferramenta, apresentam-se de seguida os detalhes, desde a escolha de *software* ao formato e apresentação final da mesma.

3.3.1 Software

O primeiro critério a cumprir na seleção de um *software* para se desenvolver a ferramenta deste trabalho é ser "*user friendly*". Este é crucial uma vez que para o preenchimento / carregamento dos dados, a ferramenta passa por várias entidades: a Direção de Engenharia da AdP Serviços (na qual me incluo durante a execução desta dissertação) e as entidades gestoras cujos subsistemas se encontram em estudo. Dentro da entidade gestora a própria ferramenta poderá ainda cruzar departamentos com diferentes responsabilidades no preenchimento da mesma. A ferramenta tem de ser por isso acessível a todos os que tiverem de intervir no seu preenchimento.

A ferramenta deverá ainda ser facilmente programável, isto é, ter facilidade na alteração da sua metodologia uma vez que, como já apresentado, tem de ser adaptada a cada entidade gestora. Este fator é também importante de forma a que possa estar disponível (de um modo facilitado) a ações de melhoramento ou adaptação de critérios que futuramente possam fazer mais ou menos sentido como resultado de mudanças no País e no mundo.

É ainda relevante que a ferramenta proporcione alguma liberdade para quem a preenche de deixar notas ou comentários, como forma de justificação de escolhas ou de informar situações pontuais acerca

de subsistemas. Tal pode acontecer, por exemplo, num critério deixado em branco propositadamente, com a justificação de falta de dados por um dado motivo apresentado.

Por último, sendo este um projeto a aplicar a todas as empresas do Grupo AdP passíveis de participar, é ainda do interesse do mesmo que a ferramenta possa ser operada e aplicada nas restantes empresas após término desta dissertação, ou até mesmo no futuro como forma de atualizar as informações dos subsistemas e acompanhar o desenvolvimento dos mesmos.

Assim, de forma a cumprir todos os requisitos, facilmente surge o *software Microsoft Office Excel* como a escolha mais evidente, adequada e relativamente simples de operar, uma vez montada a ferramenta.

3.3.2 Funcionamento

Como mencionado na secção 3.1, a ferramenta funciona em duas versões ligeiramente distintas: uma para empresas no serviço de abastecimento de águas (AA) e outra para saneamento de águas residuais (AR). Como observado, as diferenças prendem-se essencialmente na adequação de alguns critérios ao tipo de serviço de forma a que a seleção dos subsistemas seja o mais específica possível.

O *design* final da ferramenta é semelhante para ambas as versões, alterando-se apenas os critérios mencionados na secção 3.2. Assim, para efeitos de apresentação do aspeto da mesma, ir-se-á apresentar somente a versão AR por ser a que no conjunto dos critérios ponderáveis aplica seis critérios (enquanto que a versão AA aplica apenas 5), sendo por isso a mais abrangente.

3.3.2.A Página introdutória

Ao abrir o ficheiro da ferramenta é apresentado ao utilizador uma página introdutória com um resumo da mesma e instruções pertinentes relativas ao preenchimento dos dados, sendo designada de "Instruções".

Na figura 3.6 apresenta-se a configuração da página introdutória com os principais aspetos realçados, e na figura 3.7 a mesma página mas ampliada para melhor perceção.

ÁGUAS DE PORTUGAL

Nota: O preenchimento dos campos de cor cinzenta são da responsabilidade da Direção de Engenharia, enquanto que os de cor azul são da responsabilidade da Equipa da Empresa Regional.

Identificação da Empresa Regional: _____

INFORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE	OBSERVAÇÕES	INSTRUÇÕES <i>Preenchimento de dados</i>
Subsistema	A preencher pela Direção de Engenharia		
Critérios vinculativos	Gastos diretos A preencher pela Direção de Engenharia		Compreende os gastos diretos existentes no Modelo Técnico, nomeadamente, Reagentes, Energia, Tratamento de Lamas e FSE.
	Não cumpre A preencher pela Direção de Engenharia	Poderá ser necessário o apoio da Empresa Regional para os casos em que a Licença não se encontra ainda no SLIAMB ou não se encontra à tempo suficiente para permitir ter um ano completo.	Considera as ETAR que se encontram numa situação de incumprimento da sua licença de descarga.
	Agravação Licença A preencher pela Direção de Engenharia		Terá em consideração uma listagem fornecida pela APA, que indica um eventualmente agravamento da licença de descarga.
	Contiguidade A preencher pela Direção de Engenharia		Deverá analisar sistemas que se encontrem a menos distância uns dos outros e onde se poderá considerar a sua hipotética ligação.
	Percepção Operacionais A preencher pela Equipa da Empresa Regional		Este critério deverá ter em conta eventuais problemas que não se prendem efetivamente com o estado de conservação das instalações do subsistema nem com o seu estado de funcionamento, mas sim as eventualidades de quem no dia a dia tem que lidar com o subsistema em análise (p.e. em retirar lamas tendo em consideração os acessos).
Critérios ponderáveis	Avaliação Funcional A preencher pela Equipa da Empresa Regional		Este critério deverá ter em consideração, sempre que possível, os resultados dos Relatórios de Avaliação Funcional (RAF) e estender a análise das infraestruturas para a totalidade do subsistema. No caso de subsistemas que não tenham visto as suas infraestruturas alvo de um RAF, deverá ser considerada a informação existente para a classificação do subsistema no que respeita às suas condições de cumprimento da sua função e de estado de conservação. A escala deverá considerar como 0 uma instalação em bom estado e como 10 uma instalação com uma muito fraca avaliação funcional.
	Problemas Hidráulicos A preencher pela Direção de Engenharia com apoio da Equipa Regional	Necessário o envio para a Direção de Engenharia do volume mensal referentes a 24 meses de funcionamento da instalação.	Este critério pretende identificar os subsistemas que, durante um período de tempo, se revelam de gestão complexa, ou mesmo com problemas de funcionamento, em face dos volumes afluente pela rede em baixa (p.e. Afluência indevidas e aumentos de população). A escala deverá considerar como 0 uma instalação em bom funcionamento e como 10 uma instalação com uma muito fraca percepção operacional.
	Capacidade Instalada A preencher pela Direção de Engenharia com apoio da Equipa Regional	Necessário o envio para a Direção de Engenharia dos dados de dimensionamento da instalação de tratamento.	Deverá identificar os subsistemas com aparentes subdimensionamentos e sobredimensionamentos do ponto de vista da população servida e da população para a qual foi dimensionado.
	NAMEY / PMEBY A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Riovo Público A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Municipal Clássico A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Municipal Anóneo A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Índex Competitivos A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Disposição Tecnológica A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Previsão Emergência A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Obsoleto A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Capacidade tratamento A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Revisão das MA A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
Critérios binários	Equipas / S. Médico A preencher pela Equipa da Empresa Regional		Neste conjunto, para cada indicador deverá escolher-se a opção mais adequada ao subsistema em "Decisões Binárias".
	Alterações dimensões A preencher pela Equipa da Empresa Regional		OU
	Dimensão Demográfica A preencher pela Equipa da Empresa Regional		Em "Seleção dos subsistemas" selecionar 0 no caso do subsistema não apresentar a condição do indicador e 1 caso contrário.
	Alteração H. consumo A preencher pela Equipa da Empresa Regional		NOTA: Ao preencher os campos vazios, a célula irá mudar da cor azul para branco. Desta forma poderá acompanhar quais os campos preenchidos e evitar erros.
	Residência A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Instalações antigas A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Reparação A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Evolução da Etar A preencher pela Equipa da Empresa Regional		
	Evolução Populacional A preencher pela Equipa da Empresa Regional		

1 - Espaço para Identificação da entidade gestora em estudo.
 2 - Coluna de identificação do responsável pelo preenchimento de cada critério.
 3 - Coluna com observações pertinentes.
 4 - Coluna com as instruções de preenchimento de cada critério.
 5 - Conjuntos dos critérios (vinculativos, ponderáveis e binários, por ordem descendente).
 6 - Navegação entre as diferentes páginas da ferramenta.

Figura 3.6: Página introdutória na ferramenta. LEGENDA: 1 - Espaço para Identificação da entidade gestora em estudo. 2 - Coluna de identificação do responsável pelo preenchimento de cada critério. 3 - Coluna com observações pertinentes. 4 - Coluna com as instruções de preenchimento de cada critério. 5 - Conjuntos dos critérios (vinculativos, ponderáveis e binários, por ordem descendente). 6 - Navegação entre as diferentes páginas da ferramenta.

INFORMAÇÃO		RESPONSABILIDADE	OBSERVAÇÕES	INSTRUÇÕES Preenchimento de dados
Subsistema		A preencher pela Direção de Engenharia		
Critérios vinculativos	Gastos diretos	A preencher pela Direção de Engenharia		Compreende os gastos diretos existentes no Modelo Técnico, nomeadamente: Reagentes, Energia, Tratamento de Lamas e FSE.
	Não cumpre	A preencher pela Direção de Engenharia	Poderá ser necessário o apoio da Empresa Regional para os casos em que a Licença não se encontra ainda no SILIAMB os não se encontra à tempo suficiente para permitir ter um ano completo.	Considera as ETAR que se encontram numa situação de incumprimento da sua licença de descarga.
Critérios ponderáveis	Agrava/o Licença	A preencher pela Direção de Engenharia		Terá em consideração uma listagem fornecida pela APA que indica um eventualmente agravamento da licença de descarga.
	Contiguidade	A preencher pela Direção de Engenharia		Deverá analisar sistemas que se encontrem a menos distância uns dos outros e onde se poderá considerar a sua hipotética ligação.
	Percepção Operacionais	A preencher pela Equipa da Empresa Regional		Este critério deverá ter em conta eventuais problemas que não se prendem efetivamente com o estado de conservação das instalações do subsistema nem com o seu estado de funcionamento, mas sim as eventuais dificuldades de quem no dia a dia tem que lidar com o subsistema em análise (p.e.: dificuldade em retirar lamas tendo em consideração os acessos).
	Avaliação Funcional	A preencher pela Equipa da Empresa Regional		Este critério deverá ter em consideração, sempre que possível, os resultados dos Relatórios de Aptidão Funcional (RAF) e estender a análise das infraestruturas para a totalidade do subsistema. No caso de subsistemas que não tenham visto as suas infraestruturas alvo de um RAF, deverá ser considerada a informação existente para a classificação do subsistema no que respeita às suas condições de cumprimento da sua função e de estado de conservação. A escala deverá considerar como 0 uma instalação em bom estado e como 10 uma instalação com uma muito fraca avaliação funcional.

Figura 3.7: Ampliação da página introdutória na ferramenta, de designação "Instruções".

Nesta primeira página é atribuída a responsabilidade do preenchimento de cada critério, encontrando-se explicitada na tabela 3.27.

As instruções de preenchimento incluídas são uma versão resumida do que foi explicado na secção 3.2, critério a critério. A sua função serve apenas para auxiliar o utilizador (nomeadamente a entidade gestora) na atribuição da pontuação adequada a cada subsistema.

Tabela 3.27: Responsabilidade do preenchimento de cada critério da ferramenta.

Conjunto	Critério	Responsabilidade de preenchimento
Critérios Vinculativos	Gastos diretos	Direção de Engenharia
	Abastecimento alternativo de emergência	Direção de Engenharia
	Incumprimento normativo	Direção de Engenharia
Critérios Ponderáveis	Agravamento de Licença	Direção de Engenharia
	Contiguidade	Direção de Engenharia
	Percepção Operacionais	Equipa da entidade gestora
	Avaliação Funcional	Equipa da entidade gestora
	Problemas Hidráulicos	Direção de Engenharia em conjunto com a Equipa da entidade gestora
	Capacidade Instalada	Direção de Engenharia em conjunto com a Equipa da entidade gestora
	Critérios Binários	Todos

3.3.2.B Página principal

Da página introdutória avança-se até à página principal, com o nome de "Seleção dos Subsistemas", podendo visualizar-se o aspeto geral da mesma nas figuras 3.8 e 3.9, sendo a segunda a continuação horizontal da primeira.

A – Organização

A página principal divide-se em três secções: a de resultados, a de avaliação quantitativa e a de avaliação qualitativa.

A secção de resultados apresenta três tabelas, sendo uma para cada filtro aplicado. Nestas irá aparecer a lista dos subsistemas selecionados pelo respetivo conjunto de critérios, aparecendo ordenados num *ranking*.

A secção que se segue é relativa aos filtros quantitativos, ou seja, aos conjuntos dos critérios vinculativos e ponderáveis, por constituírem a parte de análise mensurável da ferramenta. Dentro desta secção quantitativa existem ainda subdivisões correspondendo estas à lista dos subsistemas submetidos a análise com respetivos *rankings* dos dois conjuntos de critérios, a uma subsecção dos critérios vinculativos e a outra relativa aos critérios ponderáveis.

Note-se que em cada conjunto de critérios é obtida uma avaliação final na qual a ferramenta se baseia para selecionar ou não um subsistema e ainda para atribuição do número no *ranking* nos resultados.

A secção dos critérios vinculativos é relativamente pequena, tendo apenas espaço para o preenchimento dos dois critérios constituintes deste filtro e para a avaliação obtida. Pode ainda observar-se a caixa relativa à tarifa do sistema praticada para a entidade gestora em análise e que permite determinar quais os subsistemas que serão selecionados no critério dos gastos diretos (consultar figura 3.8).

Como explicado em 3.2.2, os critérios ponderáveis são sujeitos a uma normalização dos dados inseridos, pelo que a ferramenta inclui duas partes: uma relativa ao preenchimento dos critérios e outra relativa à normalização dos mesmos, podendo assim observar-se as pontuações atribuídas diretamente e as calculadas após normalização. São então estes valores normalizados que em conjunto com as ponderações atribuídas a cada critério (encontrando-se explícitas numa caixa imediatamente acima dos valores normalizados) resultam na avaliação de cada subsistema para o filtro dos critérios ponderáveis. Existe ainda uma caixa para preenchimento onde deverá ser introduzido o valor da pontuação limiar que dita a seleção dos subsistemas para este conjunto de critérios.

A última secção, correspondente a avaliação qualitativa ou também designada como o filtro dos critérios binários, apresenta-se de forma semelhante à anterior, havendo espaço para a lista dos subsistemas e respetivo *ranking* de seleção, para os diferentes níveis de avaliação aplicados (que se passará a explicar mais à frente), para o preenchimento dos critérios e ainda para o valor limiar de seleção.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

- Page 1 (Página 1):** Contains sections for '(1) Critérios vinculativos', '(2) Critérios ponderáveis', and '(3) Critérios binários'. It also includes a 'RESULTADOS' section with columns for 'Rank (1)', 'Rank (2)', and 'Subsistema'.
- Page 2 (Página 2):** Contains the 'AVALIAÇÃO QUANTITATIVA: RETRATO ATUAL' section. It features a table with columns for 'Avaliação (1)', 'Gastos diretos', 'Avaliação (2)', and 'Avaliação'. Below this are columns for various criteria: 'Agrave/o Licença', 'Contiguidade Operacional', 'Percepção Operacional', 'Avaliação Funcional', 'Problemas Hidráulicos', 'Pop2050/PopDim', 'Agrave/o Licença', 'Contiguidade Operacional', 'Percepção Operacional', 'Avaliação Funcional', 'Sistemas Hidráulicos', and 'Pop2050/PopDim'.

Red arrows and numbers 1 through 10 indicate specific elements of interest:

- 1:** Points to the 'Rank (1)' and 'Rank (2)' columns in the results section.
- 2:** Points to the 'Rank (1)' and 'Rank (2)' columns in the results section.
- 3:** Points to the 'Subsistema' column in the results section.
- 4:** Points to the 'Gastos diretos' column in the evaluation section.
- 5:** Points to the 'Avaliação (1)' column in the evaluation section.
- 6:** Points to the 'Gastos diretos' column in the evaluation section.
- 7:** Points to the 'Ponderação - pesos' row in the evaluation section.
- 8:** Points to the 'Avaliação Funcional' column in the evaluation section.
- 9:** Points to the 'Avaliação' column in the evaluation section.
- 10:** Points to the 'Avaliação' column in the evaluation section.

Figura 3.8: Apresentação parcial da página principal da ferramenta (1ª parte). LEGENDA: 1 - Secção dos resultados. 2 - Colunas com o ranking obtido dos critérios vinculativos e ponderáveis. 3 - Coluna com os subsistemas. 4 - Tarifa aplicada à empresa em estudo, relativa ao critério dos gastos diretos. 5 - Secção dos critérios vinculativos. 6 - Limiar de pontuação escolhido para seleção dos subsistemas, para avaliação final dos critérios ponderáveis. 7 - Ponderações, em percentagem, atribuídas aos critérios ponderáveis imediatamente abaixo. 8 - Secção dos critérios ponderáveis. 9 - Secção dos critérios ponderáveis - classificação normalizada. 10 - Secção dos critérios ponderáveis - classificações em bruto.

Reengenharia_Módulo Decisão AR_vazio.xlsx - Excel

REVER VER

Francisca Morgado

AVALIAÇÃO QUALITATIVA POR LIMIAR: PERSPETIVA DE FUTURO

Limiar n.º de critérios que o subsistema pontua
Nº de critérios: 10 / 2

Rank (3)	Subsistema	Avaliaçã o (3)	Avaliaçã o	Avaliaçã o	Critérios binários																		
					Políticos				Técnicos			Ambientais				Social							
					NIMBY / PIMBY	Risco Político	Mecanismos Difíceis	Mecanismos Ancora	Disrupção Tecnológica	Obsolescência	Capacidade tratamento	Resiliência	Revisão dos MA	Qualidade dos M	Escassez / C. Hídrico	Alterações climáticas	Qualidade das águas residuais utilizadas no subsistema	Renovação Energética	Uso Competitivo	Alteração M. consumo	Dinâmica Demográfica	Evolução de Emissões	Evolução Populacional
1	Subsistema 1																						
1	Subsistema 2																						
1	Subsistema 3																						
1	Subsistema 4																						
1	Subsistema 5																						
1	Subsistema 6																						
1	Subsistema 7																						
1	Subsistema 8																						
1	Subsistema 9																						
1	Subsistema 10																						
1	Subsistema 11																						
1	Subsistema 12																						
1	Subsistema 13																						
1	Subsistema 14																						
1	Subsistema 15																						
1	Subsistema 16																						
1	Subsistema 17																						
1	Subsistema 18																						
1	Subsistema 19																						
1	Subsistema 20																						
1	Subsistema 21																						
1	Subsistema 22																						
1	Subsistema 23																						
1	Subsistema 24																						
1	Subsistema 25																						
1	Subsistema 26																						
1	Subsistema 27																						
1	Subsistema 28																						
1	Subsistema 29																						
1	Subsistema 30																						

Página 3

Figura 3.9: Apresentação parcial da página principal da ferramenta (2ª parte). LEGENDA: **1** - Coluna com o *ranking* dos subsistemas, obtido do preenchimento dos critérios binários. **2** - Lista dos subsistemas em estudo. **3** - Secção de cálculo auxiliar da ferramenta para obtenção de avaliação final de cada critério. **4** - Limiar de pontuação estipulado para a seleção de subsistemas, para avaliação final dos critérios binários. **5** - Secção de preenchimento dos critérios binários.

B – Codificação por cores

Nas figuras 3.8 e 3.9 é possível observar células de cores diferentes no corpo de preenchimento dos critérios. Esta distinção serve um propósito de atribuição de responsabilidade e facilidade no preenchimento:

- **Células de cor branca** - Correspondem a células bloqueadas e por isso não editáveis por serem de cálculo automático da ferramenta. Possuem fórmulas para apresentação de resultados intermédios e finais;
- **Células de cor cinzenta** - Correspondem a células cuja responsabilidade de preenchimento é da Direção de Engenharia;
- **Células de cor azul claro** - Correspondem às células a preencher pelas entidades gestoras, sendo que após o seu preenchimento mudam para cor branca, de forma a facilitar o acompanhamento dos subsistemas que já foram pontuados e os que ainda estão por classificar.

C – Ranking

Como já apresentado, a ferramenta apresenta colunas relativas ao *ranking* nos três conjuntos de critérios. Isto é, de acordo com as pontuações finais obtidas para cada subsistema na coluna de avaliação, a ferramenta atribui a cada subsistema uma posição numérica obtida da ordenação dos subsistemas por pontuação (quanto mais elevada a pontuação, mais elevado no *ranking* esse subsistema ficará). Tal torna possível a apresentação dos subsistemas por ordem de seleção na secção dos resultados. Este aspeto vai de encontro à metodologia definida em 3.1 e apresentada teoricamente em 2.2.3, dando como resultado ao decisor as opções por uma ordem preferencial.

Note-se ainda que a classificação no *ranking* é somente atribuída aos subsistemas selecionados pelo filtro em questão, sendo que os subsistemas que não foram selecionados por esse conjunto de critérios, ou que já tenham sido selecionados *a priori* por outro filtro, apresentam uma pontuação empatada de último lugar no *ranking* calculado pela ferramenta, não aparecendo sequer na tabela de resultados final desse filtro.

D – Avaliação por filtro

A ferramenta tem um parâmetro de avaliação em cada filtro onde atribui uma pontuação final que é decisiva na seleção de um subsistema, sendo com esta pontuação que depois atribui a posição no *ranking* a cada subsistema.

Critérios Vinculativos

Para os critérios vinculativos a avaliação é a mais simples: é atribuída uma pontuação somente aos subsistemas que apresentem gastos diretos superiores à tarifa aplicada ou que estejam em incumprimento normativo (para versão AR) ou tenham registado abastecimento alternativo de emergência (para AA). A estes subsistemas a pontuação final atribuída é igual ao valor calculado dos gastos diretos (ver secção 3.2.1.A), sendo que quanto maior o valor, mais alta a sua posição no *ranking* dos resultados.

Critérios Ponderáveis

Para os critérios ponderáveis existem já dois níveis de avaliação. No primeiro obtém-se a pontuação de cada subsistema através do somatório dos produtos das ponderações de cada critério com os respetivos valores normalizados (relembrar na secção 3.2.2, equação 3.4). Esta pontuação corresponderá a um número de 0 a 10, havendo probabilidade de dois subsistemas resultarem na mesma classificação (nomeadamente para empresas com muitos subsistemas na sua gestão), e anulando assim o propósito de uma classificação no *ranking*. Por esta razão, à pontuação obtida da equação 3.4 soma-se um fator residual de desempate, como se mostra nas equações 3.8 e 3.9 correspondendo respetivamente a AA e AR. O desempate é assegurado pelo respetivo valor de caudal (AA) ou de população (AR) previstos para 2050 de cada subsistema, multiplicado por um fator que diminui a sua ordem de grandeza 15 vezes de forma a que seja apenas vestigial a diferença entre os subsistemas e a sua pontuação obtida seja de forma aproximada a um número inteiro. Desta forma, quanto maior o valor de caudal ou população, maior o valor de avaliação e mais alta será a posição no *ranking*. Por se correr o risco ainda de haverem subsistemas com valores semelhantes para 2050, soma-se aos valores de Q_{2050} ou Pop_{2050} , a fração correspondente à capacidade instalada, apresentado nas equações 3.8 e 3.9 respetivamente.

$$\text{Avaliação}_1 (AA) = \left(\sum_{n=1}^{n=N} \text{Peso}_n * \text{Valor normalizado}_n \right) + 10^{-15} * \left(\frac{Q_{2050}}{Q_{dim}} + Q_{2050} \right) \quad (3.8)$$

$$\text{Avaliação}_1 (AR) = \left(\sum_{n=1}^{n=N} \text{Peso}_n * \text{Valor normalizado}_n \right) + 10^{-15} * \left(\frac{Pop_{2050}}{Pop_{dim}} + Pop_{2050} \right) \quad (3.9)$$

Onde:

- **x** refere-se ao subsistema;
- **n** refere-se ao critério;
- **N** refere-se ao número de critérios no conjunto dos critérios ponderáveis (sendo 5 para serviços de AA e 6 para AR);
- **Peso** corresponde à ponderação atribuída a cada critério (numa fração de 0 a 1);

- **Valor** refere-se ao valor atribuído ao critério, depois de normalizado (ou seja, um número inteiro numa escala de 0 a 10);
- Q_{2050} refere-se ao caudal distribuído para o ano de 2050;
- Q_{dim} refere-se ao caudal de dimensionamento;
- Pop_{2050} refere-se à população servida no ano de 2050;
- Pop_{dim} refere-se à população servida de dimensionamento.

No segundo nível de avaliação é aplicado o valor limiar mínimo de seleção, a partir do qual todos os subsistemas são selecionados. A ferramenta conclui a avaliação final dos critérios ponderáveis analisando se algum dos subsistemas selecionados neste filtro já terá sido selecionado no filtro anterior dos critérios vinculativos, apresentando na tabela final de resultados (na secção da ferramenta relativa aos resultados) somente os subsistemas com classificação igual ou superior à do valor limiar e que não tenham ainda sido selecionados por nenhum filtro.

Critérios Binários

Para os critérios binários existem três níveis de avaliação. O primeiro (Avaliação₁) é o mais simples sendo apenas a soma da pontuação de todos os critérios binários. Como a pontuação é de 0 ou 1 e existem 19 critérios, a pontuação máxima possível de obter será de 19 (relembrar na secção 3.2.3.A a equação 3.7).

No segundo nível de avaliação (Avaliação₂) é aplicado o valor limiar de seleção, a partir do qual todos os subsistemas com (Avaliação₁) maior ou igual são pré-selecionados, sendo-lhes atribuído assim um valor de avaliação cuja fórmula de cálculo se apresenta nas equações 3.10 e 3.11 respetivamente para os subsistemas de abastecimento de água e saneamento de águas residuais. Para os restantes subsistemas cuja (Avaliação₁) seja inferior ao valor limiar, é-lhes atribuído diretamente um valor de 0 como valor de (Avaliação₂).

O objetivo do segundo nível de avaliação é classificar com 1 todos os subsistemas a serem selecionados e com 0 os restantes. Contudo, uma vez que é necessária distinção entre as avaliações dos subsistemas de forma a poderem posicionar-se no *ranking* dos critérios binários, à pontuação de 1 para os subsistemas selecionados é multiplicado um fator de desempate (para AA) ou somado (para AR), como mostram respetivamente as equações 3.10 e 3.11.

$$Avaliação_2 (AA) = 1 * \frac{10 * Q_{2050}}{max\{Q_{2050}\}} \quad (3.10)$$

$$Avaliação_2 (AR) = 1 + 10^{-15} * (Rank_1 + Rank_2 + Gastos diretos + Pop_{2050}) \quad (3.11)$$

Onde:

- Q_{2050} refere-se à população servida no ano de 2050;
- $\max\{Q_{2050}\}$ refere-se ao valor máximo de população servida no ano de 2050 de entre os valores de todos os subsistemas;
- $Rank_1$ refere-se à posição no ranking do primeiro filtro (dos critérios vinculativos);
- $Rank_2$ refere-se à posição no ranking do segundo filtro (dos critérios ponderáveis);
- **Gastos diretos** refere-se ao valor dos gastos diretos obtidos para o subsistema em avaliação;
- Pop_{2050} refere-se à população servida no ano de 2050.

No terceiro nível de avaliação (Avaliação₃) a ferramenta analisa se algum dos subsistemas selecionados neste filtro já terá sido selecionado num filtro anterior, apresentando na tabela final de resultados (na secção da ferramenta relativa aos resultados) somente os subsistemas com classificação superior ou igual a 1 (proveniente da (Avaliação₂)) e que não tenham ainda sido selecionados por nenhum filtro.

3.3.2.C Página de apoio à decisão dos critérios binários

Como explicado na secção 3.2.3.A, a ferramenta possui uma página de apoio à decisão na atribuição da classificação de 0 ou 1 dos critérios binários, com o nome de "Decisões Binários", podendo-se visualizar o aspeto geral da mesma na figura 3.10.

Reengenharia_Módulo Decisão AR_vazio.xlsx - Excel

FICHIERO BASE INSERIR ESQUEMA DE PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVER VER

C7

CRITÉRIOS BINÁRIOS
Esta folha tem como base propósito o apoio à decisão para os critérios binários.
Deverá circular em opção de texto.
Para visualização de todos os opções disponíveis para cada indicador, poderá consultar a folha "Análise". Esta encontra-se Oculta, pelo que deverá visualizá-la antes.

Subsistemas	Políticos			Técnicos					Ambientais				Sociais						
	RENDA / PIBMDY	Risco Político	Mestrados Doutorais	Mestrados Académicos	Disrupção Tecnológica	Ocupacionais	Capacidade Tratamento	Reciclagem	Resiliência dos MA	Qualidade dos MA	Emissões e Qualidade do Ar	Alterações Climáticas	RECURSOS HUMANOS (número de pessoas)	Inovação Energética	Uso Competitivo	Alterações Climáticas	Qualidade Democrática	Evolução do Biotério	Evolução Regenerativa
Subsistema 1																			
Subsistema 2																			
Subsistema 3																			
Subsistema 4																			
Subsistema 5																			
Subsistema 6																			
Subsistema 7																			
Subsistema 8																			
Subsistema 9																			
Subsistema 10																			
Subsistema 11																			
Subsistema 12																			
Subsistema 13																			
Subsistema 14																			
Subsistema 15																			
Subsistema 16																			
Subsistema 17																			
Subsistema 18																			
Subsistema 19																			
Subsistema 20																			
Subsistema 21																			
Subsistema 22																			
Subsistema 23																			
Subsistema 24																			
Subsistema 25																			
Subsistema 26																			
Subsistema 27																			
Subsistema 28																			
Subsistema 29																			
Subsistema 30																			

Figura 3.10: Apresentação da página de apoio à decisão dos critérios binários. LEGENDA: **1** - Lista dos subsistemas em estudo. **2** - Nota instrutiva ao preenchimento da tabela de apoio à decisão na classificação dos subsistemas nos critérios binários. **3** - Secção de apoio à decisão dos critérios binários.

Nesta página, ao seleccionar uma caixa azul abre-se uma lista suspensa com as diferentes opções disponíveis de atribuir ao subsistema em estudo, para cada critério binário, como se exemplifica na figura 3.11. Estas opções correspondem às frases apresentadas nas subsecções da secção 3.2.3 dos critérios binários.



Figura 3.11: Ampliação na página de apoio à decisão dos critérios binários.

3.3.2.D Página auxiliar

A ferramenta inclui ainda uma página oculta intitulada de "Auxiliar" onde constam as listas com todas as frases disponíveis para apoio no preenchimento dos critérios binários, podendo visualizar-se o aspeto geral da mesma nas figuras 3.12 e 3.13, sendo a segunda a ampliação da primeira, para melhor perceção e visualização. A página não se encontra protegida por palavra passe pelo que o utilizador pode fazer aparecer esta a qualquer momento durante o preenchimento da ferramenta. Encontra-se oculta somente por uma questão de clareza no corpo principal da ferramenta e evitar confusão na navegação entre páginas.

Esta página auxiliar serve não só para obter uma melhor perceção das frases que se seleccionam na página de "Decisões Binárias", como também é editável, podendo o utilizador (nomeadamente as entidades gestoras) acrescentar outras frases que ache mais adequadas ao seu subsistema, atribuindo-lhes uma pontuação respetiva (de 0 ou 1).

FOLHA AUXILIAR					
Caso não identifique o subsistema em resposta com nenhuma das opções disponíveis, deverá colocar diretamente na Folha de "Seleção dos subsistemas" um 0 no caso do subsistema não apresentar a condição do indicador, ou 1 caso presente. Poderá ainda acrescentar opções na lista abaixo, fazendo corresponder 0 ou 1 a essa opção.					
NIMBY / PIMBY	Políticos			Técnicos	
	Risco Político	Municípios Difíceis	Municípios Âncora	Disrupção Tecnológica	Obsolescência
Este é um subsistema que ninguém quer no seu quintal	1 O risco de uma posição política desfavorável à AdP é significativo caso não seja revisto o sistema	1 O município onde se desenvolve o subsistema tem relações difíceis com o grupo AdP	0 O subsistema desenvolve-se servindo um município âncora	1 A tecnologia existente neste subsistema encontra-se bastante vulnerável a uma revolução tecnológica	1 A tecnologia existente neste subsistema já não é aplicada atualmente
Este é um subsistema que todos querem no seu quintal	0 O risco de uma posição política desfavorável à AdP é significativo caso não seja previsto investimento no sistema	1 O município onde se desenvolve o subsistema visa de forma negativa o grupo AdP em diversas situações	1 O subsistema desenvolve-se servindo municípios que não são essenciais para a empresa/região	1 A tecnologia existente neste subsistema é considerada atual ou nova	0 A tecnologia existente neste subsistema só é aplicada atualmente em situações muito específicas
-	1 O risco de uma posição política desfavorável à AdP é significativo caso seja revisto o sistema	1 O município onde se desenvolve o subsistema não tem apresentado reclamações relativamente ao grupo AdP	0 -	-	1 A tecnologia existente neste subsistema apresenta custos muito elevados de manutenção e/ou substituição
-	0 O risco de uma posição política desfavorável à AdP não é significativo caso seja revisto o sistema	-	-	-	1 A tecnologia existente neste subsistema não pode ser sujeita a intervenções de melhoria ou de substituição por igual
-	-	-	-	-	1 A tecnologia existente neste subsistema é aplicada atualmente
-	-	-	-	-	1 A tecnologia existente neste

Figura 3.13: Ampliação da página auxiliar, contendo as frases de apoio à decisão e respetiva pontuação atribuída, para os critérios binários.

Capítulo 4

Resultados e Discussão

Definida a metodologia e apresentada a ferramenta, expõe-se neste capítulo o resultado da análise aos dados recebidos pela aplicação dos critérios, assim como a respetiva discussão.

4.1 Apresentação da amostra de EG incluída no estudo

Como explicitado nos objetivos propostos para este trabalho, pretende identificar-se subsistemas do máximo número de entidades gestoras do Grupo AdP para serem objeto de um futuro estudo de oportunidades de otimização (secção 1.4), pelo que idealmente aplicar-se-ia a ferramenta desenvolvida às 13 EG de abastecimento e saneamento do Grupo. Destas 13 entidades, foi elaborada uma listagem das que se consideraram relevantes a participar e colaborar no presente estudo, tendo em conta as particularidades de cada uma, reduzindo assim o número para 8 empresas com as quais se procedeu a reuniões de apresentação do projeto, como proposto na secção 1.4 na lista de tarefas.

Como apresentado na tabela 2.1 na secção 2.1.1, as entidades gestoras do Grupo Águas de Portugal podem assegurar vários serviços: AA, AR ou ambos. Uma vez que a ferramenta desenvolvida distingue entre serviços de AA e AR, para efeitos de análise de resultados, considerou-se deste ponto em diante que empresas que asseguram simultaneamente serviços de AA e AR, correspondem a duas entidades independentes.

A recolha de dados necessários ao preenchimento da ferramenta verificou-se ser uma tarefa morosa, sendo ainda necessária a intervenção das empresas envolvidas, não só no envio de dados, como no preenchimento de certos critérios (ver tabela 3.27) que muitas vezes necessitam de opinião ou envolvimento de diferentes departamentos dentro da mesma EG. Durante o período de estágio relativo à realização do presente projeto obteve-se resposta na totalidade dos critérios por parte de 5 empresas, sendo duas de serviços de abastecimento de água (AA) e as restantes três de saneamento de águas residuais (AR). Estas **5 empresas** constituem assim a amostra desta dissertação, analisando-se neste

capítulo os resultados obtidos para as mesmas, pela aplicação da ferramenta desenvolvida.

De forma a proteger os dados e informações relativos às empresas do Grupo AdP analisadas, codificou-se o nome das mesmas atribuindo-lhes uma letra do abecedário. Note-se que não existe qualquer ligação entre a letra atribuída e a empresa correspondente. A respetiva codificação pode ser consultada no Apêndice ??, e a listagem da amostra de seguida:

- **Empresa A** – serviço de abastecimento de água (AA);
- **Empresa B** – serviço de abastecimento de água (AA);
- **Empresa C** – serviço de saneamento de águas residuais (AR);
- **Empresa D** – serviço de saneamento de águas residuais (AR);
- **Empresa E** – serviço de saneamento de águas residuais (AR).

Cada empresa possui por sua vez uma lista de subsistemas na sua gestão, podendo observar-se na figura 4.1 a distribuição do número dos mesmos.

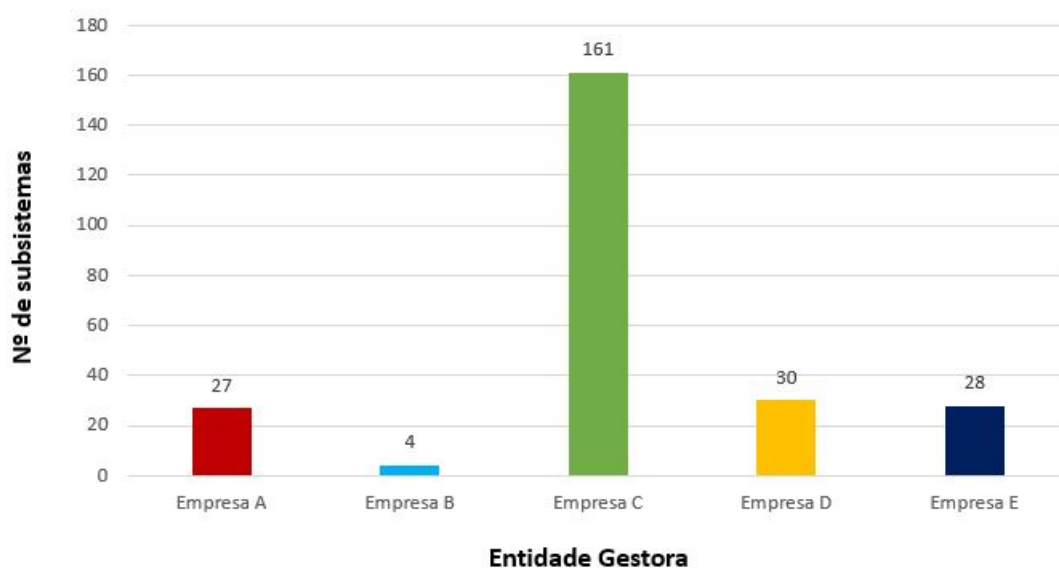


Figura 4.1: Distribuição do número de subsistemas geridos por cada uma das cinco empresas em análise.

Ainda que se trate de uma amostra reduzida, desde já se verifica pela figura 4.1 a grande diversidade existente, havendo uma empresa com apenas 4 subsistemas, e outra com 161. As restantes (Empresas A, D e E) encontram-se na mesma gama de valores apresentando número semelhante de subsistemas.

De forma a situar a amostra apresentada na figura 4.1 dentro da extensão do Grupo AdP, considera-se pertinente apresentar o número de subsistemas de todas as 8 entidades gestoras que se consideraram viáveis para este estudo, encontrando-se estes valores na tabela 4.1 seguinte.

Tabela 4.1: Número de subsistemas na gestão de cada empresa, de acordo com a atividade praticada. Codificação da nomenclatura das empresas disponível no anexo ??.

Empresa	Atividade	Nº Subsistemas
Empresa A	AA	27
Empresa B	AA	4
Empresa C	AR	161
Empresa D	AR	30
Empresa E	AR	28
Empresa F	AA	4
Empresa G	AA	14
Empresa H	AA	40
Empresa I	AA	59
Empresa J	AR	77
Empresa K	AR	88
Empresa L	AR	201
Empresa M	AR	148

Dos números apresentados na tabela 4.1, calculou-se a média simples do número de subsistemas, obtendo-se os valores de 25 para abastecimento de água e de 105 para saneamento de águas residuais, evidenciando uma diferença clara da quantidade de subsistemas entre tipos de atividade dentro do setor das águas.

4.2 Resultados

4.2.1 Considerações gerais

Nesta secção serão apresentados os resultados de cada empresa da amostra, assim como discutidas as suas avaliações em cada conjunto de critérios.

Como referido no capítulo 3, dois dos filtros aplicados na ferramenta necessitam que se estabeleça um valor limiar, de forma a poder resultar a seleção de subsistemas. No conjunto dos critérios vinculativos os dados são utilizados de forma estabelecida *a priori*, contudo nos ponderáveis e binários a escolha do limiar torna os resultados um tanto manipuláveis. Por esta razão foi necessário estabelecer um objetivo relativo à quantidade de subsistemas que a ferramenta devolve como selecionados para estudo futuro. Assim, as várias decisões tomadas durante o preenchimento da ferramenta para cada empresa tiveram ainda em conta uma taxa de seleção desejável entre 25% a 35% dos subsistemas

existentes para cada empresa, tentando por isso que no final no final fossem selecionados entre 1/4 e 1/3 dos subsistemas. Este valor considera-se apenas como uma linha orientadora, sendo que nem sempre é possível moldar os resultados neste sentido, como se verificará nas próximas secções deste capítulo.

Note-se ainda que apesar da ferramenta funcionar através da aplicação de 3 filtros sucessivos, todos os subsistemas percorrem os três níveis de seleção. Isto é, ainda que um subsistema seja selecionado num filtro, este é submetido para análise no filtro seguinte, procedendo-se ao preenchimento de todos os critérios de igual forma. Tal garante que face a uma alteração de dados, ou de escolha de limiares e ponderações ou ainda por justificação da própria empresa que discorde da seleção do subsistema pelo filtro em questão, o subsistema possa ser selecionado por outras razões que não as do conjunto de critérios que o selecionaram primeiramente. Na secção de resultados da ferramenta apenas é mostrado o subsistema na listagem do primeiro filtro que causou a sua seleção.

4.2.2 Critério da Contiguidade

Como explicado na secção 3.2.2.B correspondente aos métodos e respetivos critérios, o critério da contiguidade é um dos que apresenta alguma liberdade de preenchimento devido à escolha de uma distância em raio de influência que avalia as interseções entre subsistemas e entre reservatórios de um mesmo subsistema (para empresas com serviço em abastecimento de água).

Apresenta-se no apêndice B, secção B.1 uma tabela resumo das distâncias seleccionadas para cada uma das empresas da amostra de estudo. A decisão das mesmas prende-se com uma avaliação do número de interseções obtidas para diferentes distâncias, escolhendo a mais ponderada (que não identifique uma grande fração de subsistemas, mas que identifique um número suficiente para pesar na avaliação final dos critérios ponderáveis) através de um processo iterativo.

4.2.3 Critério dos Problemas Hidráulicos

Similarmente ao critério da contiguidade, também o dos problemas hidráulicos depende de decisões por parte de quem preenche. Neste caso essas decisões passam pela escolha do indicador que mais variabilidade de valores produz e a escolha do princípio de normalização dos dados obtidos nesse indicador (consultar secção 3.2.2.E para relembrar a metodologia deste critério).

De todos os indicadores testados, escolheu-se aplicar o **Qdim / Verão** em todas as empresas em estudo, por ser o que maior diversidade de valores produz e de forma a tentar uniformizar um pouco alguns dados do preenchimento da ferramenta, selecionando um indicador semelhante para todas as EG. No apêndice B, secção B.2, encontram-se os resultados obtidos em cada indicador, o princípio de normalização utilizado, assim como os valores obtidos após a mesma normalização, para cada uma das empresas em estudo.

4.2.4 Empresa A – AA

A empresa A tem na sua gestão **27 subsistemas** que foram submetidos para análise da ferramenta em questão.

No primeiro filtro dos critérios vinculativos, 7 subsistemas foram selecionados pela ferramenta. Estes resultados são visíveis na figura 4.2, onde se verifica que todos os sete subsistemas foram selecionados pelo critério de abastecimento alternativo, não se tendo verificado nenhum com gastos diretos acima da tarifa do sistema.

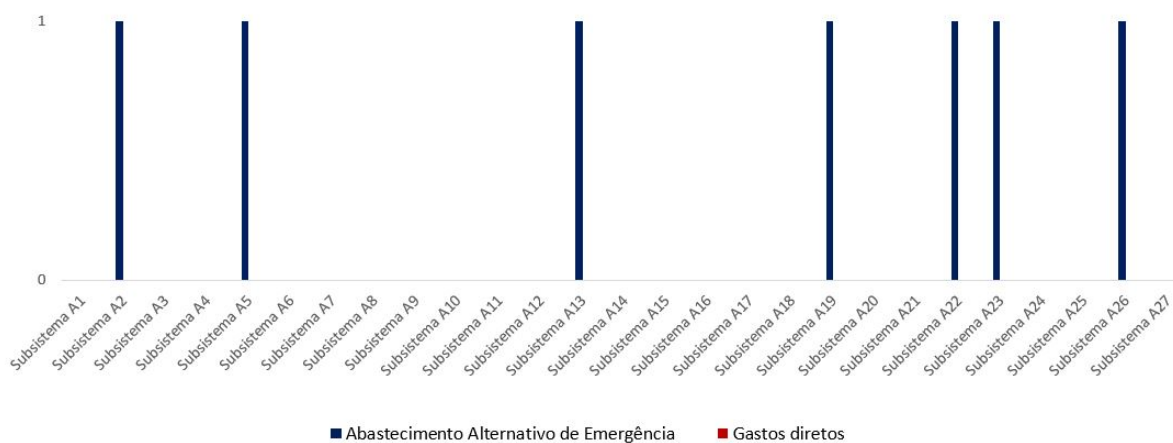


Figura 4.2: Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa A.

No segundo filtro dos critérios ponderáveis obteve-se para cada subsistema uma avaliação final. O valor limiar estabelecido para a empresa A foi de 4, pelo que todos os subsistemas com pontuação igual ou superior a quatro foram selecionados, como se pode observar na figura 4.3. Tal causou a seleção de 2 subsistemas neste conjunto de critérios, que somados aos já selecionados no filtro anterior totalizam 9 subsistemas (correspondendo já a uma terça parte do número total de subsistemas analisados).

Observando o gráfico da figura 4.3, verifica-se que o limiar de 4 para seleção no conjunto de critérios ponderáveis é o mais adequado, selecionando 2 subsistemas. A escolha de um valor de limiar acima apenas selecionaria 1 subsistema, e um valor de limiar abaixo iria resultar numa taxa de seleção já muito elevada (tendo em conta que a empresa A apenas tem em sua gestão 27 subsistemas).

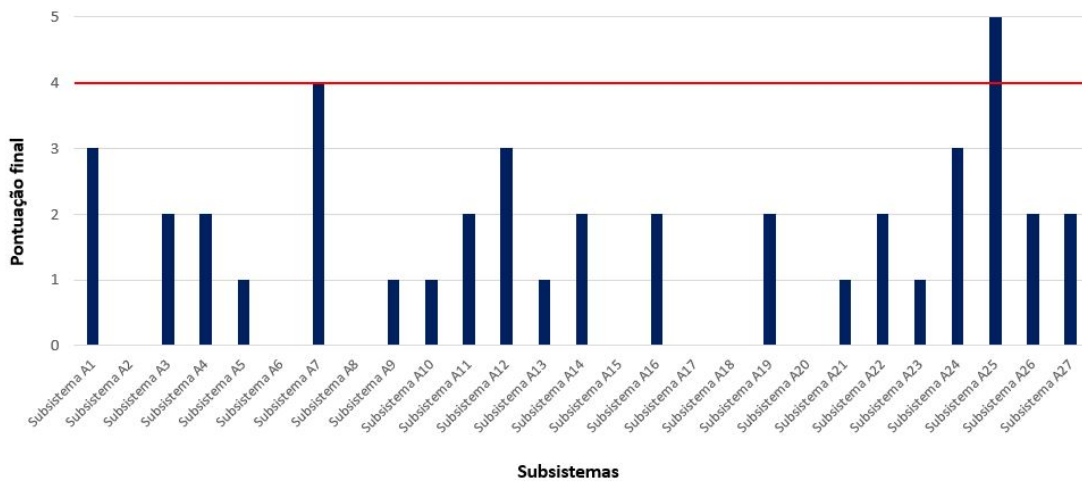


Figura 4.3: Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa A. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

No último filtro aplicado, correspondendo este ao dos critérios binários, o valor limiar foi de 12 (em 19 indicadores), selecionando 3 subsistemas. Observando a figura 4.4 entende-se que não havia outra escolha possível para o limiar de seleção neste conjunto de critérios, tendo em conta que se pretende que em cada filtro existam sempre subsistemas a serem selecionados. Um valor de limiar acima do estipulado não selecionaria qualquer subsistema, ou mesmo um valor de limiar abaixo iria produzir uma taxa de seleção tão elevada que selecionaria no total mais de metade dos subsistemas analisados.

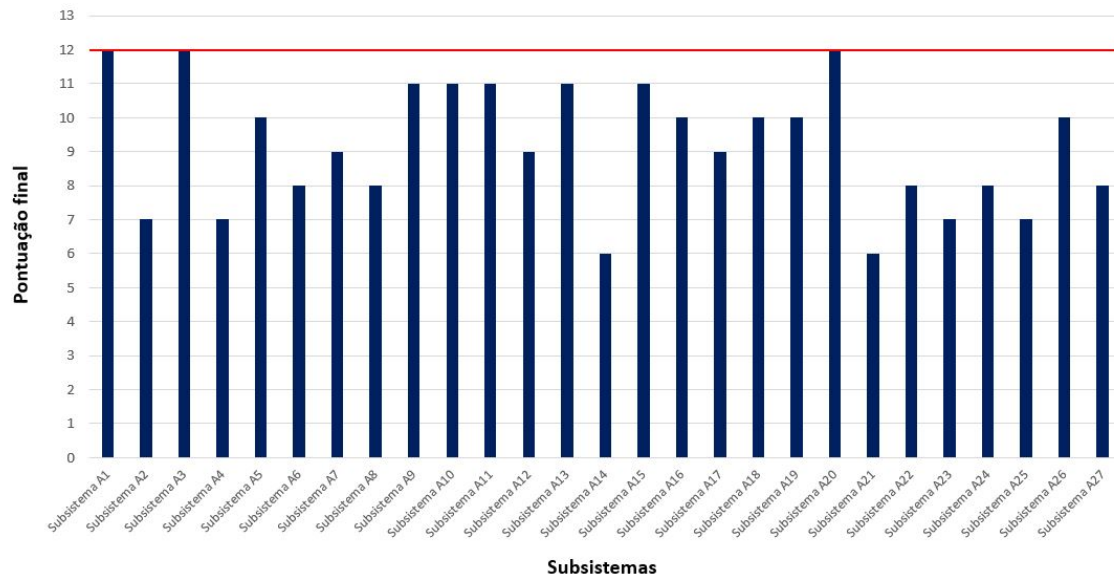


Figura 4.4: Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa A. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

Como resultado final, a ferramenta selecionou um **total de 12 subsistemas** em 27 submetidos.

Este resultado representa cerca de **44%** de subsistemas selecionados, sendo um valor já bastante acima do ideal esperado. Pelos gráficos anteriores correspondentes à empresa A, é possível averiguar as escolhas dos limiares de seleção nos conjuntos de critérios ponderáveis e binários, tendo em conta que se pretende que em cada filtro existam sempre subsistemas a serem selecionados. Este é por isso um caso que demonstra que mesmo havendo possibilidade de manipular de certa forma os resultados de seleção dos subsistemas, estes possuem sempre uma componente incontrollável.

4.2.5 Empresa B – AA

A empresa B tem na sua gestão **4 subsistemas**, pelo que desde já se verifica que constitui um caso peculiar devido ao reduzido número de subsistemas submetidos para análise. Esta é avaliada pelos serviços de abastecimento de água.

Nenhum subsistema é selecionado no primeiro conjunto dos critérios vinculativos, significando que nenhum dos subsistemas apresenta gastos diretos acima da tarifa aplicada, nem recorreu a abastecimentos alternativos de emergência. Por esta razão, não se apresenta nenhum gráfico relativo ao conjunto dos critérios vinculativos por ser um gráfico vazio.

No segundo conjunto de critérios, correspondente aos critérios ponderáveis, obteve-se para cada subsistema uma avaliação final. O valor limiar estabelecido para a empresa B foi de 3, causando a seleção de 1 subsistema neste filtro, como se pode observar na figura 4.5.

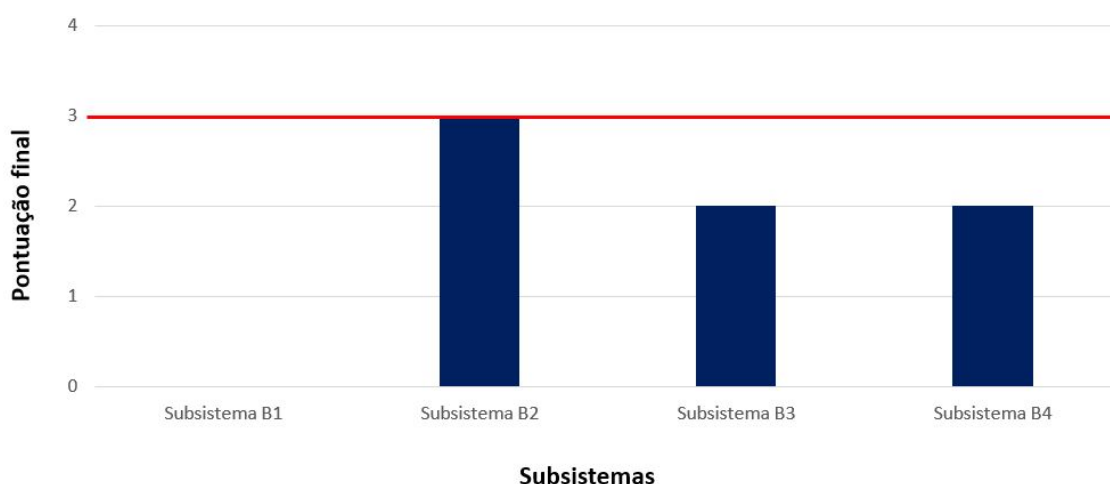


Figura 4.5: Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa B. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

No último filtro correspondente ao dos critérios binários, o valor limiar que se estipulou foi de 9 (em 19 indicadores), selecionando 1 subsistema (pode observar-se o gráfico correspondente a estes resultados na figura 4.6). Como resultado final a ferramenta selecionou, para a empresa B, **2 subsistemas** de um total de 4, correspondendo a uma taxa de seleção de **50%**. Por apresentar tão poucos

subsistemas, este resultado considera-se aceitável. Tratando-se de tão poucos subsistemas estudados, espera-se que uma grande parte seja objeto de estudo futuro, procurando oportunidades de otimização.

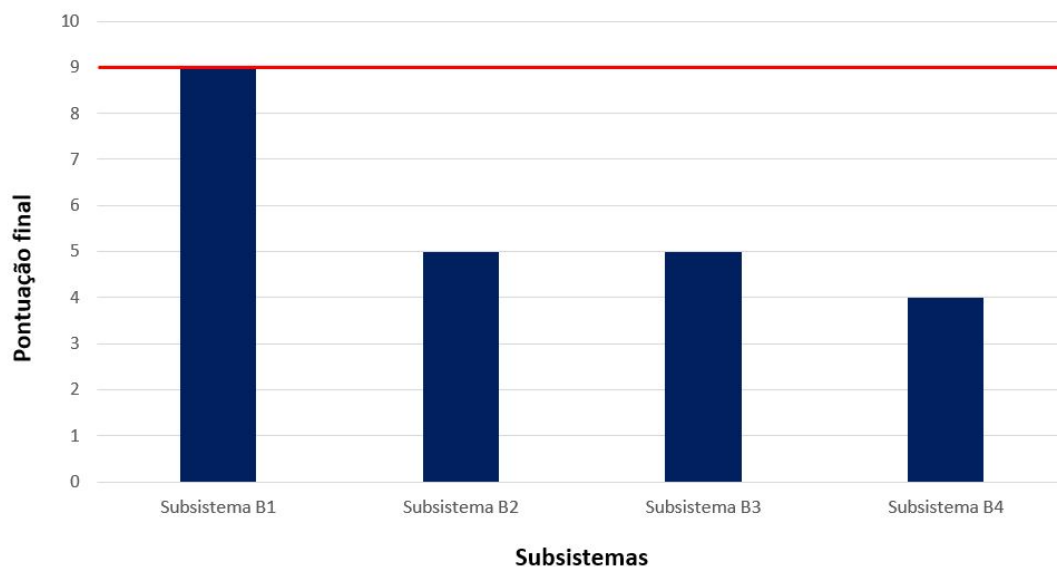


Figura 4.6: Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa B. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

Note-se que através da observação das figuras 4.5 e 4.6, verifica-se que a escolha dos limiares de seleção foi a única possível, sabendo que se tenciona haver sempre seleção em todos os filtros.

No caso da empresa B que possui apenas 4 subsistemas, a seleção de 1 subsistema por filtro resultaria numa taxa de seleção final de 75 %. Acontece que no primeiro filtro dos critérios vinculativos nenhum foi selecionado, resultando antes numa taxa de seleção de 50 %. Considera-se esta empresa como um caso particular uma vez que para cumprir o intervalo desejável de seleção, apenas se poderia selecionar 1 subsistema em todos os 3 filtros, não cumprindo o objetivo da ferramenta. Como mencionado no corpo desta dissertação na secção 3.2, pretende-se aplicar uma malha mais apertada de forma a que não fique nenhum subsistema por selecionar, que se considere de importância o seu estudo futuro.

4.2.6 Empresa C – AR

A empresa C tem na sua gestão **161 subsistemas** que foram submetidos para análise da ferramenta em questão, sendo avaliada pelos serviços de saneamento de águas residuais.

No primeiro filtro (critérios vinculativos) a ferramenta selecionou 6 subsistemas, podendo observar-se na figura 4.7, que três subsistemas foram selecionados por apresentarem gastos diretos superiores à tarifa aplicada, enquanto que os outros três subsistemas apresentam incumprimento nas suas licenças, resultando igualmente na sua seleção pela ferramenta. É de notar que 21 dos subsistemas em estudo

foram preenchidos com valor de 0 no critério dos gastos diretos, ou seja, foram classificados como tendo custos nulos, não sendo por isso avaliados adequadamente neste filtro. A razão prende-se por serem subsistemas em *outsourcing*, não sendo possível desagregar os custos de forma equivalente aos custos considerados para os restantes subsistemas, o que resultaria numa análise inconsistente deste critério.

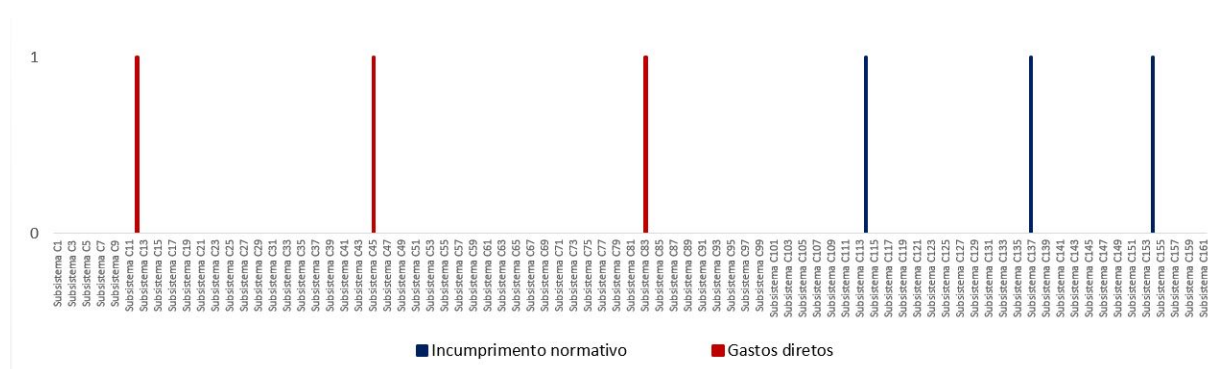


Figura 4.7: Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa C.

No segundo conjunto de critérios (os ponderáveis) obteve-se para cada subsistema uma avaliação final. O valor limiar estabelecido para a empresa C foi de 4, selecionando assim 14 subsistemas. O gráfico destes resultados pode ser observado na figura 4.8.

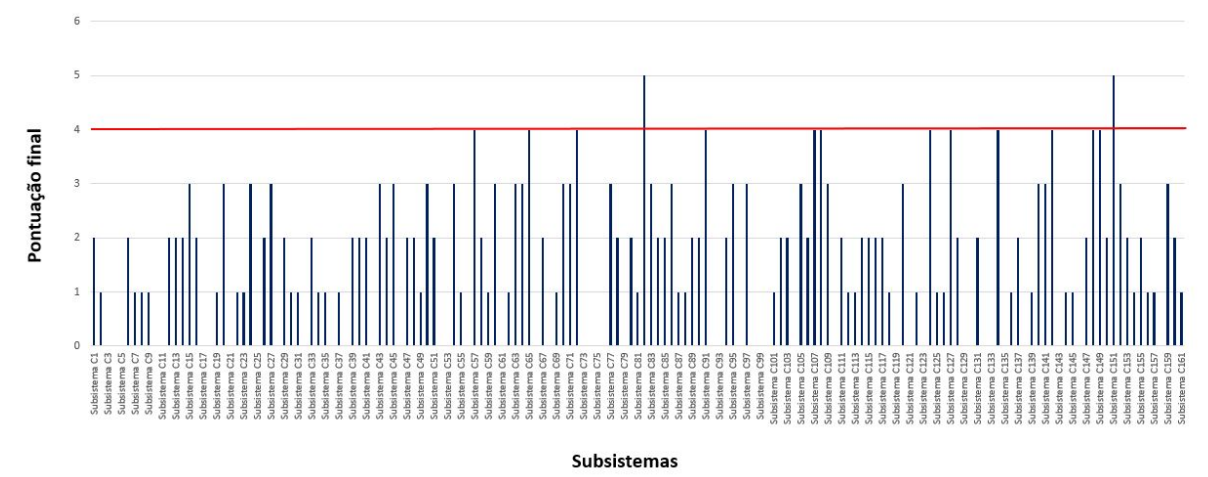


Figura 4.8: Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa C. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

Uma vez que a empresa C tem na sua gestão uma grande amostra de subsistemas, a escolha do limiar de seleção para os critérios ponderáveis e binários pretende abranger mais subsistemas do que nas empresas analisadas anteriormente. Assim, observando a figura 4.8 verifica-se que o limiar de 4 é o mais adequado para o conjunto dos critérios ponderáveis: escolhendo o valor 5 como limiar

o filtro apenas selecionaria 4 subsistemas (que em 161 existentes é uma fração muito reduzida), ou escolhendo o valor abaixo do estipulado, 37 subsistemas seriam selecionados, o que corresponderia a quase 25% dos subsistemas selecionados em apenas um dos três filtros existentes da ferramenta.

No terceiro e último filtro, o valor limiar estipulado para a empresa C foi de 8, causando a seleção de 18 subsistemas (o gráfico correspondente a estes resultados encontra-se na figura 4.9). Similarmente ao ocorrido nos critérios ponderáveis, também no conjunto dos critérios binários um valor limiar teve de ser estipulado. A escolha do valor 8 é precisamente por ser o valor mais ponderado. Um valor acima não seleciona subsistemas suficientes para se atingir o objetivo de taxa de seleção, um valor abaixo seleciona demasiados subsistemas.

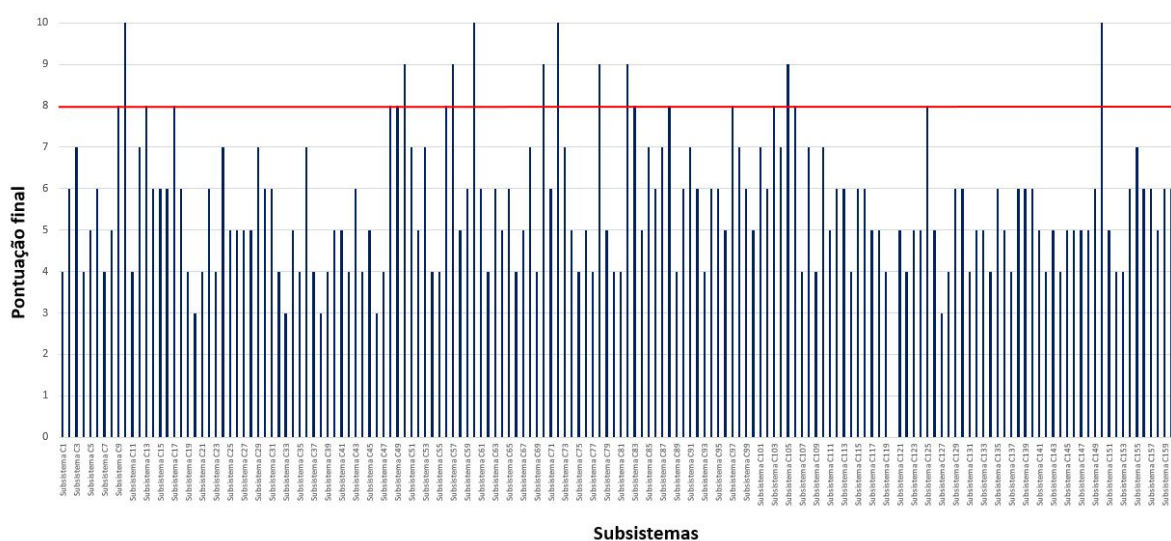


Figura 4.9: Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa C. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

Como resultado final para a empresa C, a ferramenta identifica **38 subsistemas**, correspondendo a uma taxa de seleção de **24%**, um valor praticamente no intervalo desejável. Por existir um maior número de subsistemas na sua gestão, a análise à empresa C resulta num maior controlo da taxa de seleção obtida. Note-se ainda que 21 subsistemas não foram contabilizados nos gastos diretos, o que poderia influenciar os resultados finais na obtenção de mais subsistemas selecionados.

4.2.7 Empresa D – AR

A empresa D tem na sua gestão **30 subsistemas** que foram submetidos para análise da ferramenta em questão, sendo avaliada pelos serviços de saneamento de águas residuais.

No primeiro conjunto dos critérios vinculativos a ferramenta selecionou 3 subsistemas, podendo observar-se os resultados na figura 4.10 onde se verifica que dois dos três subsistemas foram selecionados pelo critério de incumprimento de licença, e apenas um se apresenta com gastos diretos acima

da tarifa do sistema.

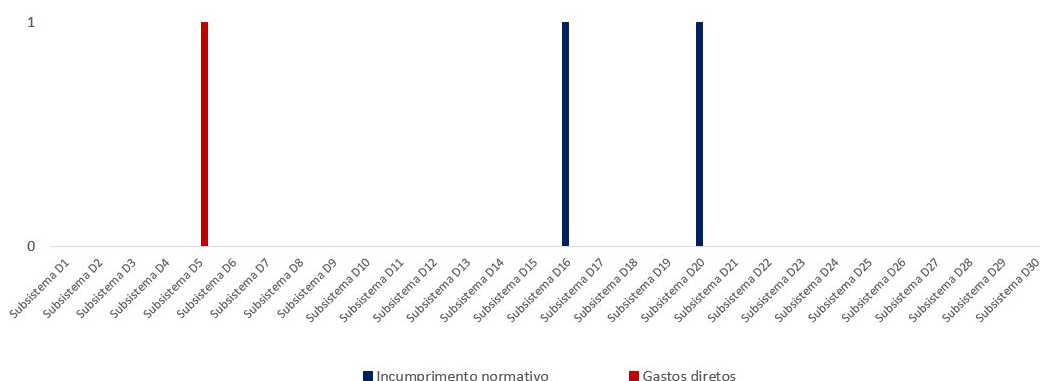


Figura 4.10: Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa D.

No filtro dos critérios ponderáveis obteve-se para cada subsistema uma avaliação final. O valor limiar estabelecido para a empresa D foi de 5, pelo que se seleccionaram 4 subsistemas (ver figura 4.3).

A escolha do limiar de seleção para o filtro dos critérios ponderáveis prende-se, mais uma vez, com a quantidade de subsistemas seleccionados. No caso do valor 5 (valor escolhido para a empresa D) são seleccionados 4 subsistemas de um total de 30, o que se considera um valor relativamente baixo de seleção. Contudo, escolhendo o limiar imediatamente acima (valor 6) apenas 1 subsistema seria seleccionado, e ao escolher o limiar abaixo (valor 4) seriam seleccionados 6 subsistemas, o que corresponderia a cerca de 20 % de seleção que em conjunto com os já seleccionados no filtro vinculativo anterior, não deixaria margem de seleção para os critérios binários.

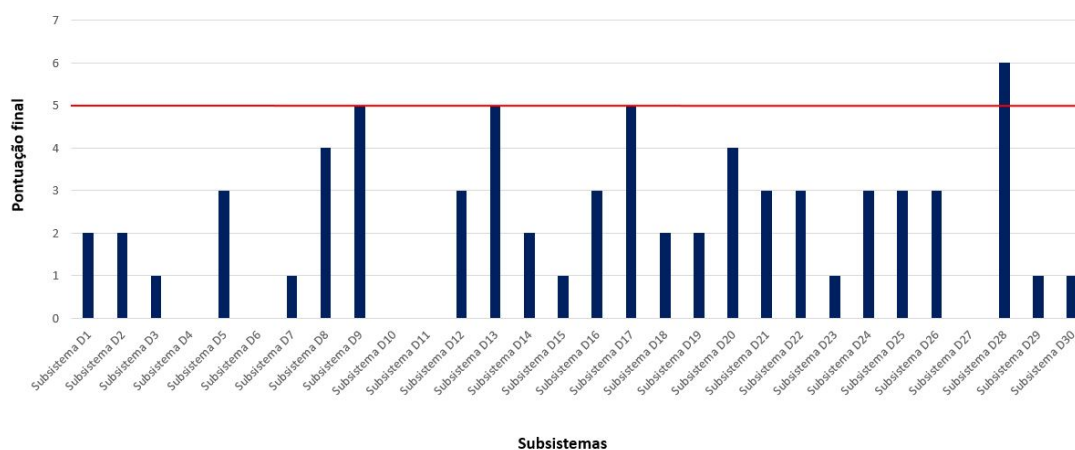


Figura 4.11: Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa D. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

No último filtro correspondente ao dos critérios binários, o valor limiar que se estipulou foi de 11

(em 19 indicadores), selecionando 2 subsistemas. Aqui aplica-se mais uma vez a lógica usada nas empresas anteriores para estipular um valor de limiar de seleção: escolheu-se o valor de 11 para a empresa D por se considerar o mais adequado, podendo observar-se o mesmo na figura 4.12. Neste caso o valor 10 iria produzir uma taxa de seleção muito elevado, e o valor de 12 selecionaria apenas um subsistema. Uma vez que se pretende ter uma amostra consistente de subsistemas a submeter a um futuro estudo de oportunidades de otimização, considerou-se pertinente a escolha do limiar 11 de forma a cumprir o princípio estipulado no capítulo 3 (secção 3.1).

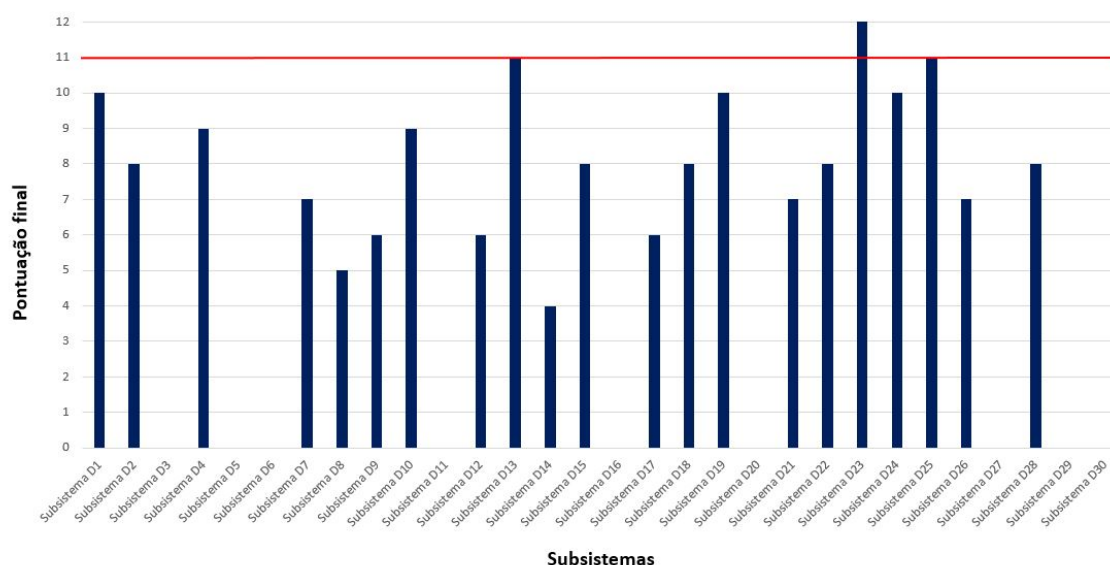


Figura 4.12: Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa D. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

Como resultado final a ferramenta selecionou, para a empresa D, **9 subsistemas** de um total de 30, correspondendo a uma taxa de seleção de **30%**, valor este no intervalo desejável.

4.2.8 Empresa E – AR

A empresa E tem na sua gestão **28 subsistemas** que foram submetidos para análise da ferramenta em questão, sendo avaliada pelos serviços de saneamento de águas residuais.

No primeiro filtro dos critérios vinculativos, 4 subsistemas foram selecionados pela ferramenta. Estes resultados são visíveis na figura 4.13 onde se verifica que três dos quatro subsistemas foram selecionados pelo critério de incumprimento normativo, e apenas um se apresenta com gastos diretos acima da tarifa do sistema.

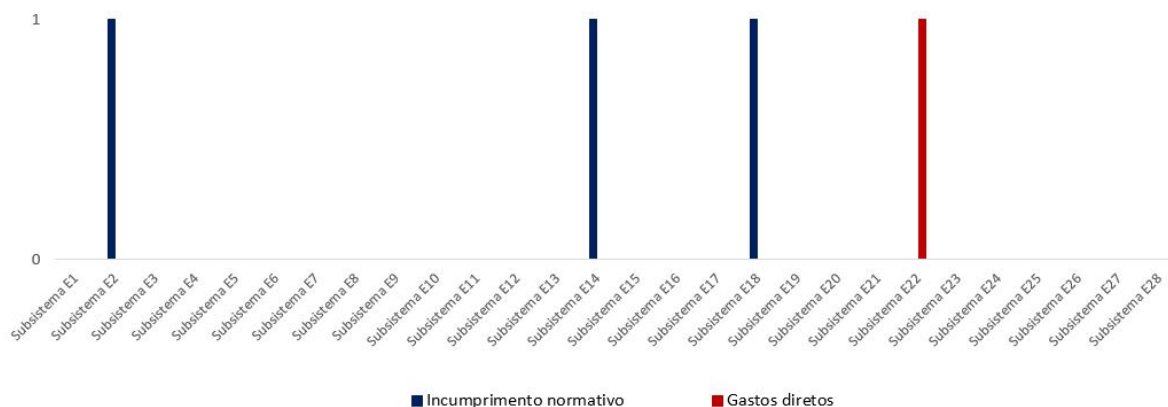


Figura 4.13: Representação gráfica dos resultados obtidos no primeiro filtro dos critérios vinculativos, aplicados à empresa E.

No segundo filtro dos critérios ponderáveis obteve-se para cada subsistema uma avaliação final. O valor limiar estabelecido para a empresa E foi de 5, causando a seleção de 3 subsistemas. Tendo em consideração o número de subsistemas existentes na empresa E, a escolha do valor 5 como limiar de seleção para os critérios ponderáveis torna-se bastante óbvia. Verifica-se no gráfico da figura 4.14 que a escolha de um valor limiar acima não produziria qualquer seleção de subsistemas, e a escolha de um valor limiar abaixo resultaria numa taxa de seleção de 25% apenas num só filtro.

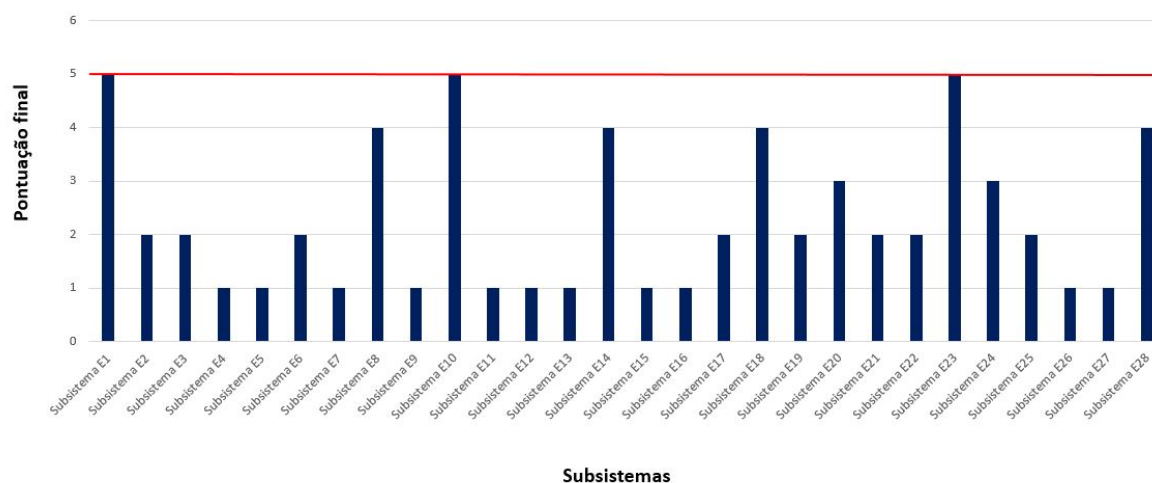


Figura 4.14: Representação gráfica dos resultados obtidos no segundo filtro dos critérios ponderáveis, aplicados à empresa E. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

No último filtro aplicado, correspondendo este ao dos critérios binários, o valor limiar foi de 8 (em 19 indicadores), selecionando 4 subsistemas.

Olhando para o gráfico de resultados apresentado na figura 4.15 verifica-se uma discrepância entre

os subsistemas cuja barra é cruzada pela linha vermelha do limiar de seleção (7 subsistemas) e os subsistemas efetivamente selecionados (4 subsistemas). Tal deve-se ao facto dos subsistemas E1, E18 e E23 terem já sido selecionados *a priori* pelos filtros vinculativos e ponderáveis. Este facto torna a escolha do valor do limiar de 8 a mais adequada, seguindo a lógica aplicada nas restantes empresas.

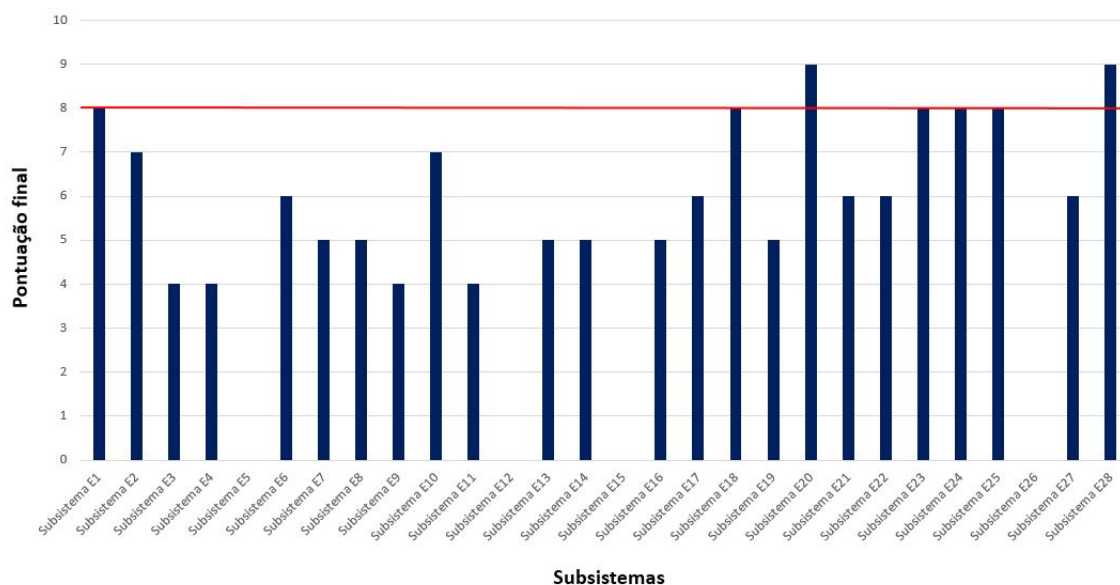


Figura 4.15: Representação gráfica dos resultados obtidos no terceiro filtro dos critérios binários, aplicados à empresa E. A linha a vermelho indica o limiar de seleção.

Como resultado final, a ferramenta selecionou um **total de 11 subsistemas** em 28 submetidos. Este resultado representa cerca de **39%** dos subsistemas selecionados, sendo um valor já acima ao ideal esperado, mas ainda aceitável.

4.2.9 Análise dos resultados obtidos

A – Limiares de seleção

A tabela 4.2 seguinte reúne os limiares de seleção estipulados para cada empresa, de forma a facilitar a sua análise.

Tabela 4.2: Limiares de seleção estipulados para cada empresa em estudo, para os conjuntos de critérios ponderáveis e binários.

Limiares de seleção		
Empresa	Ponderáveis	Binários
Empresa A	4	12
Empresa B	5	9
Empresa C	4	8
Empresa D	5	11
Empresa E	5	8
Média	4,6	9,6

Para o conjunto dos critérios ponderáveis verifica-se que a escolha do limiar variou muito pouco, havendo apenas valores de 4 ou 5. Se o mesmo padrão se mantivesse numa amostra de resultados maior, poderia significar que apesar da liberdade existente na seleção de um limiar de seleção, a ferramenta ajusta-se aproximadamente a um mesmo valor, diminuindo a variabilidade entre empresas e uniformizando a metodologia da própria ferramenta.

Quanto aos valores estipulados para o conjunto de critérios binários já existe maior diversidade (naturalmente por ser utilizada uma escala maior também), centrando-se ainda os limiares em valores próximos de 10 (tanto acima como abaixo) com uma variação de 2 valores.

Tanto no conjuntos dos critérios ponderáveis, como no conjunto dos critérios binários, os resultados indicam uma média de cerca de metade da escala considerada, ou seja, apresenta-se uma tendência na escolha de um limiar que seleciona subsistemas que se classifiquem em metade da pontuação máxima possível de obter (nos ponderáveis essa pontuação é de 10 e nos binários de 19).

B – Subsistemas e taxa de seleção

Preenchida a ferramenta para cada uma das empresas submetidas ao presente estudo, apresentam-se os respetivos resultados no gráfico da figura 4.16 onde, no eixo principal, se encontram representados o número de subsistemas analisados e o número de subsistemas selecionados, para cada empresa. No eixo secundário encontra-se a taxa de seleção para cada empresa, obtida da conversão dos valores anteriores, verificando-se que a percentagem de subsistemas selecionados variou entre 24 % e 50 %.

Numa primeira abordagem à figura 4.16 verifica-se que apenas a empresa D se manteve dentro do intervalo considerado desejável (rondando entre 25% a 35%, cerca de um terço a quarto dos subsistemas analisados) e que a empresa C praticamente o alcançou (com uma taxa de seleção de 24 %), enquanto as restantes obtiveram resultados superiores. Tal prende-se essencialmente com a falta

de controlo sobre os critérios vinculativos (dados adquiridos, não podendo alterar-se nenhuma componente de forma a manipular o resultado final) e à escolha do limiar de seleção nos filtros ponderáveis e binários (o fator controlável).

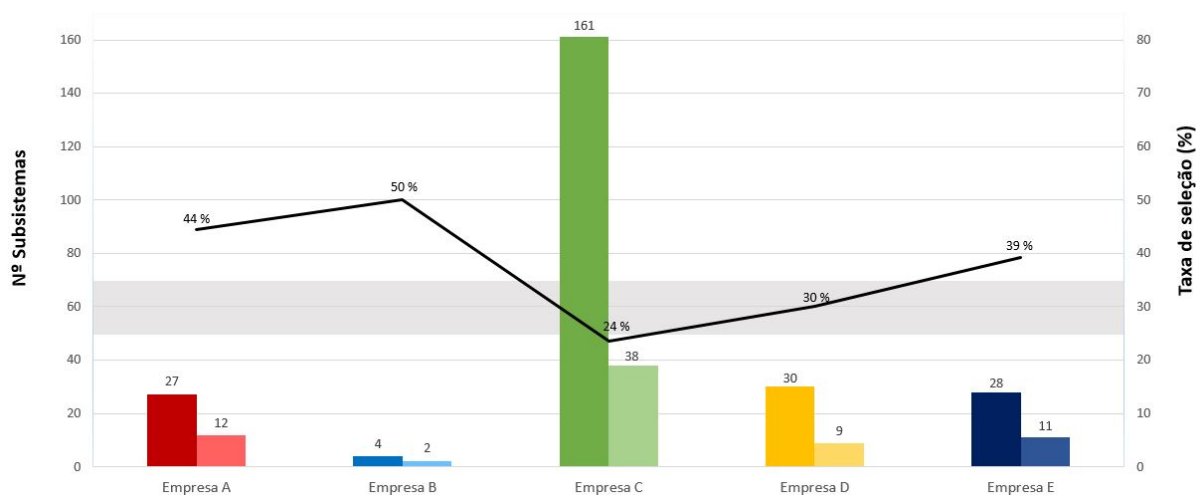


Figura 4.16: Eixo principal: Número de subsistemas analisados vs. número de subsistemas selecionados para cada uma das empresas em estudo (na ordem respetiva da esquerda para a direita). Eixo secundário: Taxa de seleção dos subsistemas para cada uma das empresas em estudo (%) representada pela linha a preto, com sombreado a cinzento do intervalo desejável (entre 25 a 35 %).

Através dos gráficos representativos dos resultados obtidos, contemplando a escolha dos limiares de seleção, entende-se que as decisões tomadas foram fundamentadas e que a escolha de outros valores iria produzir resultados pouco relevantes para o estudo em questão, tendo em conta que se pretende desta análise selecionar todos os subsistemas que possam apresentar ou vir a apresentar indícios de possibilidade de melhoria. Tem-se em consideração o princípio estipulado inicialmente (consultar secção 3.2) no qual se pretende apertar os filtros aplicados de forma a selecionar o maior número de subsistemas, sendo preferível uma sobre seleção de forma a que não fique de parte nenhum subsistema que por um conjunto de razões válidas deveria ser estudado, mas que não teve oportunidade para tal.

Ainda na figura 4.16, sobressaem os valores extremos: o menor valor de taxa de seleção obtida foi de 24 % para a empresa C e o maior foi de 50 % para a empresa B. Estes valores correspondem respetivamente às empresas com maior número de subsistemas analisados e à com menor número de subsistemas analisados, podendo-se especular acerca de uma relação inversa entre a quantidade de subsistemas submetidos a análise e a taxa de subsistemas selecionados após preenchimento da ferramenta (quanto maior uma, menor a outra). Esta teoria é apoiada com os valores obtidos para as restantes empresas, apresentando-se a relação gráfica na figura 4.17.

Na figura 4.17 observam-se dois ajustes gráficos: linear (a verde) e logarítmico (a vermelho). Estes ajustes gráficos poderiam servir de base ao estabelecimento de intervalos de percentagens de seleção desejáveis mais adequados para as diferentes dimensões das EG. Os coeficientes de determinação de ambos ditam que a relação mais adequada é a logarítmica, entendendo que uma relação linear seria difícil uma vez que existe uma amplitude muito grande no número de subsistemas (a mediana da amostra analisada ronda os 30 subsistemas e o extremo superior apresenta 161 subsistemas), sendo corroborada ainda pelos valores do número de subsistemas existentes nas restantes empresas do Grupo AdP, como se pode observar na tabela 4.1 (valores variáveis desde 4 a 201 subsistemas). Contudo, há que ter em consideração que a amostra analisada é pouco representativa (apenas 2 empresas de serviços de abastecimento de água e três de saneamento de águas residuais) dificultando a inferência duma relação desta natureza, pelo que seriam necessários mais resultados para possibilitar uma afirmação consistente. Na presença de mais resultados talvez uma relação linear pudesse até ser a mais adequada ao dividir os resultados por tipo de atividade praticada pelas empresas (AA e AR), uma vez que se verifica ainda na tabela 4.1 que EG de abastecimento de água têm em sua gestão consideravelmente menos subsistemas do que as EG de saneamento de águas residuais. Desta forma diminuiria a amplitude existente, podendo uma regressão ajustar-se adequadamente.

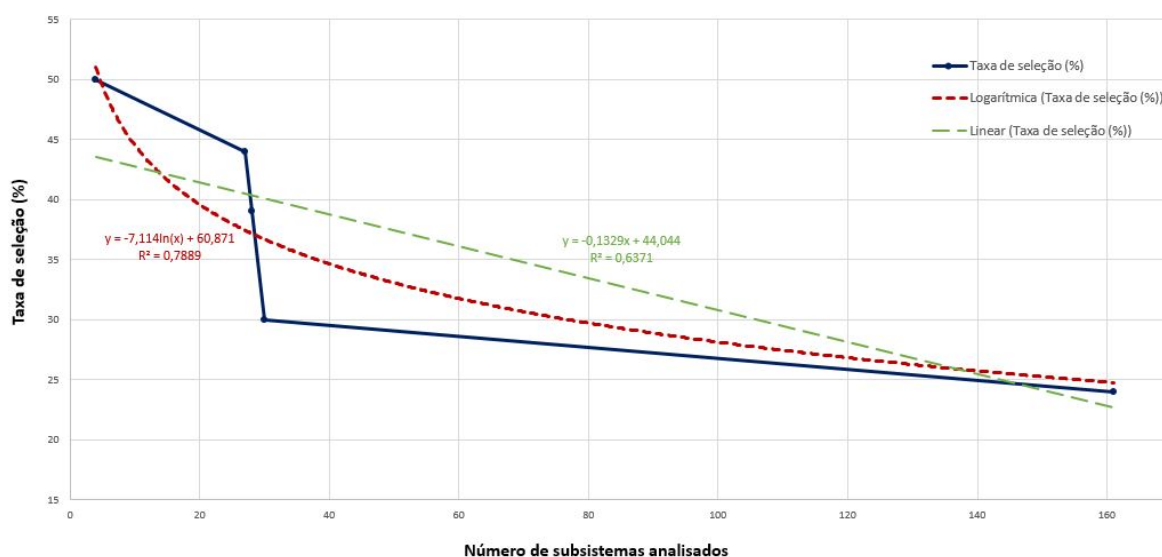


Figura 4.17: Representação gráfica da relação entre número de subsistemas analisados na ferramenta e respetiva taxa de seleção para a mesma empresa. Equação da regressão linear: $y = - 1329 x + 44,044$ e Coeficiente de determinação (R^2) = 0,6371. Equação logarítmica: $y = -7,111 \ln(x) + 60,871$ e Coeficiente de determinação (R^2) = 0,7889.

C – Seleção por conjunto de critérios

Dado que a ferramenta desenvolvida possui três filtros (sucessivos) de seleção, considera-se rele-

vante a análise comparativa dos resultados obtidos entre conjuntos de critérios. Considere-se a figura 4.18, apresentando as taxas de seleção obtidas em cada filtro (subsistemas selecionados em relação ao número de subsistemas submetidos para análise), para cada uma das empresas em estudo.

Pelo gráfico da figura 4.18 verifica-se que a taxa de seleção por filtro variou entre 0 % (nenhum subsistema selecionado) e 26 % (ultrapassando um quarto dos subsistemas analisados). Estes valores extremos contrariam alguns dos princípios aplicados na seleção de subsistemas, nomeadamente: a intenção de existirem sempre subsistemas selecionados em todos os filtros, e os valores de taxa de seleção (de entre os três filtros) situarem-se dentro de um intervalo desejável de 25 % a 35% (ao existir taxa de seleção de 26 % num só filtro, será praticamente óbvia a ultrapassagem do valor superior do intervalo estipulado). Por divergirem tanto dos princípios propostos na metodologia da ferramenta, estes valores só poderiam estar associados ao conjunto dos critérios vinculativos, sendo o filtro cujos resultados são exclusivos, não havendo liberdade de escolha ou de análise no preenchimento dos critérios respetivos.

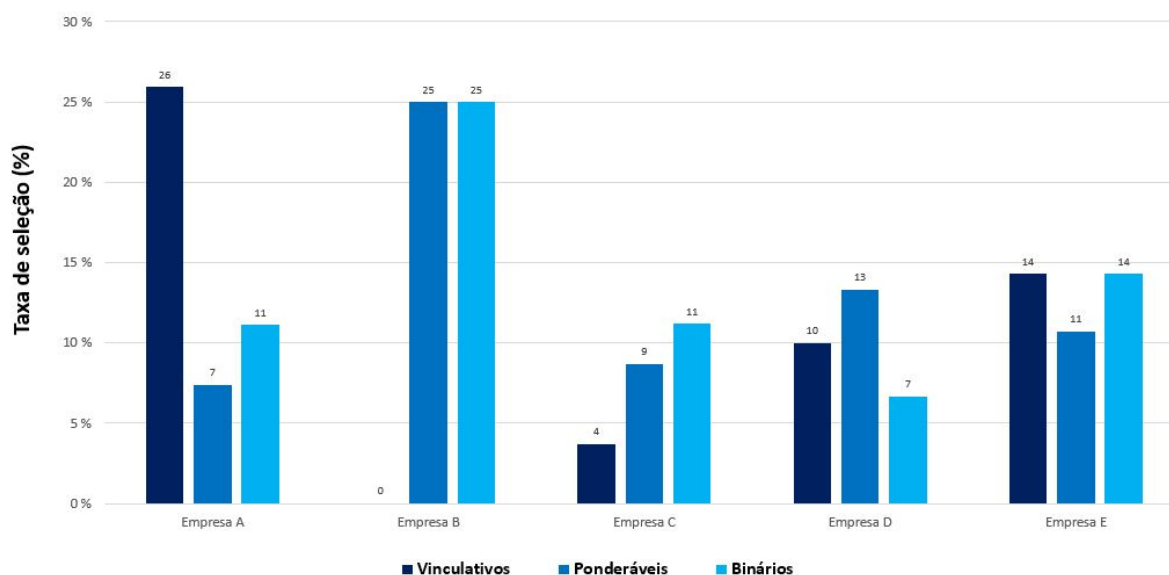


Figura 4.18: Taxa de seleção em cada filtro, relativamente ao número total de subsistemas existentes, para cada empresa analisada.

Os valores imediatamente seguintes que possam indicar uma sobre seleção de subsistemas numa empresa, são de 25 % nos critérios ponderáveis e binários. Estes correspondem ao valores da empresa B, uma empresa identificada anteriormente como um caso peculiar devido ao seu reduzido número de subsistemas (apenas 4). Os restantes valores de taxa de seleção por filtro rondam valores considerados razoáveis, tendo em vista o objetivo final de seleção (dentro do intervalo desejável), que equivale a cerca de 5 % a 15 % de subsistemas selecionados em cada conjunto de critérios.

De forma a poder comparar os perfis de seleção dos diferentes filtros entre as empresas analisadas,

apresenta-se na figura 4.19 seguinte, as percentagens de seleção de cada conjunto de critérios. Ou seja, a percentagem de seleção de subsistemas num dado filtro em relação ao número de subsistemas selecionados pela ferramenta, para uma mesma empresa.

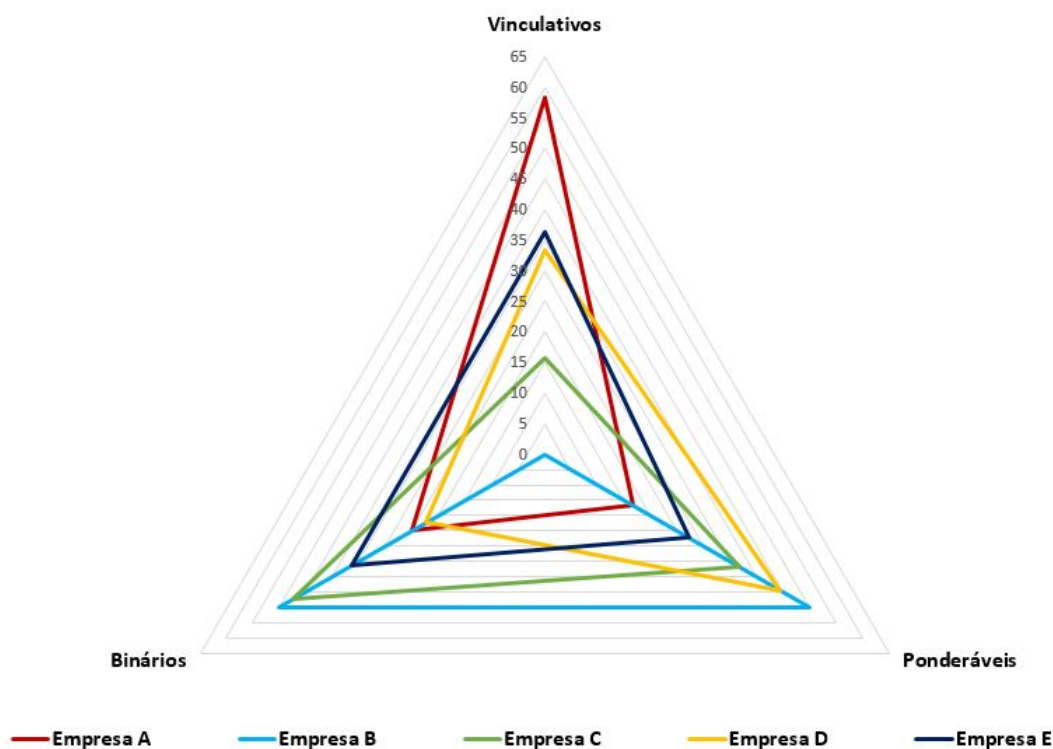


Figura 4.19: Representação em teia da percentagem de seleção de subsistemas num dado filtro (vinculativo, ponderável ou binário) em relação ao número de subsistemas selecionados pela ferramenta, para cada empresa em estudo.

Na figura 4.19 é possível observar uma maior densidade de linhas "altas" nos conjuntos de critérios ponderáveis e nos binários, pelo que aparentam ser os filtros com maior seleção, comparativamente ao conjunto dos critérios vinculativos, possuindo apenas um pico pertencente aos resultados da empresa A.

Verifica-se ainda que não existem empresas com perfis similares, dificultando um possível agrupamento de empresas por perfil e contrariando qualquer padrão. Mais ainda, identificam-se na figura 4.19 duas empresas com perfis completamente opostos (a vermelho a empresa A, e a azul claro a empresa B) sendo estas as correspondentes às únicas empresas da amostra com atividade de abastecimento de água. Uma vez que não se verifica nenhuma relação entre os valores obtidos, nem mesmo dentro do conjunto de empresas da mesma atividade (AA ou AR), apenas se pode concluir acerca da diversidade dos resultados e da sua imprevisibilidade, não se identificando tendências nem de valores, de filtros ou de tipo de atividade. Tal prender-se-á de certa forma com a liberdade existente nos limia-

res de seleção nos critérios ponderáveis e binários, confundindo tendências possivelmente existentes. Reforça-se ainda a ideia de que a amostra em estudo é reduzida, havendo a possibilidade de se encontrar algum padrão ou agrupamento perante uma maior quantidade de resultados obtidos, tornando as afirmações deste documento baseadas em resultados, algo especulativas. Não obstante, pode ainda acontecer que as empresas analisadas nesta dissertação sejam até bastante representativas do estado e condição em que se encontram os subsistemas das restantes empresas do Grupo AdP.

Apresenta-se na figura 4.20 seguinte a média (entre as 5 empresas) das percentagens de subsistemas selecionados por cada conjunto de critérios, relativamente ao total de subsistemas selecionados em cada empresa.

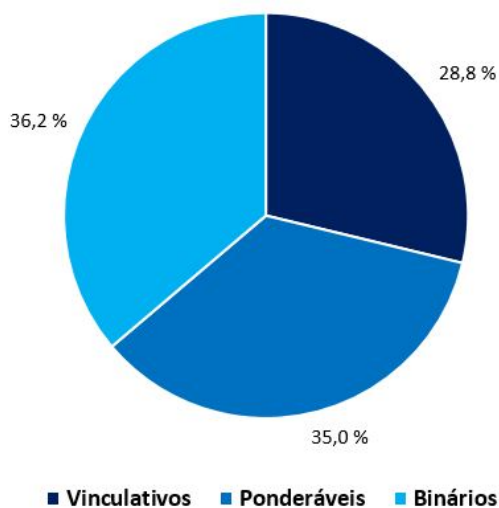


Figura 4.20: Valores médios, entre as 5 empresas analisadas, das percentagens de subsistemas selecionados por cada conjunto de critérios (vinculativos, ponderáveis e binários), em relação aos totais de subsistemas selecionados.

Da figura 4.20 entende-se assim que o conjunto dos critérios binários é o filtro onde mais subsistemas são retidos comparativamente aos restantes. Num balanço geral, entende-se ainda que os conjuntos de critérios selecionam (em média) frações semelhantes de subsistemas.

Capítulo 5

Conclusões e perspectivas futuras

Revisitando os objetivos propostos para esta dissertação (na secção 1.4) considera-se que foram cumpridos dentro dos moldes possíveis: foi desenvolvida uma ferramenta que foi apresentada às empresas, procedeu-se ao preenchimento da mesma para o máximo de empresas disponíveis no período de execução da dissertação e identificaram-se no final, os subsistemas que deverão ser estudados com mais detalhe no futuro. As respetivas conclusões do estudo foram sendo apresentadas ao longo do capítulo de resultados, culminando agora numa reflexão mais aprofundada.

Note-se primeiramente que a amostra de resultados possui apenas cinco empresas (entre os dois tipos de atividade de AA e SAR), pelo que as conclusões tiradas deste estudo são sustentadas apenas com os dados obtidos para essas empresas, podendo não ser representativas do resto do Grupo AdP. Tal deveu-se principalmente à situação de atividade operacional alterada por motivo da pandemia de SARS-CoV-2. De uma forma geral, verificou-se que quanto maior a quantidade de subsistemas analisados numa empresa, maior o controlo da taxa de seleção, resultando em menores valores desta, comparativamente a empresas com reduzido número de subsistemas em sua gestão.

No capítulo de resultados podia ainda ser esperada uma análise dos resultados obtidos ao nível de cada critério. Contudo, o âmbito desta primeira fase de projeto prende-se somente com a identificação de subsistemas que (por um conjunto de razões) merecem ser estudados, não olhando às causas que levaram à sua seleção. Ao ser selecionado, um subsistema irá futuramente ser estudado de forma aprofundada e não somente na área que causou a sua seleção através da ferramenta. Uma análise realizada critério a critério seria ainda pouco relevante, pois além de ser muito exaustiva, os únicos critérios comparáveis pertencem ao conjunto dos critérios vinculativos, pois somente estes causam a seleção direta de um subsistema, possibilitando uma monitorização de quais os critérios que mais selecionam subsistemas. Ainda assim, os critérios vinculativos possuem variações da versão AA para a versão AR diminuindo ainda mais a amostra de resultados para cada. Os restantes filtros baseiam-se em pontuações, estando sujeitas a subjetividade por parte de quem preenche (critérios de avaliação funcional, perceção dos operacionais e ainda todos os critérios binários, sem contar com o critério da contiguidade e pro-

blemas hidráulicos que envolvem escolha de distâncias e princípios de normalização). No final das pontuações obtidas, existe ainda a escolha do limiar de seleção, que é feito ao conjunto todo do filtro e não a um só critério, anulando qualquer comparação possível de realizar entre critérios para cada EG.

Apesar dos resultados apresentados, as entidades gestoras, assim como a AdP, têm uma palavra final acerca da lista de subsistemas apresentada pela ferramenta. Lembra-se que foi atribuído um peso a cada um dos critérios ponderáveis, os quais poderão ser revistos em função das necessidades e / ou desafios de cada empresa. Na qualidade de decisor, cada empresa pode querer ver refletido na lista de seleção algum subsistema que identificam como problemático num aspeto particular, que em conjunto com outros não pontua o suficiente para a sua seleção. Tal como podem existir subsistemas que se apresentem na lista de seleção final para os quais as empresas saibam que os problemas por detrás da sua seleção são irresolúveis. Lamenta-se, por isso, não ter existido oportunidade de, com cada empresa, se proceder a uma comparação entre os subsistemas que resultaram na listagem de seleção final e os subsistemas que as empresas conhecem como problemáticos e que deviam estar contemplados nessa mesma lista. Tal análise traria outro valor ao trabalho desenvolvido pois seria uma forma de avaliar o desempenho da ferramenta e o seu propósito.

Quanto à acessibilidade e uso da ferramenta, considera-se que serve o seu propósito, nomeadamente para as empresas. A responsabilidade de preenchimento das empresas passa por atribuir pontuações relativamente simples em locais de preenchimento devidamente assinalados, sendo disponibilizada uma página introdutória com instruções e outra página auxiliar ao preenchimento dos critérios binários, de forma a eliminar qualquer dúvida que possa surgir. Contudo, o elevado número de critérios multiplicados pelo número de subsistemas de cada empresa (podendo este último ser elevado) pode resultar num trabalho exaustivo para as empresas. Por outro lado, os restantes critérios que não se incluem na responsabilidade de preenchimento por parte das respetivas entidades gestoras já se consideram mais complexos, sendo necessário recorrer a folhas de cálculo auxiliares (fora da ferramenta) de forma a produzir os dados necessários. Alguns dos critérios possuem ainda decisões que para serem tomadas necessitam primeiramente de testes e análise dos dados existentes, que podem culminar num trabalho mais exigente para quem preenche.

Evidencia-se portanto uma dificuldade: o elevado número de critérios para preencher. Este é um fator difícil de mudar uma vez que a ferramenta deve adaptar-se à avaliação de todos os subsistemas que compreendem todas as infraestruturas do Grupo AdP, estando a par com toda a sua diversidade. Poderão existir critérios mais ou menos relevantes para diferentes entidades gestoras, pelo que a ferramenta pretende abranger o máximo de critérios a serem considerados. Por outro lado, a aplicação de uma ferramenta estática (sem liberdade nos limiares de seleção, ponderações, etc.) seria impraticável devido à vasta diversidade existente no Grupo, produzindo resultados mais fracos e talvez deixando subsistemas por selecionar cujo estudo seria relevante.

Por fim, tome-se como crítica final a subjetividade a que o preenchimento dos critérios está sujeito. Esta existe em todos os critérios com liberdade de decisão e em todos os critérios preenchidos pelas empresas, podendo originar tipos de resultados muito divergentes entre as diferentes EG analisadas (como se verificou no capítulo 4.2 de resultados, expresso pelas diferenças nos perfis). Considera-se que não poderia ser de outra forma uma vez que se pretende contabilizar todas as opiniões dentro da empresa acerca do funcionamento e operação das suas infraestruturas. Ainda assim, tentou combater-se esta subjetividade com princípios de normalização nos critérios ponderáveis, e nos binários com a escolha de frases definidas de forma a auxiliar a pontuação a atribuir a cada subsistema.

Como já mencionado, considera-se que o trabalho desenvolvido cumpriu os objetivos propostos, estando, não obstante, disponível para melhoramentos ou outras alterações que se considerem pertinentes. Um exemplo é a atribuição de ponderações aos critérios binários, uma vez que estes se organizam por categorias (política, ambiental, técnica e social) de forma a enfatizar uma determinada categoria em detrimento de outra. Esta abordagem não foi concretizada dado que se pretendia manter a metodologia definida e por não se sentir necessidade de controlar, de mais uma forma, os resultados obtidos pelos critérios binários. Poderão também existir outros *softwares* que apresentem uma ferramenta menos detalhada e que tornem o seu preenchimento mais simples, contudo envolvem um maior conhecimento de linguagem de programação, podendo dificultar ao utilizador a resolução de problemas que surjam ou possíveis alterações de metodologia.

Considera-se relevante relembrar que esta dissertação se insere num projeto liderado pela Direção de Engenharia da Águas de Portugal, o qual envolve ainda uma segunda fase que tem como intuito o estudo aprofundado dos subsistemas selecionados pela ferramenta desenvolvida, sendo esse o passo seguinte a tomar após conclusão da presente análise. Mas, antes ainda dessa segunda fase, a ferramenta será usada na identificação de subsistemas das restantes empresas do Grupo que não foram contempladas neste documento.

O principal intuito do trabalho desenvolvido prende-se com a identificação de subsistemas, não procurando salientar as causas por detrás da seleção dos mesmos, sendo aplicado às entidades gestoras atuais, na perspetiva de planeamento sustentado do próximo ciclo de investimentos do Grupo AdP. Contudo, após cumprido o seu propósito, a ferramenta revela-se como um meio útil de avaliação, podendo no futuro ser adaptada de forma a identificar os principais problemas de um subsistema, através de uma página de resultados mais elaborada e específica e eliminando a sucessão de aplicação dos filtros, uma vez que seria do interesse conhecer em detalhe todas as razões que poderiam levar à seleção do subsistema. Para existir uma listagem final neste caso, teria de haver uma fase intermédia anterior, na qual se procederia a uma triagem, como por exemplo a eliminação de subsistemas repetidos. A ferramenta pode servir também como um testemunho válido para as empresas que pretendam justificar problemas existentes nos seus subsistemas, mesmo fora do âmbito para que foi desenvolvida.

Bibliografia

- [1] B. C. E. para o Desenvolvimento Sustentável, “Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.” [Online]. Available: <https://www.ods.pt/>
- [2] The World Bank, “Water Overview,” 2020, acessado em 01/08/2020. [Online]. Available: <https://www.worldbank.org/en/topic/water/overview>
- [3] ERSAR, “RELATÓRIO ANUAL DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E RESÍDUOS EM PORTUGAL,” Novembro 2019. [Online]. Available: <http://www.ersar.pt/pt/site-publicacoes/Paginas/edicoes-anuais-do-RASARP.aspx#BookID=4729>
- [4] E. R. dos Serviços de Águas e Resíduos, “Caracterização do Setor de Águas e Resíduos,” 2019, acessado em 15/08/2020. [Online]. Available: <http://www.ersar.pt/pt/setor/caracterizacao>
- [5] “Plano estratégico de abastecimento de Água e saneamento de Águas residuais 2020 - volume 1,” Abril 2015. [Online]. Available: https://apambiente.pt/_zdata/Politicass/Agua/PlaneamentoGestao/PENSAAR2020/PENSAAR2020_Relatorio_Vol1.pdf
- [6] “Plano estratégico de abastecimento de Água e saneamento de Águas residuais 2020 - volume 2,” Abril 2015. [Online]. Available: https://apambiente.pt/_zdata/Politicass/Agua/PlaneamentoGestao/PENSAAR2020/PENSAAR2020_Relatorio_Vol2.pdf
- [7] “Plano estratégico de abastecimento de Água e saneamento de Águas residuais 2020 - volume 3,” Abril 2015. [Online]. Available: https://apambiente.pt/_zdata/Politicass/Agua/PlaneamentoGestao/PENSAAR2020/PENSAAR2020_Relatorio_Vol3.pdf
- [8] Águas de Portugal, “Informação do Grupo AdP,” 2015, acessado em 28/01/2020. [Online]. Available: <https://www.adp.pt/pt/grupo-adp/quem-somos/?id=5>
- [9] Águas de Portugal, “Relatório e contas 2019,” 2019. [Online]. Available: <https://www.adp.pt/pt/grupo-adp/informacao-financieira/relatorios-e-contas/?id=21>
- [10] Águas de Portugal, “Atividade do Grupo AdP,” 2015, acessado em 15/07/2020. [Online]. Available: <https://www.adp.pt/pt/atividade/o-que-fazemos/?id=26>

- [11] Águas de Portugal, “História do Grupo AdP,” 2015, acessado em 27/01/2020. [Online]. Available: <https://www.adp.pt/pt/grupo-adp/historia/?id=7>
- [12] Águas de Portugal Serviços, “Documentação disponibilizada pela Direção de Engenharia da Águas de Portugal,” 2020.
- [13] ERSAR, “Setor – Factos e números,” 2020. [Online]. Available: <http://www.ersar.pt/pt/setor/factos-e-numeros>
- [14] S. Greco, M. Ehrgott, and J. R. Figueira, *Multiple Criteria Decision Analysis State of the Art Surveys Associate Series Editor*. Springer, 2016.
- [15] O. O. of Natural Capital Ecosystem Services, “Multi-criteria decision analysis (MCDA).” [Online]. Available: https://www.guidetoes.eu/networks/factsheets/MethodFactsheet_MCDA.pdf
- [16] V. Belton, *MULTIPLE CRITERIA DECISION An Integrated Approach*. Springer, 2001, pp. 1 – 8.
- [17] M. Pavan and R. Todeschini, *Multicriteria Decision-Making Methods*. Elsevier B.V., 2009, pp. 591–604.

Apêndice A

Exemplos de aplicação dos critérios

Neste apêndice consultam-se exemplos de aplicação para os critérios de contiguidade e problemas hidráulicos, para melhor percepção dos mesmos.

A.1 Contiguidade

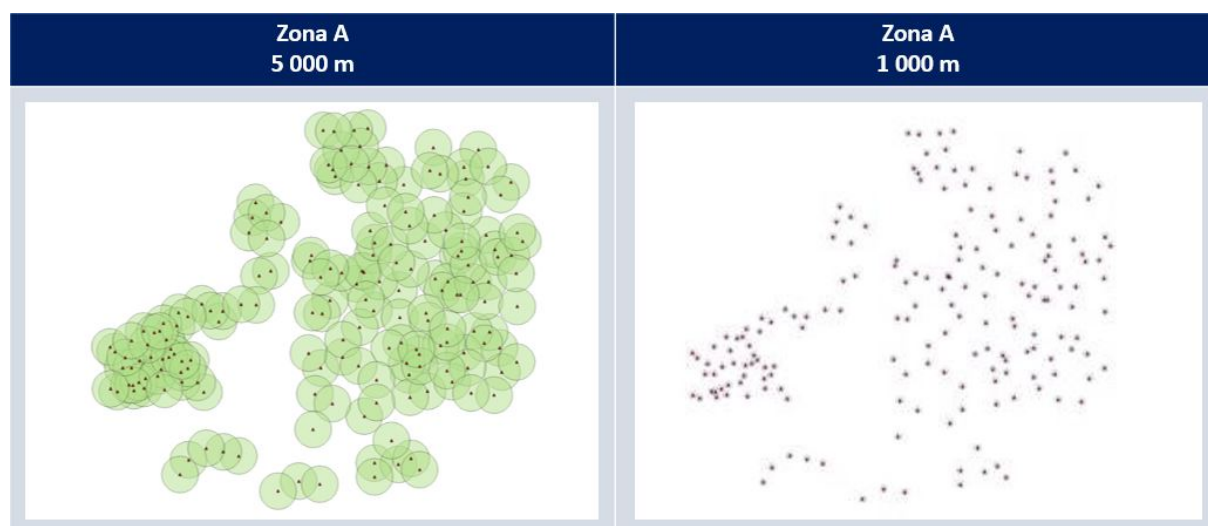


Figura A.1: Exemplificação da aplicação do critério de contiguidade, evidenciando diferentes interseções para escolhas de raios diferentes (5 km e 1 km) para uma mesma zona.

Identificam-se na figura A.1, do lado esquerdo, os pontos a cor vermelha que simbolizam infra-estruturas correspondentes a uma entidade gestora, apresentadas com um raio de influência de 5 km, preenchido a cor verde. Do lado direito, a mesma zona relativa à mesma entidade gestora, mas com um raio de 1 km, podendo diferenciar-se o número de interseções existentes de acordo com a escolha do

raio. A distância a definir irá por isso depender da entidade em análise devido à variabilidade existente em Portugal. Tal é observável na figura A.2, onde se verificam diferenças no número de interseções entre subsistemas, para um mesmo raio de 5 km mas para duas zonas distintas do país.

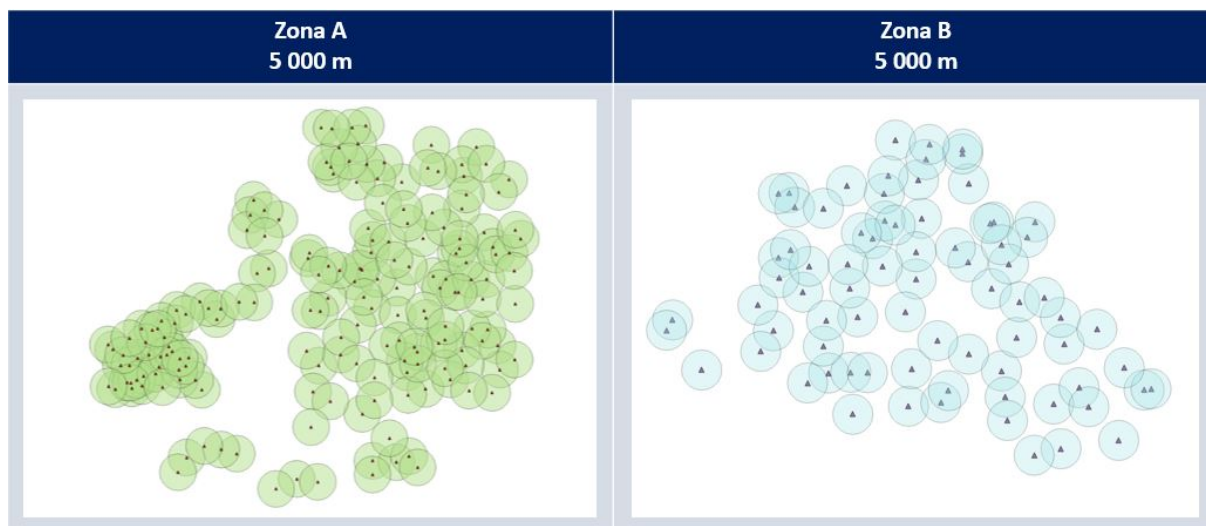


Figura A.2: Exemplo da aplicação do critério de contiguidade, evidenciando diferentes interseções para a mesma escolha de raio (5 km) mas para duas zonas diferentes do país.

As figuras A.1 e A.2 constituem um exemplo da importância de adequar a ferramenta a cada empresa gestora, de forma a obter resultados mais consistentes.

A.2 Problemas Hidráulicos

Para melhor perceção do princípio de normalização apresenta-se na figura A.3 uma tabela com exemplos de resultados possíveis de obter para diferentes indicadores.

Na figura A.3 observam-se valores obtidos para os diferentes rácios de parâmetros hidráulicos testados, sendo que neste caso exemplificativo podem variar desde o valor mínimo de 0 a valores na ordem das dezenas. Ainda que o princípio de normalização aplicado seja adequado a cada empresa, este segue os mesmos moldes de aplicação: são escolhidos intervalos de valores (de acordo com os valores obtidos dos diferentes indicadores) para os quais se atribui uma pontuação de 0 a 10, de forma a evidenciar os subsistemas com maiores problemas.

Tome-se o exemplo da figura A.3 onde o indicador *Qdim/Verão* é o que apresenta maior variabilidade nos resultados obtidos pelo que seria o mais provável de ser selecionado. Assumindo este indicador como o final, pode aplicar-se uma normalização dos valores, apresentando-se na tabela A.1 uma proposta.

Empresa	Subsistema	Média 3 Maiores / Média		Inverno / Verão		Máximo / Mediana		Máximo / Verão		Qdím / Máximo		Qdím / Verão	
		Rank	Valor "Real"	Rank	Valor "Real"	Rank	Valor "Real"	Rank	Valor "Real"	Rank	Valor "Real"	Rank	Valor "Real"
Empresa E	Subsistema 1	10	1,3668	10	1,0563	12	1,4490	11	1,4980	17	1,4655	19	2,1954
Empresa E	Subsistema 2	14	1,2945	18	0,8829	16	1,3833	16	1,3570	20	0,7716	21	1,0470
Empresa E	Subsistema 3	15	1,2611	11	1,0106	17	1,3541	17	1,3503	4	3,2016	7	4,3232
Empresa E	Subsistema 4	16	1,2497	14	1,0025	9	1,5526	8	1,5771	8	2,4235	8	3,8220
Empresa E	Subsistema 5	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000
Empresa E	Subsistema 6	21	1,1867	12	1,0074	21	1,2173	21	1,2461	7	2,4677	13	3,0749
Empresa E	Subsistema 7	1	3,1762	21	0,3849	1	7,8039	3	3,0040	18	1,2015	9	3,6093
Empresa E	Subsistema 8	4	1,9417	4	1,2410	4	2,4744	4	2,6714	15	1,6559	6	4,4234
Empresa E	Subsistema 9	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000
Empresa E	Subsistema 10	9	1,3798	5	1,1945	10	1,4994	7	1,6458	16	1,5485	16	2,5484
Empresa E	Subsistema 11	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000
Empresa E	Subsistema 12	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000
Empresa E	Subsistema 13	6	1,5833	13	1,0046	5	2,1657	6	2,0897	10	2,3125	5	4,8323
Empresa E	Subsistema 14	11	1,3450	8	1,0846	13	1,4418	9	1,5614	14	1,8227	15	2,8459
Empresa E	Subsistema 15	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000
Empresa E	Subsistema 16	8	1,4101	17	0,9644	8	1,5739	13	1,4823	12	2,1659	12	3,2104
Empresa E	Subsistema 17	5	1,6251	2	1,5424	6	1,8939	5	2,4737	3	3,2058	2	7,9301
Empresa E	Subsistema 18	20	1,1919	6	1,1322	19	1,2828	15	1,3769	19	1,1553	20	1,5907
Empresa E	Subsistema 19	3	2,3954	3	1,3136	3	3,7671	2	4,3893	6	2,6944	1	11,8267
Empresa E	Subsistema 20	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000	22	0,0000

Figura A.3: Exemplo de resultados obtidos para diferentes subsistemas quando testados por diferentes indicadores.

Tabela A.1: Exemplo de princípio de normalização possível de aplicar a um caso específico, para o critério dos problemas hidráulicos.

Intervalo de valores obtidos pelo indicador	Valor normalizado
< 2	0
2 < Valor < 3	6
3 < Valor < 5	8
> 5	10

Com a proposta de normalização da tabela A.1, obter-se-iam os resultados apresentados na figura A.4 para o exemplo aplicado. São depois os valores normalizados que entram na ponderação dos critérios ponderáveis.

Reforça-se a ideia de que o indicador escolhido neste caso, assim como o princípio de normalização, são meramente exemplificativos, não sendo vinculativa esta escolha e aplicação às restantes entidades gestoras participantes no estudo.

RESULTADOS			
Q _d im / Verão			
Rank	Subsistema	Valor "Real"	Valor "Normalizado"
1	Subsistema 19	11,8267	10
2	Subsistema 17	7,9301	10
3	Subsistema 22	7,1271	10
4	Subsistema 28	5,7675	10
5	Subsistema 13	4,8323	10
6	Subsistema 8	4,4234	10
7	Subsistema 3	4,3232	10
8	Subsistema 4	3,8220	6
9	Subsistema 7	3,6093	6
10	Subsistema 23	3,6057	6
11	Subsistema 24	3,5207	6
12	Subsistema 16	3,2104	6
13	Subsistema 6	3,0749	6
14	Subsistema 21	2,8710	6
15	Subsistema 14	2,8459	6
16	Subsistema 10	2,5484	6
17	Subsistema 25	2,3776	6
18	Subsistema 27	2,2848	6
19	Subsistema 1	2,1954	6
20	Subsistema 18	1,5907	
21	Subsistema 2	1,0470	
22	Subsistema 5	0,0000	

Figura A.4: Exemplo de resultados finais obtidos para o critério de problemas hidráulicos, para uma dada empresa, aplicando o indicador *Q_dim/Verão* e normalização da tabela A.1.

Apêndice B

Decisões efetuadas nos critérios

Neste apêndice consultam-se as decisões efetuadas para o preenchimento adequado dos critérios de contiguidade e problemas hidráulicos.

B.1 Contiguidade

Na tabela B.1 seguinte apresentam-se as distâncias escolhidas para cada uma das empresas em análise, para o preenchimento do critério de contiguidade.

Tabela B.1: Distâncias aplicadas na análise de intersecções entre subsistemas e entre reservatórios do mesmo subsistema (serviços de AA), para cada empresa como auxílio no preenchimento do critério de contiguidade da ferramenta.

	Distância (m)	
	Entre subsistemas	Entre reservatórios do mesmo subsistema (apenas para AA)
Empresa A	5000	500
Empresa B	10000	1000
Empresa C	2000	-
Empresa D	3000	-
Empresa E	4000	-

Verifica-se pela tabela B.1 que as distâncias escolhidas para cada empresa diferem umas das outras, não existindo nenhuma tendência. Como mencionado na secção 3.2.2.B na explicação do critério da contiguidade, as distâncias podem ser muito variáveis devido à diversidade geográfica de Portugal – zonas interiores do país diferem significativamente de zonas litorais mais urbanizadas em termos de densidade populacional e consequentemente de densidade de infraestruturas de tratamento de águas

(para dar apoio ao consumo nessas zonas).

B.2 Problemas hidráulicos

B.2.1 Empresa A

A tabela B.2 apresenta o princípio usado na normalização dos valores obtidos do indicador Qdim / verão, para a empresa A.

Tabela B.2: Princípio de normalização aplicado à empresa A, para o critério dos problemas hidráulicos.

Intervalo de valores obtidos pelo indicador	Valor normalizado
< 2	0
2 < Valor < 3	6
3 < Valor < 5	8
> 6	10

B.2.2 Empresa B

A tabela B.3 apresenta o princípio usado na normalização dos valores obtidos do indicador Qdim / verão, para a empresa B.

Tabela B.3: Princípio de normalização aplicado à empresa B, para o critério dos problemas hidráulicos.

Intervalo de valores obtidos pelo indicador	Valor normalizado
< 1,4	0
1,4 < Valor < 4	5
> 4	10

B.2.3 Empresa C

A tabela B.4 apresenta o princípio usado na normalização dos valores obtidos do indicador Qdim / verão, para a empresa C.

Tabela B.4: Princípio de normalização aplicado à empresa C, para o critério dos problemas hidráulicos.

Intervalo de valores obtidos pelo indicador	Valor normalizado
< 2	0
2 < Valor < 3	6
3 < Valor < 6	8
> 6	10

B.2.4 Empresa D

A tabela B.5 apresenta o princípio usado na normalização dos valores obtidos do indicador Qdim / verão, para a empresa D.

Tabela B.5: Princípio de normalização aplicado à empresa D, para o critério dos problemas hidráulicos.

Intervalo de valores obtidos pelo indicador	Valor normalizado
< 2	0
2 < Valor < 5	6
5 < Valor < 10	8
> 10	10

B.2.5 Empresa E

A tabela B.6 apresenta o princípio usado na normalização dos valores obtidos do indicador Qdim / verão, para a empresa E.

Tabela B.6: Princípio de normalização aplicado à empresa E, para o critério dos problemas hidráulicos.

Intervalo de valores obtidos pelo indicador	Valor normalizado
< 2	0
2 < Valor < 3	6
3 < Valor < 5	8
> 5	10

