

Priorização de intervenções com base no risco numa empresa de abastecimento de água

Inês Silva Aleixo Cardoso

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Doutora Flávia Barbosa



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Junho 2021

À minha família e amigos

Resumo

Sendo a água um bem essencial para toda a humanidade, deve ser gerido da forma mais competente e congruente possível. O presente trabalho apresenta uma metodologia desenvolvida exclusivamente para uma empresa de abastecimento de água.

A área da gestão de ativos é de extrema importância no que diz respeito à gestão estratégica de uma organização. Todo o tipo de decisões relativas aos ativos, tais como manutenção, reabilitação, desativação, etc., devem ser baseadas numa avaliação adequada de alternativas e ter em consideração, nomeadamente o risco. A temática do risco, e sua gestão, é um critério fundamental da gestão de ativos que permite apoiar as tomadas de decisão. Estas, devem ser informadas, priorizadas e resultantes da ponderação entre diferentes alternativas.

A Águas do Douro e Paiva, S.A. (AdDP) é a empresa responsável pela captação, tratamento e abastecimento de água para consumo público a 1,7 milhões de habitantes da região do grande Porto. A grande dimensão de atuação da empresa, aliada ao caráter essencial do serviço prestado, são características que reforçam a absoluta necessidade de garantir elevados padrões de *performance*. Também a multiplicidade e complexidade de instalações e equipamentos, tem como consequência que a AdDP possua permanentemente um elevado número de intervenções a implementar nos seus ativos infraestruturais. As condicionantes técnicas e temporais associadas a cada intervenção, e a inevitável limitação dos recursos financeiros disponíveis a cada momento, exigem especial atenção na identificação de quais as intervenções a implementar em primeiro lugar e qual a ordem que deverá ser seguida.

O presente projeto tem como objetivo a interpretação e análise dos atuais dados relativos ao risco dos ativos da AdDP, de forma a obter uma visão holística do sistema que apoiará nos processos de tomada de decisão seguintes. Nesse sentido, foi desenvolvida uma metodologia de apoio à tomada decisão, que visa a priorização de um conjunto de intervenções nos ativos da empresa com base no nível de risco dos mesmos.

.

Risk based prioritization of interventions in a water supply company

Abstract

It is an undeniable factor that water is essential to the sustenance of human life. Taking this into account, the importance of managing water resources efficiently and congruently is of unmeasurable relevance. Thus, this paper presents a methodology developed for a water supply company.

The subject of managing assets is fundamental to the strategic management of a company. All decisions regarding assets, like their maintenance, rehabilitation, and deactivation, should be based on a suitable evaluation of alternatives. This evaluation of alternatives can never disregard risk. Risk management is a strong pillar in the decision-making process, namely involving asset management. Decisions ought to always be made based on information, rational prioritization, and opportunity cost.

“Águas do Douro e Paiva, S.A. (AdDP)” is the company responsible for the caption, treatment, and supply of water for public consumption. Its target market involves the 1,7 million inhabitants in the District of Porto. This company’s need for high performance is emphasized when the dimension of the company and the characteristics of the service provided are considered. AdDP has been subject to multiple interventions in its structural assets due to the company's size and complexity, namely its infrastructure and equipment. Every decision regarding the actualization of assets and infrastructures involves careful planning due to all the constraints involved in decision making, like time constraints, limited financial resources, and technical possibilities.

This project aims to interpret and analyze available updated data relative to the risk of the assets of AdDP, in order to provide a holistic overview of the plant's setting. This overview can be useful for suitable optimization of water supply. In line with this, a methodology that supports decision-making was created. This methodology involves prioritizing correctly interventions directed to the company's assets based on risk.

Agradecimentos

À Professora Doutora Flávia Barbosa, pelo seu apoio constante e pela disponibilidade que sempre demonstrou na realização da dissertação.

À empresa Águas do Douro e Paiva, S.A., nomeadamente à Eng.^a Lúcia Ramos e ao Eng.º Gabriel Silva, pela oportunidade de poder realizar esta dissertação em cooperação com a empresa e pelo apoio e disponibilidade que demonstraram ao longo de todo o percurso. Gostaria também de agradecer o convite feito pela AdDP para a participação no congresso “*The International Conference on Rethinking Treatment with Asset Management*”, a realizar em setembro 2021, no Porto. O congresso é promovido pela *International Water Association* (IWA), uma organização sem fins lucrativos com mais de 60 anos de experiência no setor da água. O IWA é responsável pela promoção do desenvolvimento do setor, sendo capaz de conectar profissionais em todo o Mundo.

Um especial agradecimento à Eng.^a Lúcia Ramos por todo o tempo disponibilizado e pelas críticas e melhorias que tão positivamente contribuíram no desenvolvimento deste projeto.

A todos os excelentes profissionais da FEUP, que tanto me ensinaram ao longo destes anos, com um agradecimento especial à Professora Doutora Ana Maria Camanho.

Aos meus irmãos, Mariana e João, e amigos, que sempre fizeram questão de me acompanhar e ajudar ao longo do meu percurso académico.

Finalmente, quero agradecer à minha mãe e ao meu pai, Paula e Nuno, pelo apoio e dedicação incondicional e pela confiança que sempre depositaram em mim.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	Objetivos do projeto	1
1.3	Sistemas de abastecimento de águas	2
1.4	Estrutura da dissertação	4
2	A empresa	5
2.1	Missão, visão e valores	6
2.2	Cadeia de valor	6
2.3	Estrutura organizacional	7
2.4	Sistemas AdDP	8
3	Revisão bibliográfica	10
3.1	Gestão de ativos	10
3.2	Gestão do risco	14
3.3	Tomada de decisão	16
	<i>Multicriteria Decision Analysis</i>	17
4	Apresentação do problema	19
4.1	Contextualização	19
4.2	Situação atual	20
4.3	Codificação de localizações	20
4.4	As inspeções no processo de gestão de ativos	21
4.5	Metodologia de apreciação do risco	24
4.5.1	Avaliação do risco das Estações Elevatórias - construção civil	25
4.5.2	Avaliação do risco das Estações Elevatórias – equipamentos	27
4.5.3	Avaliação do risco das Conduitas	29
4.5.4	Matriz de risco	29
4.5.5	Periodicidade de revisão	30
5	Apresentação da solução proposta	31
5.1	Análise de dados	31
5.2	Ações	37
5.3	Metodologia de priorização	38
5.3.1	Análise de validação do conjunto de ações a priorizar	39
5.3.2	Definição e peso dos critérios	39
5.3.3	Avaliação das ações segundo os critérios estabelecidos	40
5.3.4	Exemplos da caracterização quanto ao 2º critério do método	41
5.3.5	Aplicação do método SAW	44
5.3.6	Acertos nos patamares de prioridade	46
5.4	Análise e discussão dos resultados	46
6	Conclusões	48
7	Perspetivas de trabalho futuro	50
7.1	Criação de Fichas de Ações	50
7.2	Gestão de risco integrado	50
7.3	Formação	51
7.4	Uniformização no processo de recolha de dados	51
7.5	Aumento do nível de localização dos ativos	51
7.6	Desagregação da componente infraestrutural equipamentos	51
7.7	<i>Python</i>	52
7.8	Análise de risco quantitativo	52
	Referências	53

Siglas

AdP – Águas de Portugal, S.A.

AdDP – Águas do Douro e Paiva, S.A.

APDA- Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas

CC – Construção civil (componente infraestrutural)

CEGA – Comissão Especializada de Gestão de Ativos

DAF- Departamento de Administração Financeira

DGAE- Diretor da Direção de Gestão de Ativos de Exploração

EGA – Equipa de Gestão de Ativos

EE- Estações elevatórias

EQ- Equipamentos (componente infraestrutural)

EXP – Direção de Exploração

GA – Departamento de Gestão de Ativos

GAE – Direção de Gestão de Ativos e Engenharia

GB- Grupos de Bombagem

GEB- Grupos Eletrobomba

ISO – *International Organization for Standardization*

MAN – Área funcional de Manutenção

MCDA- *Multi-criteria Decision Analysis*

PT- Posto de Transformação

SAW- *Simple Additive Weighting* (Metodologia MCDA)

SGA- Sistema de gestão de ativos

SGM – Sistema de Gestão da Manutenção

RAC- Reservatório de Ar Comprimido

Índice de Figuras

Figura 1- Cronograma de atividades	2
Figura 2- Mapa do sistema multimunicipal da AdDP	5
Figura 3- Cadeia de valor da empresa	7
Figura 4- Esquema da estrutura organizacional da empresa	8
Figura 5- Infraestruturas em exploração pela AdDP	9
Figura 6- Diagrama esquemático do ciclo de vida dos ativos	11
Figura 7- Princípios fundamentais da gestão de ativos	12
Figura 8- Tipos de políticas de manutenção	13
Figura 9- Etapas da gestão de risco	15
Figura 10- Ciclo de gestão do risco	16
Figura 11- Matriz para problemas MCDA	17
Figura 12- Níveis de atuação	19
Figura 13- Etapas intervenientes na criação do Plano de Atividades e Orçamento	21
Figura 14- Métrica da avaliação global do desempenho da infraestrutura	23
Figura 15- Critérios para determinação da funcionalidade na construção civil das EE	25
Figura 16- Correspondência: Classificação e respetiva métrica do indicador “Nota de inspeção” do ativo	25
Figura 17- Critérios para determinação da criticidade na construção civil e equipamentos das EE	26
Figura 18- Critério para determinação da funcionalidade nos equipamentos das EE	27
Figura 19- Matriz de Risco	30
Figura 20- Dos dados até ao conhecimento	32
Figura 21- <i>Dashboard</i> nível de risco por subsistema e por infraestrutura	32
Figura 22- <i>Dashboard</i> nível de risco do subsistema 103	33
Figura 23- <i>Dashboard</i> nível de risco do subsistema 104	33
Figura 24- <i>Dashboard</i> nível de risco do subsistema 105	34
Figura 25- <i>Dashboard</i> nível de risco do subsistema 106	34
Figura 26- <i>Dashboard</i> nível de risco do subsistema 107	35
Figura 27- <i>Dashboard</i> ativos de nível de risco elevado (maior ou igual a 15)	35
Figura 28- <i>Dashboard</i> ativos de nível de risco médio	36
Figura 29- <i>Dashboard</i> para análise do conjunto de ações considerado	36
Figura 30- <i>Dashboard</i> para análise dos registos de falhas dos ativos do sistema global da AdDP, registos desde abril 2017 a fevereiro 2021	37
Figura 31- Impactos das ações	38
Figura 32- Categorias de ações	38
Figura 33- Implementação de ação cujo nível de risco do ativo não se altera	40

Figura 34- Matriz de decisão	44
Figura 35- Níveis de significância do risco	50
Figura B 1-Matriz de risco das Estações Elevatórias CC	61
Figura C 1- <i>Dashboard</i> nível de risco dos Reservatórios.....	63
Figura C 2- <i>Dashboard</i> do nível de risco das ETA´s	63
Figura C 3- <i>Dashboard</i> nível de risco das Captações	63
Figura C 4- <i>Dashboard</i> nível de risco das Estações Elevatórias	63
Figura C 5- <i>Dashboard</i> do nível de risco das Conduitas.....	64

Índice de Tabelas

Tabela 1- Principais famílias de infraestruturas de um sistema de abastecimento de águas.....	3
Tabela 2- Níveis de localização de ativos	20
Tabela 3- Códigos relativos ao tipo de infraestruturas	21
Tabela 4- Métrica do indicador "Gravidade do impacto"	26
Tabela 5- Métrica do indicador "Alternativas de elevação"	26
Tabela 6- Métrica de classificação do indicador “Número e gravidade de anomalias”	28
Tabela 7- Critérios utilizados e respetivos pesos.....	39
Tabela 8- Exemplo de aplicação do peso dos critérios.....	39
Tabela 9- Conjunto de ações escolhido para explicação do processo de caracterização quanto ao 2º critério.....	41
Tabela 10- Níveis de localização de ativos	51
Tabela A 1- Tabela da avaliação de risco das Captação CC, EE´s CC e ETA´s CC	56
Tabela A 2-Tabela de avaliação de risco das Captações EQ, EE´s EQ e ETA´s EQ.....	57
Tabela A 3- Tabela da avaliação do risco das Condutas	58
Tabela A 4-Tabela da avaliação do risco dos Reservatórios	59
Tabela D 1- Caracterização da ação 69	66
Tabela D 2-Avaliação de risco da E45 e Avaliação do indicador "Adequação à Exploração"	66
Tabela D 3-Estimativa da avaliação do risco da E45 após intervenção	66
Tabela D 4- Caracterização da ação 86	67
Tabela D 5-Classificação de um conjunto de elementos integrantes do Reservatório R21, para atribuição da “Nota de Inspeção”	67
Tabela D 6- Avaliação de risco do Reservatório R21	67
Tabela D 7- Estimativa da avaliação de risco do Reservatório R21 após a intervenção.....	67
Tabela D 8- Caracterização da ação 4	68
Tabela D 9-Avaliação de risco da Captação C03	68
Tabela D 10- Parte integrante 1 do RFA da Captação C03.....	69
Tabela D 11- Parte integrante 2 do RFA da Captação C03.....	70
Tabela D 12-Parte integrante 3 do RFA da Captação C03.....	71
Tabela D 13-Parte integrante 4 do RFA da Captação C03.....	72
Tabela D 14-Parte integrante 5 do RFA da Captação C03.....	72
Tabela D 15-Parte integrante 6 do RFA da Captação C03.....	73
Tabela D 16- Conversão da classificação presente no RFA para o indicador “Nota de inspeção” da tabela de avaliação do risco	73
Tabela D 17- Estimativa da avaliação de risco da Captação C03 após intervenção	73

Tabela D 18- Caracterização da ação 110	73
Tabela D 19- Caracterização da ação 4	73
Tabela D 20- Avaliação do risco da ETA T02	74
Tabela D 21- Estimativa da avaliação do risco da ETA T02 após a intervenção.....	74
Tabela D 22- Caracterização da ação 111	74
Tabela D 23- Caracterização da ação 104	74
Tabela D 24- Avaliação do risco da ETA T01	75
Tabela D 25- Estimativa da avaliação de risco da ETA T01 após intervenção.....	75
Tabela D 26- Caracterização da ação 117	76
Tabela D 27- Classificação de um conjunto de elementos integrantes do Reservatório R12, para atribuição da “Nota de Inspeção”	76
Tabela D 28- Avaliação de risco do Reservatório R12	76
Tabela D 29- Estimativa da avaliação de risco do Reservatório R12 após intervenção	76
Tabela D 30- Caracterização da ação 114	77
Tabela D 31- Avaliação de risco da Conduta 34	77
Tabela D 32- Estimativa da avaliação de risco da Conduta 34 após intervenção	77
Tabela E 1- Conjunto de ações a priorizar	79
Tabela E 2- Conjunto de ações a priorizar	80
Tabela E 3- Conjunto de ações a priorizar	81
Tabela E 4-Descrição Pormenorizada das ações nos Reservatórios.....	81
Tabela F 1- Classificação de risco dos ativos.....	83
Tabela F 2- Classificação de risco dos ativos.....	84
Tabela F 3-Classificação de risco dos ativos.....	85
Tabela F 4-Classificação de risco dos ativos.....	86
Tabela F 5-Classificação de risco dos ativos.....	87
Tabela F 6-Classificação de risco dos ativos.....	88
Tabela G 1- Lista de ações priorizada	90
Tabela G 2- Lista de ações priorizada	91
Tabela G 3- Lista de ações priorizada	92

1 Introdução

Esta dissertação foi realizada no âmbito da conclusão do ciclo de estudos do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na área de especialização de Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O trabalho em questão decorreu no período entre fevereiro e junho 2021 numa empresa de abastecimento de água da região do grande Porto, a Águas do Douro e Paiva, S.A (AdDP).

O primeiro capítulo introduz a presente dissertação de mestrado dividindo-se em quatro subsecções, de forma a definir claramente o enquadramento e objetivos do projeto, assim como a metodologia e estrutura utilizada no documento.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A grande dimensão da área de atuação da empresa AdDP, aliada ao caráter essencial do serviço prestado, são atributos que reforçam a absoluta necessidade de garantir elevados padrões de *performance*. Estes aspetos conjugados com o caráter dinâmico do consumo, e com a multiplicidade e complexidade de instalações e equipamentos, tem como consequência que a AdDP tenha permanentemente um elevado número de intervenções a executar. Naturalmente que as condicionantes técnicas e de tempo associadas a cada projeto, e a inevitável limitação dos recursos financeiros disponíveis a cada momento, obrigam a identificar quais as intervenções com maior interesse de serem realizadas e priorizá-las. É importante, portanto, o desenvolvimento de uma abordagem com foco na garantia de níveis aceitáveis de risco de falha dos ativos, capaz de priorizar intervenções no sentido da melhor gestão do nível de risco dos ativos da empresa, garantindo que são minimizadas probabilidades de falha no serviço.

1.2 Objetivos do projeto

Este projeto surge com o intuito de prestar suporte à priorização de ações por parte da empresa. Com base na análise e tratamento de dados, o projeto pretende ordenar intervenções conforme o seu nível de importância (prioridade). Espera-se desta forma, contribuir para que a empresa seja capaz de tomar decisões mais fundamentadas, tendo por base uma visão holística do sistema. O desafio que se lança é, portanto, o desenvolvimento de uma visão integrada dos níveis de risco do sistema, de forma a permitir uma comparação entre todos os ativos existentes, contribuindo para a hierarquização das ações relevantes tendo por base o risco.

No final deste projeto serão identificados os ativos críticos do sistema global (conjunto dos sistemas da empresa AdDP), ou seja, aqueles a que correspondem níveis de risco mais graves, bem como será possível obter uma lista priorizada do conjunto de ações previamente definidas pela organização. Considera-se relevante a apresentação das principais fases integrantes do projeto, iniciado dia 8 de fevereiro. A Figura 1 representa, através de um cronograma as atividades decorridas nas 19 semanas de duração do projeto.

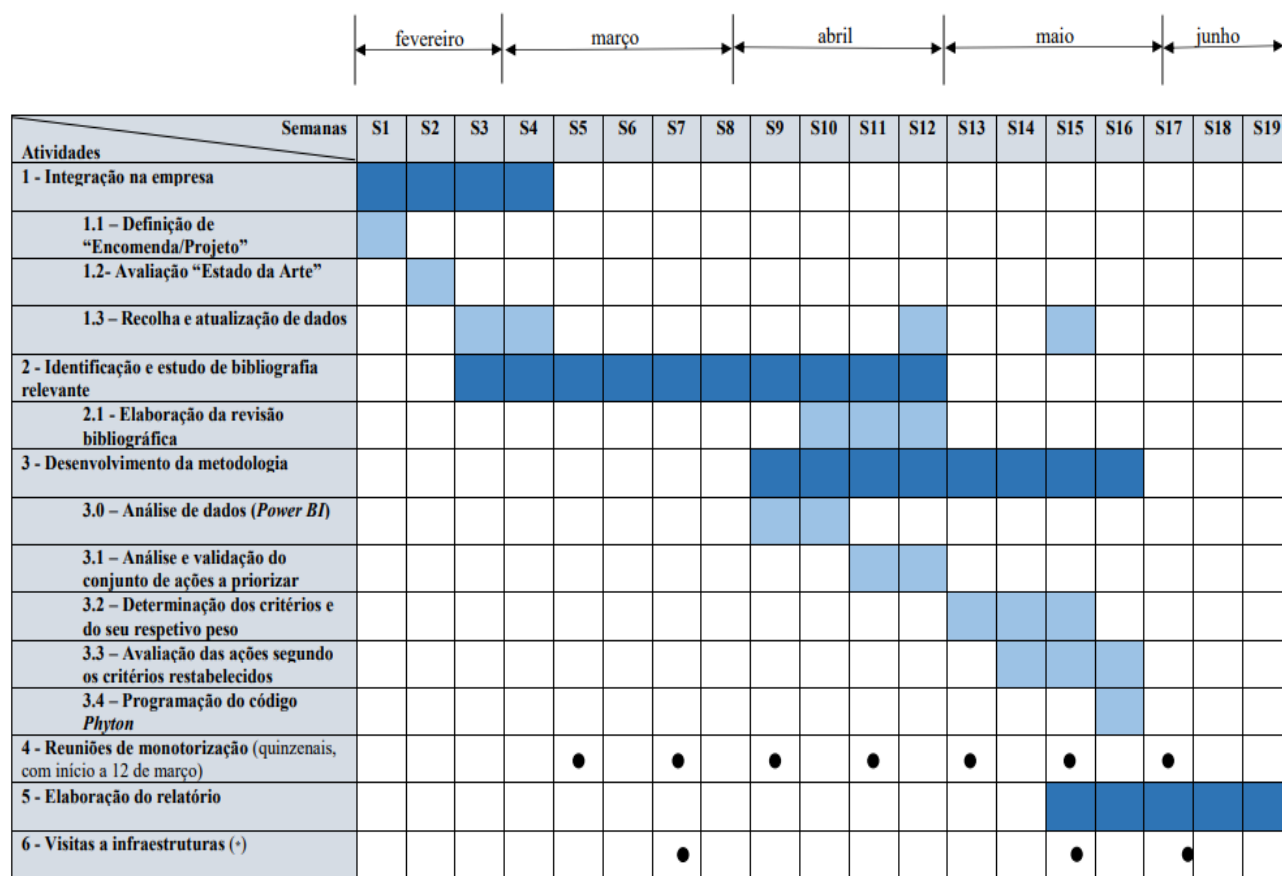


Figura 1- Cronograma de atividades

Foram agendadas quinzenalmente reuniões com as orientadoras do projeto de dissertação, Professora Doutora Flávia Barbosa (orientadora por parte da FEUP) e a Engenheira Lígia Ramos (orientadora por parte da AdDP), com o intuito de esclarecer eventuais questões e de forma a monitorizar eficazmente o trabalho até então desenvolvido.

A empresa dinamizou visitas a três infraestruturas em estudo. Estas atividades foram verdadeiramente enriquecedoras, pois possibilitam um conhecimento mais aprofundado de toda a operação e funcionamento da empresa.

1.3 Sistemas de abastecimento de águas

Um sistema de abastecimento de águas é o conjunto de obras, instalações, equipamentos e serviços que constituem um complexo de sistemas hidráulicos, destinado a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população (José Alfeu Almeida de Sá Marques 2018). Estes sistemas são compostos por um conjunto alargado de famílias de infraestruturas, representadas na Tabela 1.

Tabela 1- Principais famílias de infraestruturas de um sistema de abastecimento de águas

<i>Família de infraestruturas</i>	<i>Função</i>
<i>Captação</i>	Captar água bruta nas diferentes origens, em alguns sistemas superficial ou subterrânea, perante as necessidades de abastecimento;
<i>ETA</i>	Tratar água bruta de forma a produzir água potável, de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos pelas entidades competentes;
<i>Conduto adutora</i>	Transporte da água desde a captação até à entrada das redes municipais de abastecimento de água, podendo ser em pressão ou com superfície livre;
<i>Estação elevatória</i>	Bombear a água desde a cota mais baixa até um ponto de cota mais alta;
<i>Reservatório</i>	Auxiliar na regularização, de forma a compensar as flutuações de consumo face à adução, conter reservas de emergência e regularizar o funcionamento das bombas.

Os ativos integrantes de um sistema de abastecimento de água fornecem serviços essenciais para a sociedade que são dados como garantidos e requerem técnicas e práticas de gestão (Management 2015). Neste setor, ativos antigos que se encontrem deteriorados podem levar a vários problemas, como altos níveis de vazamentos e frequentes rompimentos ou interrupções de serviço, que aumentam os requisitos de manutenção do sistema e os custos operacionais (Carriço 2014).

Os serviços de abastecimento de água são divididos em sistemas em alta, caso da AdDP, e sistemas em baixa. Os sistemas em alta, fazem a ligação entre a captação e os sistemas em baixa e englobam os componentes destinados à captação, adução, tratamento e armazenamento de água, como estações de tratamento de água (ETA), Reservatórios, Estações Elevatórias e Conduas Adutoras. Os sistemas em baixa, são os responsáveis pela distribuição da água aos utilizadores da rede. Englobam as Conduas, os respetivos ramais de ligação e todos os elementos que condicionam o escoamento nas Conduas, como Reservatórios e Instalações Elevatórias.

O setor caracteriza-se pela existência de um grande número de intervenientes: ao nível da administração, a entidade reguladora e as entidades da Administração Central, e 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 (ERSAR 2016).

Nos últimos anos tem-se verificado uma evolução significativa no setor e a maior parte da população portuguesa tem acesso a um bom serviço de água e saneamento. A crescente disponibilidade dos serviços de abastecimento de água urbano em todo o território nacional, acompanhada da melhoria da qualidade a preços acessíveis, constitui um importante fator de desenvolvimento do país do ponto de vista da saúde pública, qualidade e segurança para a vida das famílias portuguesas, bem como da sustentabilidade ambiental (ERSAR 2016).

1.4 Estrutura da dissertação

A estrutura da presente dissertação divide-se em sete capítulos desenvolvidos ao longo do documento e descritos da seguinte forma:

1. Capítulo introdutório que contextualiza o projeto desenvolvido assim como os objetivos, a metodologia e estrutura utilizada no documento;
2. Capítulo destinado à apresentação da empresa Águas do Douro e Paiva S.A.;
3. Capítulo destinado à revisão dos conceitos teóricos relacionados com a temática abordada na dissertação e com a metodologia proposta;
4. Capítulo que apresenta e caracteriza o problema observado que incentiva a realização do projeto;
5. Capítulo que apresenta e avalia a solução proposta ao problema atual, de forma a permitir atingir os objetivos propostos;
6. Capítulo onde são expostas as principais conclusões do projeto de dissertação;
7. Capítulo final destinado à apresentação de propostas de projetos que se consideram pertinentes a desenvolver futuramente.

2 A empresa

Através do Decreto-Lei n.º 116/95, de 29 de maio, foi criada a Sociedade Águas do Douro e Paiva, S.A., sociedade de direito privado e de capitais maioritariamente públicos. Após esta data a empresa sofreu diversas alterações e desde 2017 a sociedade Águas do Douro e Paiva, S.A., adiante também designada por AdDP, rege-se pelo Decreto de Lei n.º 16/2017, de 1 de fevereiro, tendo por objeto social a exploração e a gestão do sistema multimunicipal de abastecimento de água do sul do Grande Porto, pelo período de 20 anos (Águas do Douro e Paiva 2019). É uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos, segundo o contrato de concessão, os acionistas da empresa são constituídos pela Águas de Portugal, SGPS, S.A., que detém 51% do capital social e pelos municípios de Amarante, Arouca, Baião, Castelo de Paiva, Cinfães, Espinho, Felgueiras, Gondomar, Lousada, Maia, Matosinhos, Oliveira de Azeméis, Ovar, Paços de Ferreira, Paredes, Porto, Santa Maria da Feira, São João da Madeira, Valongo e Vila Nova de Gaia, que detêm os restantes 49%.

O Grupo Águas de Portugal (AdP) é o principal grupo empresarial português com atividade nos domínios do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais. Através das suas empresas, tem uma presença alargada no território continental, prestando serviços a cerca de 80% da população.

A empresa AdDP tem como objetivo a captação, tratamento e abastecimento de água para consumo público a 1,7 milhões de habitantes residentes nos 20 municípios acionistas, abrangendo uma área de 2.715 km², como se representa pela Figura 2.

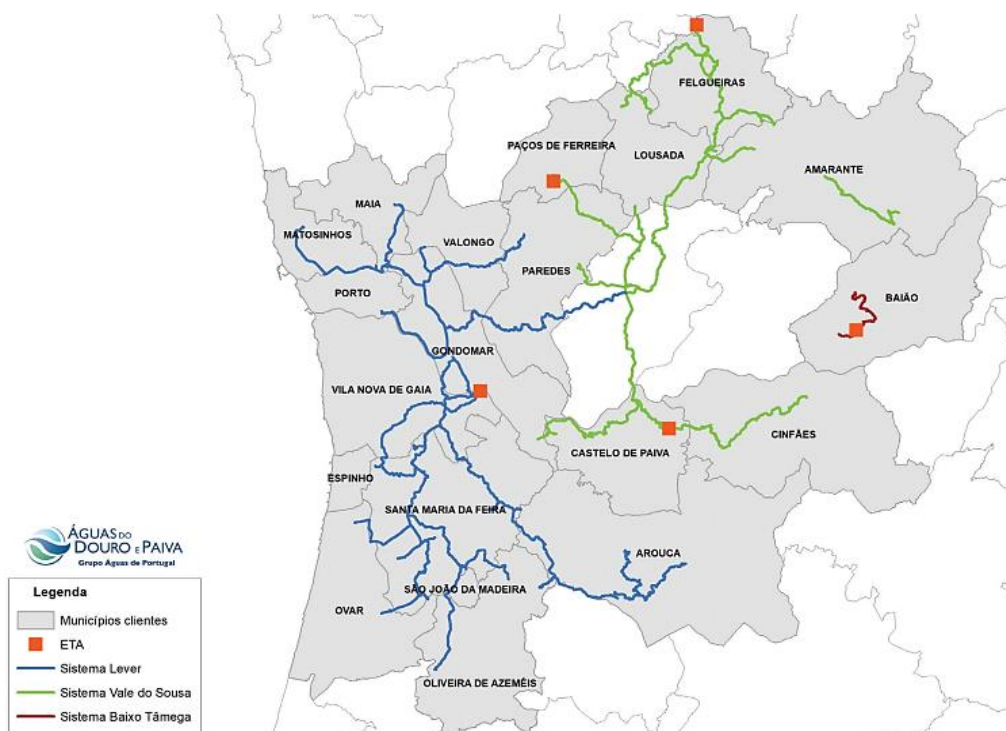


Figura 2- Mapa do sistema multimunicipal da AdDP (adaptado de Águas do Douro e Paiva 2019)

Em 2020 o volume de água vendido foi, em média, 275 mil m³/dia. Para além dos municípios acima referidos, são também utilizadores do sistema os municípios de Penafiel e de Vale de Cambra (Águas do Douro e Paiva 2019).

2.1 Missão, visão e valores

A missão da empresa é gerir o sistema de abastecimento de água em alta, garantindo eficiência, fiabilidade, qualidade do serviço, segurança do produto e respeito pelos valores sociais e ambientais mais elevados. A AdDP assume o compromisso de contribuir ativamente para o desenvolvimento sustentado dos serviços de abastecimento de água e para a concretização das metas nacionais estabelecidas para o setor. Consciente do seu papel como instrumento de desenvolvimento socioeconómico da região, a empresa assume ainda a promoção da proteção do meio ambiente e a sua valorização junto da comunidade. Neste contexto, a AdDP aplica uma estratégia de negócio assente nos seguintes princípios (Águas do Douro e Paiva 2019).

- **Satisfação do Cliente**- antecipando e correspondendo às suas necessidades e expectativas, e estabelecendo parcerias com vista à melhoria do serviço prestado aos consumidores;
- **Motivação dos Colaboradores**- promovendo o desenvolvimento e alinhamento pessoal e profissional dos colaboradores, através da adequação e atualização de competências;
- **Eficiência dos Processos**- procura garantir a otimização dos processos, assegurando os recursos necessários ao cumprimento dos objetivos e metas, para a utilização mais eficiente da energia e a valorização dos ativos. A empresa respeita integralmente todas as obrigações de conformidade, nomeadamente os requisitos da legislação aplicável, das normas que suportam o Sistema de Gestão nas vertentes de qualidade (ISO 9001), ambiente (ISO 14001), segurança e saúde (ISO 11 45001), energia (ISO 50001), gestão de ativos (ISO 55001) e responsabilidade social (SA 8000);
- **Melhoria Contínua e Inovação**- apostando na aprendizagem permanente e no aprofundamento do conhecimento, como forma de assegurar a melhoria contínua do Sistema de Gestão;
- **Transparência e Comunicação**- promovendo uma postura de transparência, partilhando com as partes interessadas a política empresarial, os objetivos estabelecidos e o desempenho atingido nas diferentes vertentes do desenvolvimento sustentável - económica, social e ambiental.

2.2 Cadeia de valor

Dada a natureza do serviço que presta e tendo nomeadamente em atenção a permanente alteração demográfica dos espaços em que atua, a empresa opera numa extensa e complexa cadeia de valor. Englobando desde a identificação das necessidades e expectativas dos clientes (municípios), até à entrega do produto final aos mesmos (Águas do Douro e Paiva 2019). Na Figura 3 expõe-se a cadeia de valor do negócio, que se constitui pelas cinco seguintes etapas: Captação da água, Tratamento da água, (que constituem a fase de produção da água), Adução da água da Captação/Tratamento até os Reservatórios, Armazenamento da água nos Reservatórios e, por último, Distribuição da água aos clientes.

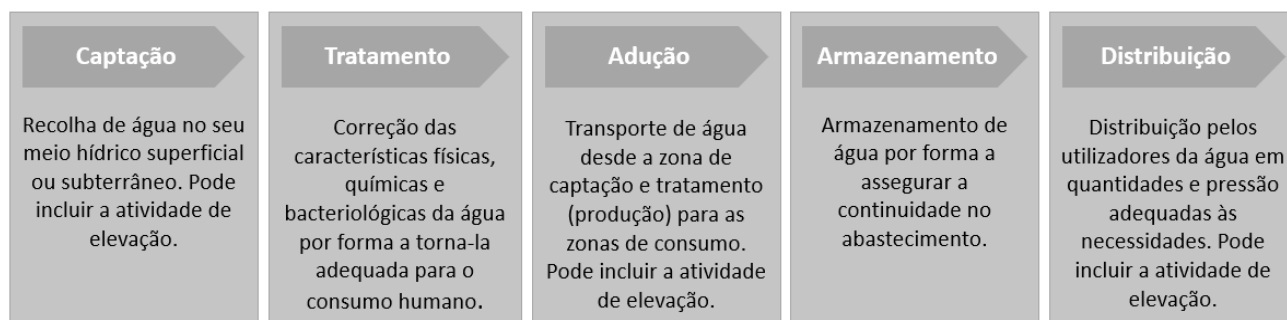


Figura 3- Cadeia de valor da empresa (adaptado de Águas do Douro e Paiva 2019)

2.3 Estrutura organizacional

A estrutura organizacional da empresa, representada pelo organograma da Figura 4, divide-se em Direções Técnicas e Operacionais, Departamentos e Áreas. Existem três Direções Técnicas e Operacionais: a Direção de Exploração, a Direção Administrativa e Financeira, e a Direção de Gestão de Ativos e Engenharia.

A Direção de Gestão de Ativos e Engenharia (GAE) tem a seu cargo a gestão do ciclo de vida das infraestruturas e a coordenação e controlo da execução do plano de investimentos contratualizados pela empresa, onde se incluem novas obras e os trabalhos de beneficiação e recuperação de partes do sistema existente, ou de instalações integradas. Tem ainda, a responsabilidade de execução dos estudos, projetos, empreitadas e a respetiva coordenação e fiscalização dos trabalhos necessários. Sendo assim, encontra-se em permanente contacto com as Direções Administrativa e Financeira (DAF) e de Exploração. O presente projeto insere-se no Departamento de Gestão de Ativos, que pertence à GAE. A gestão de ativos considera-se uma área transversal, sendo que cruza os diversos departamentos e diferentes valências técnicas da organização (Águas do Douro e Paiva 2019).

À Direção Administrativa e Financeira cabe garantir o funcionamento global das funções financeiras e administrativas, e apoiar a Administração da empresa em matérias de gestão económica, financeira e administrativa. É também responsável por assegurar a realização dos procedimentos administrativos e financeiros, de gestão patrimonial e de tesouraria, garantindo as condições necessárias ao cumprimento das obrigações legais e a preparação de informação interna. Assegurar, ainda, a emissão das faturas aos clientes e a sua cobrança (Águas do Douro e Paiva 2019).

A Direção de Exploração tem a responsabilidade da captação, tratamento e abastecimento de água, de acordo com o definido no contrato de concessão. Nesse sentido, deve garantir a operação e a manutenção dos sistemas de abastecimento de água e maximizar a eficiência dos processos operacionais, tendo em vista a otimização do custo total da exploração (Águas do Douro e Paiva 2019). As equipas de operação e manutenção dos sistemas inserem-se nesta Direção.

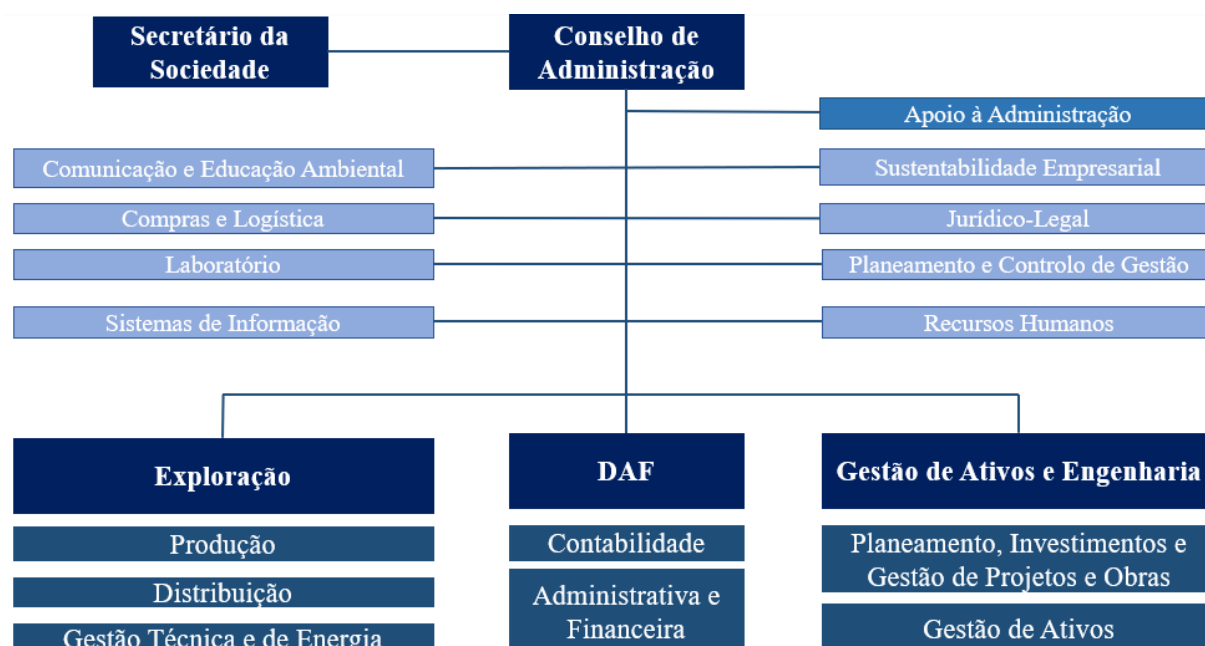


Figura 4- Esquema da estrutura organizacional da empresa (adaptado de Águas do Douro e Paiva 2019)

2.4 Sistemas AdDP

A AdDP iniciou a sua atividade operacional em 1998, com base num conjunto de infraestruturas diferente da que hoje conhecemos e que resultam de continuados investimentos ao longo dos anos. Atualmente, a AdDP é constituída por um conjunto de três sistemas que garantem a cobertura territorial da sua área de influência. São eles os sistemas Lever, Vale do Sousa e Baixo Tâmega.

Sistema Lever

A principal origem da água sistema Lever é o rio Douro, através de três Captações distintas localizadas em Lever: uma captação superficial e duas captações subterrâneas designadas por Lever Montante e por Lever Jusante. A água captada superficialmente é seguidamente tratada na ETA de Lever, a restante sofre uma desinfeção em Estações de Cloragem.

O sistema de Lever encontra-se dividido em dois subsistemas: o subsistema Lever Norte e o subsistema Lever Sul. O primeiro, abastece os municípios Porto, Matosinhos, Maia, Gondomar, Valongo e parte do Município de Paredes. Estes municípios no seu conjunto são responsáveis pelo consumo de cerca de 53% do volume total de água distribuída pela AdDP, sendo o sistema de maior caudal da empresa. O subsistema Lever Sul abastece os Municípios de Vila Nova de Gaia, Espinho, Santa Maria da Feira, Oliveira de Azeméis, São João da Madeira, Ovar e Arouca.

No início de 2011, a AdDP integrou no seu sistema a Captação subterrânea do Carregal, em Ovar, pelo que parte da água distribuída neste município tem origem nesta Captação.

Sistema Vale do Sousa

O sistema do Vale do Sousa abastece os municípios de Amarante, Castelo de Paiva, Cinfães, Lousada, Felgueiras, Paredes e Paços de Ferreira. Pontualmente, fornece também água a Penafiel. Este sistema está interligado ao sistema de Lever, através da Conduta Ramalde –

Galegos. As origens de água deste sistema incluem os rios Ferro, Vizela, Paiva, Ferreira e o rio Douro. Após captação nos rios referidos a água é tratada nas ETA's com localização mais próxima. Assim, a água dos rios Ferro e Vizela é tratada na ETA do Ferro, a do rio Paiva na ETA de Castelo de Paiva, a do rio Ferreira na ETA do Ferreira e a do rio Douro na ETA de Lever, como já referido. Em situação de emergência, a Conduta Ramalde-Galegos poderá funcionar no sentido inverso, abastecendo em parte os municípios do sistema Lever.

O sistema do Vale do Sousa encontra-se dividido em dois subsistemas: o subsistema Vale do Sousa Paiva e o subsistema Vale do Sousa Norte. O primeiro, abastece os municípios de Cinfães, Castelo de Paiva, pequena parte de Gondomar, parte de Lousada, Penafiel, parte de Paredes e Paços de Ferreira. O segundo subsistema abastece os municípios de Amarante, Felgueiras e parte de Lousada.

Sistema Baixo Tâmega

O sistema Baixo Tâmega é o de menor dimensão e é responsável pelo abastecimento do município de Baião. A água tem origem no rio Ovil, sendo o respetivo tratamento, efetuado pela ETA de Pousada-Gôve.

A Figura 5 representa a família e número de infraestruturas em exploração em cada um dos sistemas e subsistemas considerados.

A Fibra Ótica presente ao longo das Condutas é essencial no sentido de promover o controlo, monitorização, e a atuação eficazes nos sistemas, permitindo o acesso a uma enorme quantidade de dados, em tempo real.

INFRAESTRUTURAS EM EXPLORAÇÃO							
SISTEMAS/SUBSISTEMAS	Captações nº	ETA nº	EE nº	RR nº	Cloragens nº	Adutoras m	Fibra ótica m
Lever	4	1	12	20	10	280 881	247 757
Lever Norte	0	0	4	4	3	112 882	138 014
Lever Sul	4	1	8	16	7	167 999	109 744
Vale do Sousa	3	3	13	14	4	208 640	203 310
Vale do Sousa Paiva	2	2	4	5	2	108 095	92 583
Vale do Sousa Norte	1	1	9	9	2	100 545	110 727
Baixo Tâmega	1	1	1	2	1	11 379	11 352
Baixo Tâmega Ovil	1	1	1	2	1	11 379	11 352
Total	8	5	26	36	15	500 900	462 420

Figura 5- Infraestruturas em exploração pela AdDP

3 Revisão bibliográfica

O presente capítulo trata-se de uma abordagem teórica relativa aos três principais temas desta dissertação: gestão de ativos, risco e tomada de decisão.

A gestão de ativos é uma área de extrema importância no que diz respeito à gestão de uma organização e tem sido cada vez mais valorizada. Decisões relativas à gestão de ativos (manutenção, reabilitação, desativação, etc.) devem ser baseadas numa avaliação adequada de alternativas que tenham em consideração três critérios fundamentais: custos, benefícios ao longo da vida do ativo (desempenho), e a obtenção de um nível aceitável de risco (Management 2015). A temática do risco e sua gestão é um critério fundamental da gestão de ativos, que aliada ao desempenho e custos, permite apoiar os diversos decisores nas tomadas de decisão. Decisões essas que se pretendem informadas, priorizadas e resultantes da ponderação entre diferentes alternativas. Tendo em conta os três critérios referidos, será possível desenvolver uma forma de atuação holística, integrada e estruturada quer ao nível da manutenção, da atualização e da operação dos ativos físicos, contribuindo para a melhoria dos processos e deste modo para a valorização global da empresa e dos seus ativos.

Modelos de priorização são, por isso, uma ferramenta no contexto da gestão do risco. Segundo (Royer 2000), no mundo real da gestão de projeto, não existe capital, tempo ou recursos para tratar todos os riscos, e é necessário saber priorizá-los. Com um modelo capaz de priorizar projetos/investimentos, o risco de investir erradamente é reduzido, e a probabilidade de sucesso é aumentada. A gestão global do risco é, portanto, importante no que toca ao processo de escolha e decisão de quais os projetos a executar.

3.1 Gestão de ativos

Primeiramente, importa clarificar o conceito inerente à definição de ativo (IPQ 2016):

” Ativo é um bem, ou uma entidade, que tem um valor potencial ou real para uma organização. O valor variará conforme as diferentes organizações e partes interessadas, e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro.”

O presente trabalho passa pela análise de um conjunto de ativos específicos, incorporados no grupo dos ativos físicos. Este conjunto de ativos é considerado por muitos autores como a base do funcionamento de organizações prestadoras de serviços ou de produtos, como é o caso de operadoras de redes de gás, transportes, eletricidade ou redes de águas.

Segundo o autor Amadi-Echendu (Amadi-Echendu et al. 2010), gestão de ativos é o “processo integrado de tomada de decisão, planeamento e controlo quanto à aquisição, uso, proteção e eliminação de ativos, com a finalidade de maximizar o seu potencial de resposta em serviço e a minimizar os riscos que lhes estão associados e os seus custos ao longo do seu ciclo de vida”.

Os princípios e as metodologias associados à gestão de ativos devem ser aplicados, de forma integrada, a todas as fases do seu ciclo de vida, desde a conceção até à respetiva desativação. O ciclo de vida dos ativos compreende quatro fases fundamentais, como mostrado na Figura 6 (Águas de Portugal 2014):

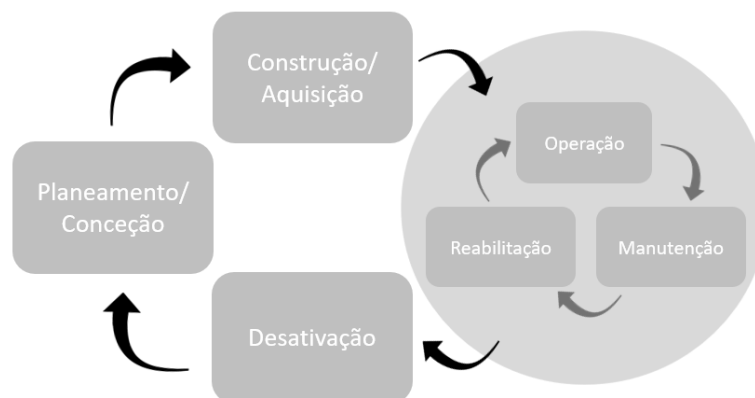


Figura 6- Diagrama esquemático do ciclo de vida dos ativos
(adaptado de Águas de Portugal 2014)

1. **Fase de Planeamento** – fase na qual os ativos são planeados e concebidos ou projetados;
2. **Fase de Construção** – fase em que os ativos são construídos ou adquiridos;
3. **Fase de Utilização** – fase que corresponde ao período de vida útil técnica dos ativos, em que estes são operados e mantidos;
4. **Fase de Desativação** – fase em que os ativos, atingido o final da sua vida útil técnica, são abandonados, substituídos, desmantelados ou afetos a outros fins.

Cada fase deve ser vista como um contributo essencial para o ciclo de vida dos ativos, sendo necessário definir e cumprir procedimentos que permitam a melhoria continua dos processos. A escolha adequada de soluções (conceção), materiais e garantia da qualidade de construção, assim como o cumprimento dos requisitos de aquisição são aspetos que vão, naturalmente, condicionar o comportamento futuro dos ativos ao longo da sua vida útil, podendo inclusive ser determinantes no processo da respetiva desativação (Águas de Portugal 2014).

Normalização - gestão de ativos

A uniformização de procedimentos de recolha e análise de dados é fundamental para a constituição sistemática de indicadores que possibilitem posteriores comparações, identificação de alternativas com vista à aplicação de modelos de previsão essenciais à gestão de ativos. Em 2014, a Organização Internacional de Normalização (ISO) publicou a nova família de normas, a ISO 55000, específica para a Gestão Ativos. Esta norma define um conjunto de requisitos que permitem garantir o bom desempenho da gestão dos ativos de uma organização, respondendo às necessidades e expectativas das partes interessadas e assegurando a criação e a manutenção de valor. Estas normas são aplicáveis a qualquer tipo de organização, independentemente da sua dimensão e da tipologia dos ativos geridos (Carneiro, Damiao, and Benoliel 2015). No ano de, 2016 esta norma foi transposta para norma portuguesa.

Uma gestão de ativos eficaz e integrada no contexto e dinâmica de uma organização é capaz de criar inúmeros benefícios (Carneiro, Damiao, and Benoliel 2015)tais como:

- **Melhoria do desempenho financeiro:** melhorando o retorno dos investimentos e reduzindo custos, enquanto se conserva o valor dos ativos;
- **Decisões de investimento em ativos fundamentadas:** permitindo à organização melhorar a tomada de decisão e atingir um equilíbrio entre custo, risco, oportunidade e desempenho;
- **Possibilita a gestão do risco:** reduzindo perdas financeiras, melhorando a saúde e a segurança, a reputação e imagem, minimizando o impacte ambiental e social;
- **Melhoria dos serviços e dos resultados:** assegurando o desempenho dos ativos, podendo conduzir à melhoria dos serviços;
- **Melhoria da sustentabilidade da organização:** gerindo os resultados, gastos e desempenho a curto e a longo prazo, pode-se melhorar a sustentabilidade operacional e da organização;
- **Melhoria da eficiência e da eficácia:** revendo e melhorando processos, procedimentos e desempenho dos ativos pode-se melhorar a eficiência e a eficácia, bem como o cumprimento dos objetivos da organização

A Figura 7 representa os princípios fundamentais da gestão de ativos (IPQ 2016). O primeiro princípio - Valor - diz respeito à mais-valia que cada um dos ativos integrantes do sistema pode conceder à organização, sendo que os ativos existem para fornecer valor às mesmas e às partes interessadas, clientes. O Valor será determinado pela organização e pelas partes interessadas, de acordo com os objetivos organizacionais. O Alinhamento garante a conversão dos objetivos organizacionais em decisões técnicas e financeiras. Esta abordagem inclui a implementação de processos e atividades de planeamento e de tomada de decisão, com base no risco e suportados em informação, que transformam os objetivos organizacionais em planos de gestão de ativos. O princípio da Liderança é determinante no que diz respeito à perceção e produção de valor, sendo, portanto, naturalmente reconhecido. A gestão de ativos pretende também assegurar que cada ativo desempenha a devida função, este princípio é designado por Garantia.



Figura 7- Princípios fundamentais da gestão de ativos (adaptado de IPQ 2016)

Manutenção

A manutenção foi muitas vezes considerada como um "centro de custos" e tratada dentro das organizações como sendo um "mal necessário" (Alsyounf 2006). De facto, a manutenção tem impacto sobre a capacidade e desempenho dos ativos e isso deve ser visto em termos de contribuição de valor para as empresas (Mohamed Ouertan 2008). Atualmente, a manutenção assume-se como elemento estratégico, capaz de gerar receitas para as organizações. A sua importância é perceptível quando se verifica que esta afeta alguns elementos críticos

relacionados com a produção como a qualidade do produto, requisitos de segurança e níveis de orçamento operacionais de uma organização.

A norma europeia EN 13306:2010 (CEN 2010), define manutenção como a associação das ações de gestão, técnicas e administrativas, realizadas durante o ciclo de vida de um bem com a intenção de o manter ou restaurar ao estado no qual possa cumprir a função que lhe é requerida.

O autor Alsayouf (2009) refere que, mais do que tarefas de prevenção de falhas ou de restauro de um bem à sua condição inicial, a manutenção tem como objetivo garantir que a capacidade dos equipamentos é atingida. O desempenho geral das empresas está ligado ao desempenho da manutenção. Por conseguinte, esta deve ser ponderada na idealização de projetos e suportar a tomada de decisão da gestão na empresa (Riccardo Manzini 2010).

As intervenções de manutenção não são todas equivalentes, sendo identificados três grandes grupos: manutenção corretivas, manutenção preventivas e manutenção com base no risco, como representado pela Figura 8.



Figura 8- Tipos de políticas de manutenção (adaptado de Brito 2003)

A manutenção corretiva surge em resposta às falhas casuais e imprevisíveis e tem como objetivo a reposição das condições normais de funcionamento de um sistema. Este tipo de abordagem pode levar ao risco de perda total do bem. No entanto, por vezes, pode revelar-se eficaz quando comparado com a política preventiva de manutenção, uma vez que minimiza o número de intervenções realizadas sobre os ativos.

A manutenção preventiva tem como objetivo minimizar a probabilidade de falha de um ativo, na sequência de um processo de degradação progressiva. Sendo fundamental a determinação de probabilidades de ocorrência de avarias, é essencial o registo de todos os dados relativos à manutenção, possibilitando a elaboração de um histórico que permitirá a criação de um plano de manutenções preventivas (Brito 2003). Esta política de manutenção é realizada em intervalos pré-determinados ou de acordo com o prescrito, com o objetivo de garantir uma longa vida útil do ativo. Considera-se que a manutenção preventiva pode ser subdividida em dois tipos, um baseado na condição e outro baseado no tempo.

A manutenção preventiva baseada na condição depende do sistema de monitorização. Este, quando deteta um problema num ativo, dá indicação e será realizada a correspondente ação de manutenção. Ao utilizar este tipo de política, o risco de falha total é na maioria dos casos bastante mais reduzido.

A manutenção preventiva baseada no tempo, consiste na inspeção e na realização de atividades de manutenção a intervalos de tempo constantes. Esta política é a atual estratégia de manutenção para muitas indústrias e serviços públicos, como é o caso da AdDP.

Finalmente, a manutenção com base no risco é uma técnica cujo objetivo fundamental é preservar o funcionamento de um sistema a um custo razoável (S. Costa 2004). Esta política é levada a cabo integrando análise, medição e atividades de teste para manutenção preventiva padrão. Pode ser definido como sendo a mistura de mais do que uma estratégia de manutenção, de uma forma otimizada, a fim de reduzir o risco do sistema.

Inspeções

As inspeções são um tipo de atividades consideradas preventivas. A realização de inspeções periódicas aos ativos revela-se como a forma mais expedita de efetuar um diagnóstico sobre o seu estado de conservação e, sempre que aplicável, do seu estado de funcionamento. A implementação de um sistema de inspeções coerentes e sistemáticas às infraestruturas e equipamentos permite a obtenção de informação essencial para a gestão dos riscos associados à exploração dos ativos, permite também a integração dos respetivos dados no processo de decisão quanto à manutenção/reabilitação dos ativos, proporcionando a realização de investimentos e de ações mais otimizados (Águas de Portugal 2014).

A realização de inspeções deve obedecer a critérios técnicos, com procedimentos normalizados e adequados ao tipo de construção. Numa estratégia de manutenção preventiva, as inspeções devem ser realizadas com um calendário pré-definido e abranger todos os componentes e equipamentos que requerem de cuidados de manutenção.

3.2 Gestão do risco

O conceito de risco é transversal a qualquer área, seja da engenharia, saúde, transporte, segurança, finanças, etc. (Althaus 2005). Em todas as áreas, são vários os fatores, externos e internos, que tornam incerto o alcance de objetivos identificados. O efeito associado a essa incerteza designa-se por risco (IPQ 2012). Segundo Blaise Pascal (1623-1662), existe uma relação de proporcionalidade entre o risco e a probabilidade e consequência de determinado evento, como mostrado na equação (3.1).

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade} \times \text{Consequência} \quad (3.1)$$

A gestão de risco surge na área da engenharia, inicialmente nas indústrias de elevada complexidade em termos tecnológicos e nas que podem representar significativas consequências adversas, como a nuclear, a química, a aeroespacial e a eletrónica (Häring 2015). A gestão do risco como campo científico é recente, com apenas cerca de 30-40 anos. A partir deste período, surgiram as primeiras revistas, artigos e conferências científicas tendo como foco ideias e princípios fundamentais sobre como avaliar e gerir o risco. Este conceito desenvolveu-se desde então. O autor Hubbard (2020) define a gestão dos riscos como a identificação, avaliação e priorização dos riscos, seguida de uma aplicação estruturada de recursos para reduzir, observar e controlar a probabilidade ou o impacto de eventos de risco.

Normalização - risco

Segundo a norma ISO 31000 (IPQ 2012), a gestão de risco consiste na apreciação do risco e na sua mitigação, incluindo mudanças de contexto, se necessário. A apreciação do risco está incluída no processo de gestão de risco e é o processo global de identificação, análise e avaliação do risco, como representado pela Figura 9.

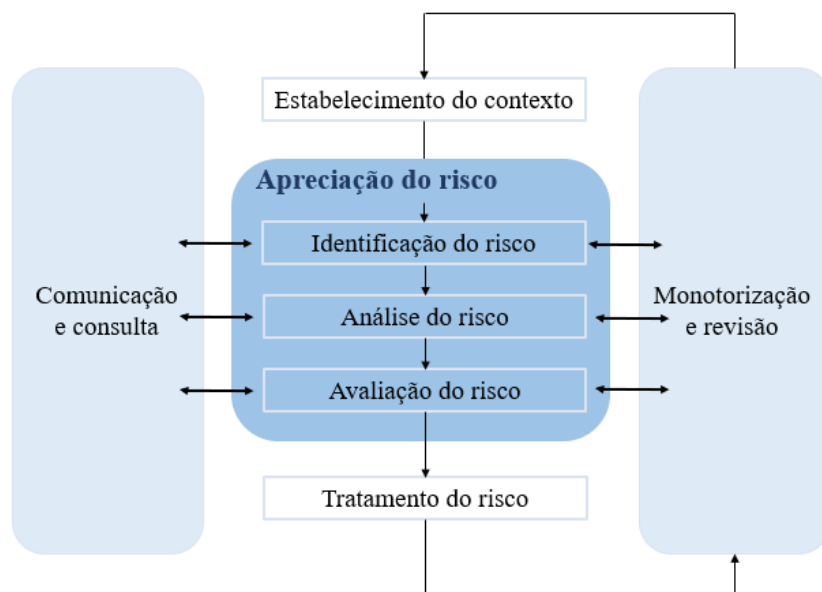


Figura 9- Etapas da gestão de risco (adaptado de IPQ 2012)

A primeira etapa da gestão de risco é o estabelecimento do contexto, que consiste em definir qual o principal objetivo por detrás das atividades de gestão do risco especificando objetivos e critérios.

Alguns dos principais benefícios da apreciação de risco incluem a compreensão do potencial impacto dos riscos nos objetivos da empresa; fornecer informação aos decisores; contribuir para a compreensão dos riscos, de forma a auxiliar a seleção de opções de tratamento; identificar os principais fatores que contribuem para os riscos nos sistemas; comunicar riscos e incertezas e fornecer informações que ajudem a avaliar se o risco deverá ou não ser aceite, quando comparado com critérios pré-definidos.

A identificação do risco constitui o processo de encontrar, reconhecer, registar e descrever riscos para identificar todos os possíveis riscos que poderão ocorrer. A análise de risco é a determinação do risco associado a uma situação ou contexto em específico, indica qual a probabilidade e consequência de cada risco identificado. A análise do risco pode ser efetuada com graus de detalhe variáveis, dependendo do risco, da finalidade da análise e da informação, dados e recursos disponíveis. Esta análise pode ser qualitativa, quantitativa ou uma combinação destas, dependendo das circunstâncias.

Uma abordagem qualitativa consiste num processo de priorização dos riscos, atribuindo a cada situação uma classificação indicativa da importância potencial do risco. Esta classificação dependerá do contexto em questão, mas geralmente é feita uma atribuição por:

- **Risco alto:** O impacto sobre os objetivos é substancial, exigindo um nível de alta prioridade na abordagem da sua gestão;
- **Risco médio:** O impacto é ainda considerável, e poderá exigir uma atenção adicional na sua gestão;
- **Risco baixo:** A prioridade do seu tratamento é reduzida pois os seus impactos são mínimos. No entanto a sua “existência” não deve ser negligenciada.

A análise quantitativa de riscos é realizada aos riscos priorizados pelo processo de análise qualitativa (Project Management Institute 2017) e consiste na análise numérica da probabilidade e consequência dos mesmos. As práticas do procedimento de quantificação do risco são técnicas empíricas e matemáticas como os métodos *Delphi* ou a amostragem probabilística, para medir o impacto do risco.

A finalidade da avaliação do risco é apoiar a tomada de decisões (IPQ 2009). Tendo por base os resultados da análise do risco, estuda quais os riscos que necessitam de tratamento e a prioridade na implementação do mesmo. Uma das ferramentas utilizadas para executar a priorização dos riscos de projeto é a matriz de impacto dos riscos ou matriz de exposição ao risco. A conjugação dos atributos de probabilidade de ocorrência e consequência de ocorrência numa matriz dá origem à denominada matriz de exposição ao risco, instrumento utilizado na gestão do risco, pela simplicidade e visão de conjunto que propicia.

O tratamento do risco pretende evitar, reduzir, transferir e reter o risco - utilizando avaliações de risco de uma forma absoluta ou relativa (Aven 2016). Esta etapa implica a seleção e implementação de medidas e é caracterizada por ser um processo cíclico que inclui (IPQ 2012): apreciar um tratamento do risco; determinar se os níveis do risco são ou não toleráveis; gerar um novo tratamento do risco, caso não sejam toleráveis e apreciar a eficácia desse tratamento, como representado pela Figura 10.

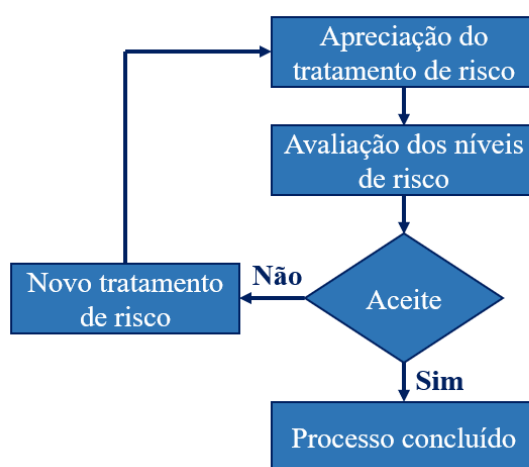


Figura 10- Ciclo de gestão do risco

As estratégias de tratamento do risco são frequentemente complementadas com o uso de ferramentas de apoio à decisão, como as análises custo-benefício, custo-eficácia e análises multiatributos. Independentemente do instrumento utilizado, há sempre a necessidade de uma análise e juízo/avaliação por parte da gestão. Isto porque, para além dos resultados da análise, deve ser tido em consideração o conhecimento já existente sobre os aspetos avaliados, bem como sobre eventuais questões não capturadas pela análise.

Ao longo de todo o processo de gestão do risco, existe uma troca contínua de informação, possibilitando a permanente monitorização do risco e dos meios de controlo que o alteram (IPQ 2012). O tempo decorrente até que determinada decisão seja tomada e a incerteza dos fatores de risco, têm um papel importante e devem ser tidos em consideração. Os agentes causadores de um determinado risco identificado são dinâmicos uma vez que o ambiente em que o projeto opera também o é. Por isso, é difícil e complexo estimar corretamente um determinado valor de risco e respetivos custos, o que poderá originar tomadas de decisão menos acertadas.

3.3 Tomada de decisão

O ato de tomada de decisão é permanente na vida do ser humano, tão natural que muitas vezes pode passar despercebido (Greco, Figueira, and Ehrgott 2016). Embora em determinadas situações possa ser bastante intuitivo, quando inserido em ambientes complexos com dados imprecisos ou incompletos, múltiplos critérios e inúmeros agentes de decisão, pode tornar-se

mais exigente (Gomes and MOREIRA 1998). Para além disso, as situações associadas à tomada de decisão, muitas vezes pretendem atingir vários objetivos, alguns dos quais, contraditórios entre si. A tomada de decisão pode ser definida como um processo de análise e escolha entre um conjunto de alternativas disponíveis.

Multicriteria Decision Analysis

Os métodos de análise multicritério (*Multicriteria Decision Analysis*, sigla- MCDA) não só permitem a abordagem de problemas considerados complexos e que não podem ser resolvidos através de procedimentos intuitivo-empíricos usuais, como também, conferem ao processo de tomada de decisão clareza e transparência. A principal motivação que fundamenta o desenvolvimento deste campo de estudo relaciona-se com o reconhecimento de que os julgamentos humanos podem ser limitados, distorcidos e propensos a polarização, especialmente quando confrontados com problemas que exigem o processamento e análise de grandes quantidades de informações complexas (JS Dodgson 2009).

Um problema multicritério pode ser expresso através de uma matriz, cujo formato se representa na Figura 11.

	C_1	C_2	...	C_n
A_1	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$		$X_{1,n}$
A_2	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$		$X_{2,n}$
⋮				
A_m	$X_{m,1}$	$X_{m,2}$		$X_{m,n}$

Figura 11- Matriz para problemas MCDA (Vieira et al. 2020)

Onde:

- $A_1, A_2, \dots, A_m$ são as possíveis alternativas que se colocam aos decisores;
- $C_1, C_2, \dots, C_n$ dizem respeito aos critérios tidos em consideração na avaliação das alternativas;
- X_{ij} é a pontuação atribuída à alternativa A_i com respeito ao critério C_j .

Resolver um problema de MCDA baseia-se na determinação da alternativa correspondente à melhor combinação de valores de critérios (na opinião do tomador de decisão). Alcançar os valores máximos em relação a todos os critérios em simultâneo é, em geral, difícil. Resolver um problema de MCDA requer informações sobre combinações preferenciais de valores de critérios (informação de preferência) e deve ser articulada pelo tomador de decisão. Os métodos mais populares de MCDA são o ELECTRE (Roy, 1968), PROMETHEE (Brans & Vincke, 1985), AHP (Saaty, 1990), TOPSIS (Hwang & Yoon, 1981), VIKOR (Opricovic & Tzeng, 2004), entre outros.

Nos métodos MCDA, a informação de preferência, determinada pelo decisor, é subjetiva. Uma vez que no presente trabalho a quantidade e qualidade da informação disponibilizada é elevada, de modo a tirar o maior proveito dos dados disponíveis, recorreu-se à metodologia *Simple Additive Weigthing*, que permite preservar a qualidade da informação. Nesta metodologia as preferências são determinadas com base nos dados e não diretamente pelo decisor, situação que acaba sempre por introduzir alguma subjetividade.

Simple Additive Weigthing (SAW)

O conceito básico do método SAW é encontrar a soma ponderada das classificações de desempenho em cada alternativa com base nos critérios definidos. A alternativa com pontuação mais elevada considera-se a melhor alternativa e será a recomendada. O conjunto de alternativas e critérios de decisão definidos formam a matriz de decisão, correspondendo às linhas e colunas da matriz, respetivamente, como a representa na Figura 11. Este método requer o processo de normalização da matriz de decisão a uma escala comparável para todas as classificações alternativas existentes. A vantagem deste método é a transformação linear proporcional dos dados em bruto, o que significa que a ordem relativa de magnitude das pontuações padronizadas permanece igual (Alireza Afshari 2010).

4 Apresentação do problema

Neste capítulo será feita a apresentação mais pormenorizada da situação atual da empresa, assim como a análise dos dados disponibilizados e intervenientes na realização do projeto. É também estruturado o problema que se pretende solucionar com o projeto.

4.1 Contextualização

O setor onde a empresa se insere é reconhecido por ser de capital intensivo, com investimentos contínuos ao longo da vida das infraestruturas. Sendo assim, as necessidades de recursos financeiros são permanentes e, por vezes, verificam-se dificuldades na obtenção dos financiamentos necessários. Sendo os investimentos infraestruturais decisões irreversíveis, as entidades gestoras procuram adotar práticas que permitam executar investimentos virtuosos e sustentáveis, assegurando um bom desempenho dos sistemas, ao mais baixo custo, com riscos controlados e tendo em vista a obtenção dos níveis de qualidade de serviço exigidos (Águas de Portugal 2014).

A maioria das empresas do grupo AdP, está atualmente em fase de conclusão do ciclo dos grandes investimentos de construção de infraestruturas, seguindo-se a fase da sua rentabilização. Assim, verifica-se uma mudança de paradigma na gestão, uma vez que, a prioridade na qualidade e quantidade do investimento necessário, se substitui pela preocupação na eficácia e eficiência do aproveitamento dos ativos construídos. Compreende-se assim que o grupo AdP deva estar focado na rentabilidade do investimento efetuado nos últimos anos, para que as suas infraestruturas possam garantir a qualidade exigida, o equilíbrio das tarifas e a gestão adequada dos riscos operacionais.

As incertezas inerentes ao risco de um ativo podem estar associadas à vulnerabilidade ou fragilidade do ativo, podem decorrer de uma deficiente utilização/ exploração do mesmo ou ainda de fatores externos não controláveis, tais como catástrofes, acidentes, etc. A gestão do risco faz-se, naturalmente, nos mesmos planos em que as diversas decisões são tomadas, tal como se encontra representado na Figura 12 (Águas de Portugal 2014).



Figura 12- Níveis de atuação (adaptado de Águas de Portugal 2014)

O Nível Operacional, de curto prazo, diz respeito ao risco associado ao controlo de obra ou ao controlo da qualidade da água no dia-a-dia. O Nível Tático, de médio prazo, faz referência por exemplo ao risco associado à falha dos ativos aquando da decisão de reabilitação dos mesmos. Por fim, o Nível Estratégico baseia-se numa visão a longo prazo, por exemplo aquando da elaboração de um Plano Diretor.

4.2 Situação atual

Neste momento, a empresa AdDP está a consolidar o processo de gestão de ativos. Entre outras tarefas, a gestão do risco assume um importante papel.

Todos os ativos encontram-se devidamente cadastrados e têm associado um código de localização, tal como explicado na secção 4.3. A gestão do risco da empresa está em grande parte associada às atividades de inspeção dos ativos, como explicado na secção 4.4. Considera-se que a metodologia de análise de risco atualmente utilizada pela AdDP, apresentada na secção 4.5, é bastante robusta. Os critérios e indicadores de risco identificados apresentam uma grande relevância e têm em consideração a variação do risco ao longo do tempo. Sendo assim, considera-se que a empresa detém ferramentas capazes de potenciar uma gestão de risco de qualidade.

Todas as roturas do sistema são contabilizadas, bem como as informações a elas inerentes, tais como o local da rotura, tipo de rotura, tipo de intervenção a realizar, tempo de reparação, etc. Estas informações são importantes para a previsão do comportamento dos ativos do sistema.

4.3 Codificação de localizações

A codificação de localizações dos ativos permite identificar a função do ativo (família de infraestruturas) e a sua localização (Unidade de Processo que se encontra ao serviço), de forma a facilitar a gestão dos ativos no SGA e no SGM. Cada ativo será identificado através de um código de localização. As localizações são criadas no *SAP-PM*, *software* utilizado pela empresa. Os códigos são gerados automaticamente até ao sexto nível com base em ordens internas. A criação de um determinado código de localização, é realizada tendo por base a Tabela 2.

Tabela 2- Níveis de localização de ativos

<i>Nível</i>	
1º	Empresa + Área do Negócio
2º	Sistema
3º	Subsistema
4º	Família de infraestruturas
5º	Designação da infraestrutura/localização <i>SAP</i>
6º	Unidade de processo
7º	Unidade funcional
8º	Localização do equipamento

Atualmente, o Departamento GA trabalha até o 5º nível, sendo este o nível de detalhe presente no projeto, a codificação das infraestruturas encontra-se exemplificada na Tabela 3.

Tabela 3- Códigos relativos ao tipo de infraestruturas

<i>Família de infraestruturas</i>	<i>Exemplo de código</i>
<i>Reservatório</i>	R01
<i>Estação elevatória</i>	E01
<i>ETA</i>	T01
<i>Captação</i>	C01
<i>Conduta</i>	01

4.4 As inspeções no processo de gestão de ativos

A gestão de ativos da empresa tem por base, entre outros, os dados relativos às inspeções dos mesmos. Gerindo a informação fornecida pelas inspeções, é possível torná-la consistente, organizada e disponível à tomada de decisão. As etapas consideradas são as seguintes: Definição do Plano Anual de Inspeções, Análise de informação sobre os ativos a inspecionar e avaliar, Inspeção à infraestrutura, Elaboração do Relatório e Ficha de Avaliação do Ativo (RFA) e Planeamento de intervenções futuras.

O conjunto de ações de intervenção planeadas pela empresa nos ativos, são de natureza muito diversa (RFA's ou outros contributos, como propostas da Administração) e resultam da avaliação do desempenho de cada um dos ativos analisados. Em função das limitações de recursos sempre existentes, será nesta fase necessário identificar quais as intervenções mais relevantes e que devam por isso ser consideradas em sede de Planos de Atividades e Orçamento. A Figura 13 representa esquematicamente o processo referido.

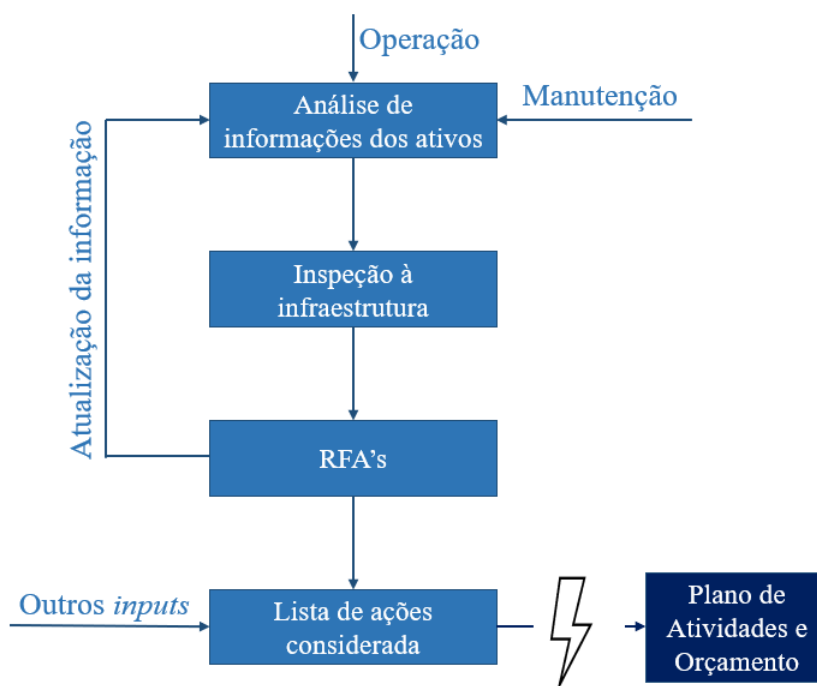


Figura 13- Etapas intervenientes na criação do Plano de Atividades e Orçamento

Definição do Plano Anual de Inspeções

No início de cada ano, a Equipa de Gestão de Ativos (EGA) elabora o Plano Anual de Inspeções aos ativos, a executar no decorrer desse ano. Este plano deve conter informação sobre quais as infraestruturas a visitar, motivo da sua seleção e indicação dos meses durante os quais se desenvolve o trabalho. A escolha dos ativos a inspecionar será efetuada, preferencialmente, tendo em conta os seguintes aspetos (Águas do Douro e Paiva 2020):

- Ativos sinalizados pela EXP (equipas da operação e manutenção) devido a deficiências detetadas, frequência e tipologia de avarias registadas, resultado da avaliação dos planos de operação e dos planos de manutenção - quer preventiva, quer corretiva - por motivos de força maior;
- Ativos considerados críticos após efetuada a avaliação/reavaliação do risco;
- Informação sobre acidentes, quase acidentes, emergências ou casos de força maior ocorridos nos ativos;
- Ativos novos, integrados ou que foram alvo de reabilitações profundas;
- *Feedback* de partes interessadas, como por exemplo: reclamações, processo de avaliação da satisfação dos clientes;
- Outra informação relevante.

O Plano Anual de Inspeções é alvo de aprovação pela Administração. As revisões ao mesmo são aprovadas pelo diretor da GAE e ficam disponíveis no *software* de informação da empresa.

Análise de informação sobre os ativos a inspecionar e avaliar

Previamente e como preparação da inspeção, a GA analisa a informação disponível sobre o ativo a inspecionar, nomeadamente dados sobre:

- Características técnicas do ativo;
- Projetos de execução;
- Telas finais;
- Relatórios de avaliações anteriores, inspeções ou funcionais (se aplicável);
- Problemas diagnosticados e possíveis soluções (se aplicável);
- Elementos para aferir a *performance* da instalação, tais como caudais, resultados analíticos, consumos, indicadores de desempenho, entre outros;
- Informação sobre gestão de resíduos, gestão energética, gestão de lamas (se aplicável);
- Informação sobre monitorização de ruído e emissões atmosféricas (se aplicável);
- Informação de manutenção, incluindo resultados de testes e ensaios.

Inspeção à infraestrutura

A inspeção à infraestrutura decorrerá no dia previamente combinado e será coordenada por um elemento da GA. Durante a visita a equipa de inspeção procederá:

- À confirmação da informação cadastral do ativo;
- À inspeção visual do estado ou condição do ativo;

- Ao registo fotográfico das principais partes do ativo e das anomalias verificadas (se aplicável);
- À recolha de informação da operação e da manutenção.

Elaboração do Relatório e Ficha de Avaliação do Ativo

Com base nas informações recolhidas na inspeção e em todos os elementos recolhidos até à data, a equipa de inspeção preenche o Relatório e Ficha de Avaliação (RFA) do ativo.

O RFA do ativo integra duas componentes:

1. A descrição geral do ativo e os principais resultados da inspeção realizada, com o registo das principais constatações da inspeção, bem como as propostas de atuação (ações);
2. A ficha de avaliação do ativo, que atribui uma pontuação conforme a avaliação global do seu desempenho nos aspetos de “*Performance*”, “Estado ou condição”, e “Segurança”, tal como representado na Tabela D12 do Anexo D. A avaliação global do desempenho do ativo é a média da classificação atribuída aos três aspetos, sendo que se alguma se classificar como insatisfatória, a avaliação global do desempenho passará também a classificação insatisfatória. O aspeto que se encontra mais diretamente relacionado com o nível de risco dos ativos é o “Estado ou condição”.

O RFA traduz o desempenho do ativo de forma qualitativa e quantitativa, de acordo com a seguinte escala, representada pela Figura 14:

Avaliação global do desempenho	Excelente	Bom	Satisfatório	Medíocre	Crítico
Classificação	5,0 a 4,5 inclusive	4,49 a 3,75 inclusive	3,74 a 3,0 inclusive	2,99 a 2,24 inclusive	< 2,24

Figura 14- Métrica da avaliação global do desempenho da infraestrutura (adaptado de Águas do Douro e Paiva 2020)

Existe um manual de apoio à avaliação da aptidão funcional de infraestruturas da AdP que serve de referência ao preenchimento da RFA.

Após a elaboração do RFA do ativo, este é enviado para aprovação da Administração da empresa.

Planeamento de intervenções futuras

Considerando a informação obtida e tratada nos pontos anteriores, as intervenções devem ser planeadas, incluindo a identificação dos investimentos a realizar no curto, médio e longo prazos. As intervenções a implementar podem ser de substituição, reabilitação ou melhoria. Em termos de planeamento das intervenções futuras, diversos planos asseguram a realização de ações, responsabilidades e prazos nas diferentes fases do ciclo de vida dos ativos. Os planos existentes são os seguintes: “Plano de Atividades e Orçamento”, “Plano de Ação da Gestão de Ativos”, “Plano de Investimentos”, entre outros.

Sempre que existem despesas relacionadas com:

- beneficiações/renovações em ativos operacionais;
- grandes reparações, que ocorrem em intervalos regulares de tempo e obrigam a paragens programadas dos ativos;

- modernização, que consiste na substituição, alteração, adição ou adaptação de equipamentos/partes de instalações com o objetivo de proceder à adaptação das instalações a novas condições de funcionamento quer seja por alterações da tecnologia, condições de mercado, ou restrições ambientais, etc.;
- as mesmas podem ser classificadas como investimentos, desde que se verifique algum dos seguintes efeitos:
- aumento da vida útil do ativo;
 - aumento da capacidade de produção dos ativos;
 - aumento da produtividade ou eficiência dos ativos;
 - proveitos adicionais traduzidos em influxos de caixa;
 - garantia de segurança de pessoas e infraestruturas;
 - prevenção da poluição e proteção ambiental;
 - redução dos consumos de energia;
 - reduções de gastos operacionais.

4.5 Metodologia de apreciação do risco

Além do desempenho de cada ativo e da otimização que se procura obter para cada um deles, é fundamental garantir a qualidade do serviço prestado (abastecimento de água em quantidade e qualidade). Cada ativo pode ser analisado também do ponto de vista do risco que pode representar. Conhecer a probabilidade de falha associada a cada ativo, bem como a consequência dessa falha são as partes integrantes da abordagem do risco.

A empresa tem-se demonstrado consciente da importância desta temática, aprofundando e desenvolvendo modelos de análise de risco. Tendo por base a metodologia de análise de risco *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), o grupo Águas de Portugal desenvolveu em 2017 um conjunto de critérios para a classificação de ativos quanto à sua funcionalidade e criticidade. Para a aplicação do FMEA é necessário dispor de rigorosa informação relativa aos ativos, nomeadamente relatórios de aptidão funcional, localização geográfica, ordens de trabalho e relatórios de inspeção, tendo em vista avaliar a probabilidade de falha do ativo (funcionalidade).

Através da classificação dos critérios presentes nas tabelas de avaliação do risco, é possível determinar o nível de risco associado a cada ativo do sistema.

Cada família de infraestruturas (Captações, Conduatas, Estações Elevatórias, ETA's e Reservatórios) é avaliada de forma diferente, através de diferentes tipos de indicadores, possuindo assim tabelas e matrizes de risco próprias, como se encontra representado no Anexo A.

Para além disso, para cada família de infraestruturas, a análise de risco é avaliada de forma diferente conforme diga respeito à construção civil (CC), ou aos equipamentos (EQ) da infraestrutura. Esta distinção deve-se à diferença inerente às naturezas dos dois componentes infraestruturais. O nível de risco de cada ativo é calculado tendo por base a família de infraestruturas e o componente infraestrutural (CC ou EQ). Podem, portanto, existir para a mesma infraestrutura níveis de risco diferentes consoante se esteja a fazer referência à sua construção civil ou equipamentos instalados.

No caso dos Reservatórios e Condutas, a percentagem de elementos pertencentes ao constituinte EQ é muito inferior por comparação com o constituinte CC. Neste tipo de infraestruturas o constituinte EQ é desprezado, sendo apenas considerado o constituinte CC.

De forma a tornar mais explícito o processo de cálculo do nível de risco associado a cada ativo, será apresentado com detalhe a metodologia subjacente à avaliação de risco das estações elevatórias (EE). Para todos os outros tipos de infraestruturas foi seguida a mesma lógica.

4.5.1 Avaliação do risco das Estações Elevatórias - construção civil

Funcionalidade

No que diz respeito à construção civil das EE, tal como representado na Figura 15, a funcionalidade é repartida por dois critérios: a “Avaliação Estrutural” com o peso de 80%, dada pelo indicador “Nota de Inspeção”, e a “Implicação na Exploração” com o peso de 20%, dada pelo indicador “Gravidade do Impacto” (Águas do Douro e Paiva 2020).

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Funcionalidade (Probabilidade)	Avaliação Estrutural	Nota de Inspeção	80%	Muito Bom	1
				Bom	2
				Razoável	3
				Mau	4
				Muito Mau	5
	Implicação na Exploração	Gravidade do Impacto	20%	Sem Gravidade	1
				Pouco Grave	3
				Grave	4
				Muito Grave	5

Figura 15-Critérios para determinação da funcionalidade na construção civil das EE

A “Nota de inspeção” é definida pela classificação atribuída ao “Estado ou condição” do ativo no RFA. Na Figura 16, encontra-se a correspondência entre a classificação presente nos RFA’s (na vertente “Estado ou condição” do ativo) e a métrica da “Nota de inspeção”. O número atribuído à classificação resulta da consideração de uma série de parâmetros, tal como os representados no Anexo A.

Classificação	5,0 a 4,5, inclusive	4,49 a 3,75, inclusive	3,74 a 3,0, inclusive	2,99 a 2,24, inclusive	< 2,24
Métrica (Nota de Inspeção)	Muito Bom	Bom	Razoável	Mau	Muito Mau

Figura 16-Correspondência: Classificação e respetiva métrica do indicador “Nota de inspeção” do ativo (Águas do Douro e Paiva 2020)

O indicador “Gravidade do impacto” é o resultado das patologias existentes na construção civil e do modo como interferem na operação e manutenção das EE. A métrica é definida através da Tabela 4.

Tabela 4- Métrica do indicador "Gravidade do impacto"

Gravidade do impacto

<i>Sem gravidade (1)</i>	Ativo sem patologias ou quando as patologias existentes não interferem no modo de operação e manutenção.
<i>Pouco grave (2)</i>	Quando as patologias existentes interferem, sem condicionar o modo de operação e manutenção.
<i>Grave (3)</i>	Quando as patologias existentes interferem, sem condicionar o modo de operação e manutenção.
<i>Muito grave (4)</i>	Quando as patologias existentes condicionam significativamente o modo de operação e manutenção do ativo.

A pontuação para cada ativo de elevação é definida juntamente com os responsáveis da exploração das mesmas. Em resumo, a funcionalidade na construção civil dos ativos de elevação, define-se de acordo com a equação (4.1):

$$\text{Funcionalidade} = \text{Nota de inspeção} \times 0,80 + \text{Gravidade do impacto} \times 0,20 \quad (4.1)$$

Criticidade

No caso dos ativos de elevação, a criticidade é repartida pelos seguintes critérios: “Relevância”, com o peso de 75%, dada pelo indicador “Volume anual elevado”; e “Redundância”, com o peso de 25%, dada pelo indicador “Alternativa de elevação”. De acordo com o guia desenvolvido pela Associação Portuguesa de Distribuição e Abastecimento de Água (APDA) em 2017, as métricas do volume anual elevado devem ser definidas pelas entidades gestoras, em função da sua dimensão e volume anual elevado. Sendo assim, a métrica do volume anual elevado, é definida do seguinte modo, pela Figura 17:

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Criticidade (Consequência)	Relevância	Volume Anual Elevado (1000 x m ³)	75%	Volume ≤ 100	1
				100 < Volume ≤ 1.000	2
				1.000 < Volume ≤ 5.000	3
				5.000 < Volume ≤ 10.000	4
				Volume > 10.000	5
	Redundância	Alternativa de Elevação	25%	Total	1
				Total/Parcial	2
				Parcial	3
				Não/Parcial	4
				Não	5

Figura 17- Critérios para determinação da criticidade na construção civil e equipamentos das EE

O indicador “Alternativa de elevação” consiste na verificação da existência de alternativas ao ativo em causa, a métrica é definida pela Tabela 5.

Tabela 5- Métrica do indicador "Alternativas de elevação"

Alternativas de elevação

<i>Total (1)</i>	Existência de alternativa de elevação, que dá resposta de 100% dos volumes requeridos.
------------------	--

<i>Total/Parcial (2)</i>	Existência de alternativa de elevação, que dá resposta de 61% a 99% dos volumes requeridos.
<i>Parcial (3)</i>	Existência de alternativa de elevação, que dá resposta de 41% a 60% dos volumes requeridos.
<i>Não/Parcial (4)</i>	Existência de alternativa de elevação, que dá resposta de 1% a 40% dos volumes requeridos.
<i>Não (5)</i>	Inexistência de alternativa de elevação.

Em resumo, a criticidade na construção civil dos ativos de elevação, define-se de acordo com a equação (4.2):

$$\text{Criticidade} = \text{Volume anual elevado} \times 0,75 + \text{Alternativa de elevação} \times 0,25 \quad (4.2)$$

4.5.2 Avaliação do risco das Estações Elevatórias - equipamentos

Funcionalidade

No que diz respeito aos equipamentos das EE, a probabilidade é definida por um único critério, o “Desempenho real”, que por sua vez é repartido pelos seguintes indicadores: “Grau de obsolescência”, com o peso de 10%; “Nível de utilização da capacidade instalada”, com o peso de 20%; “Número e gravidade das anomalias” com o peso de 30%; “Adequação à exploração”, com o peso de 30% e “Nota de inspeção”, com o peso de 10%. A Figura 18 representa a tabela para determinação do valor da funcionalidade dos equipamentos das Estações Elevatórias.

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Funcionalidade (Probabilidade)	Desempenho Real	Grau de Obsolescência	10%	Sem problemas	1
				Dificuldade na obtenção de peças de reserva	3
				Descontinuados sem peças de reserva	5
		Nível de utilização da capacidade instalada	20%	Nível < 0,6	1
				$0,6 \leq \text{Nível} < 0,7$	2
				$0,7 \leq \text{Nível} < 0,8$	3
				$0,8 \leq \text{Nível} < 0,9$	4
				Nível $\geq 0,9$	5
		Número e Gravidade das Anomalias	30%	Impacto reduzido	1
				Impacto médio	3
				Impacto elevado	5
		Adequação à Exploração	30%	Adequado	1
				Adequado com limitações	3
				Não adequado	5
		Nota de Inspeção	10%	Muito Bom	1
				Bom	2
				Razoável	3
				Mau	4
				Muito Mau	5

Figura 18- Critério para determinação da funcionalidade nos equipamentos das EE

O “Grau de obsolescência” traduz a existência ou inexistência (no mercado) de peças de reserva para os equipamentos das EE, sendo determinada por três métricas:

- (i) sem problemas;
- (ii) dificuldade na obtenção de peças de reserva;
- (iii) descontinuados sem peças de reserva;

Esta informação é fornecida pelas equipas da manutenção.

De modo a adaptar os critérios definidos no “Desempenho real” propostos pela APDA às necessidades da AdDP, foi incorporado um indicador designado por “Nível de utilização da capacidade instalada”, que permite verificar se a instalação está perto de atingir a capacidade de elevação instalada. Este indicador é calculado dividindo o volume de elevação do mês de maior consumo da EE, pela sua capacidade instalada. Relativamente ao “Número e gravidade das anomalias” este pode ser classificado pelo impacto que as anomalias têm sobre os equipamentos eletromecânicos, sendo estes dados fornecidos pela equipa de Manutenção. Os tipos de impacto podem ser avaliados conforme estabelecido na Tabela 6.

Tabela 6- Métrica de classificação do indicador “Número e gravidade de anomalias”

Níveis de impacto

<i>Impacto reduzido (1)</i>	Quando os equipamentos possuem anomalias que não condicionam o funcionamento do ativo.
<i>Impacto médio (2)</i>	Quando os equipamentos possuem anomalias que condicionam o funcionamento do ativo.
<i>Impacto elevado (3)</i>	Quando os equipamentos possuem anomalias que obrigam à paragem do funcionamento do ativo.

No indicador “Adequação à exploração”, os responsáveis pela operação e manutenção dos ativos (equipamentos) são questionados quanto à:

- Adequabilidade das mesmas à operação; por exemplo, sobre ou subdimensionamento às necessidades de operação, alto/baixo indicador de eficiência energética da EE, a capacidade de resposta perante cenários futuros, entre outros;
- Manutenção; por exemplo, caso o regime de funcionamento impossibilite ações de manutenção;
- Gestão energética;
- Segurança.

Estes devem considerar as três métricas definidas na “Adequação à exploração” (“Adequado”, “Adequado com limitações”, “Não adequado”).

A “Nota de inspeção” é dada pela classificação da avaliação visual aquando das operações de inspeção e é definida nos RFA’s. A classificação para a “Nota de inspeção”, é dada pela média ponderada dos três componentes, da seguinte forma: 50% para a avaliação do estado dos equipamentos eletromecânicos; 25% para a avaliação das instalações elétricas e 25% para a avaliação da instrumentação/automação. A correspondência entre a classificação presente nos RFA’s e as métricas da nota de inspeção encontra-se na Figura 16.

Em resumo, a funcionalidade nos equipamentos dos ativos de elevação, define-se de acordo com a equação (4.3):

$$\text{Funcionalidade} = \text{Grau de obsolescência} \times 0,10 + \text{Nível de utilização da capacidade instalada} \times 0,20 + \text{Número e gravidade das anomalias} \times 0,30 + \text{Adequação à exploração} \times 0,30 + \text{Nota de Inspeção} \times 0,10 \quad (4.3)$$

Criticidade

A criticidade dos equipamentos dos ativos de elevação, toma os mesmos critérios, indicadores e métricas definidas na construção civil.

4.5.3 Avaliação do risco das Condutas

No caso das Condutas, praticamente não são realizadas inspeções. Isto acontece uma vez que as Condutas que integram o sistema da AdDP funcionam a alta pressão e as técnicas de inspeção para este tipo de Condutas são bastante dispendiosas.

Na avaliação de risco desta família infraestrutural, o critério “Desempenho esperado” corresponde a 40% da funcionalidade, e consideram-se os indicadores “Idade” e “Material predominante”, em vez da habitual “Nota de inspeção”, Tabela A3 do Anexo A. Os restantes 60% da funcionalidade atribuem-se ao critério “Desempenho real”, que corresponde ao histórico de avarias registadas nas Condutas, o indicador designa-se por “Nº avarias/ano/100Km”.

A funcionalidade e criticidade das Condutas, define-se de acordo com as equações (4.4) e (4.5), respetivamente:

$$\text{Funcionalidade} = \text{Idade} \times 0,20 + \text{Material predominante} \times 0,20 + \text{Nº avarias/ano/100Km} \times 0,60 \quad (4.4)$$

$$\text{Criticidade} = \text{Alternativa de abastecimento} \times 0,60 + Q_{ad}/Q_{for} \times 0,40 \quad (4.5)$$

Onde:

Q_{ad} : Caudal fornecido pela Conduta

Q_{for} : Caudal que entra no sistema

4.5.4 Matriz de risco

Sendo o risco determinado pelo produto entre a funcionalidade e a respetiva criticidade, a matriz de risco tem por base estes dois parâmetros. Os valores relativos a estes parâmetros calculam-se através das tabelas de risco, no Anexo A. A matriz de risco, cujos eixos variam entre 1 e 5, é representada por uma tabela de dupla entrada, Figura 19, onde a criticidade é distribuída no eixo horizontal e a funcionalidade no eixo vertical, conforme apresentado no Anexo B.

No caso das Estações Elevatórias, Captações e ETA's existem duas matrizes de risco, uma para a construção civil (CC) e outra para os equipamentos (EQ). Os resultados da avaliação de risco ficam documentados nas respetivas matrizes de risco. Através da análise visual da matriz de risco CC ou EQ é possível destacar para cada família de infraestruturas, os ativos mais críticos do sistema global da empresa. No entanto, a análise de matrizes de risco apenas permite comparar os níveis de risco associados a ativos da mesma família infraestrutural.

A fim de priorizar eficazmente a totalidade das intervenções, referentes aos ativos existentes na empresa, é necessário ter em conta os diferentes níveis de risco dos ativos.

Funcionalidade (Probabilidade)	Muito Mau	5						
	Mau	4						
	Razoável	3						
	Bom	2						
	Muito Bom	1						
			1	2	3	4	5	
			Muito Bom	Bom	Razoável	Mau	Muito Mau	
			Críticidade (Consequência)					

Figura 19- Matriz de Risco (Águas do Douro e Paiva 2020)

4.5.5 Periodicidade de revisão

O risco é atualizado anualmente, com base nas inspeções realizadas e nos dados da operação e manutenção. No caso de ocorrência de alterações relevantes em termos organizacionais ou metodológicas, emergências, acidentes ou casos de força maior, será feita uma reavaliação do risco do ativo afetado.

As tabelas relativas à avaliação do nível de risco das componentes infraestruturais (EQ e CC) das cinco famílias de infraestruturas estudadas (Captações, Condutas, Estações Elevatórias, ETA's, e Reservatórios) encontram-se representadas no Anexo A.

5 Apresentação da solução proposta

Neste capítulo são apresentadas detalhadamente as etapas intervenientes no processo de resolução do problema.

Considerações

Apesar da empresa, até ao momento, utilizar valores inteiros arredondados relativos à funcionalidade e criticidade dos ativos, calculados pelas tabelas de risco, para representação nas matrizes de risco, neste projeto, estes valores serão representados com duas casas decimais. Desta forma pretende-se eliminar eventuais perdas de rigor inerentes aos arredondamentos, garantindo uma maior precisão e robustez ao método utilizado daqui em diante.

Embora a análise do risco seja efetuada pela organização de forma qualitativa, através de matrizes de risco, neste trabalho será utilizado o valor numérico do risco, o que possibilita a comparação mais rigorosa entre ativos. A cada ativo, componente infraestrutural (EQ ou CC) de uma infraestrutura, corresponde um nível de risco, que é o valor inteiro arredondado do cálculo da funcionalidade $\times$ criticidade.

5.1 Análise de dados

A empresa AdDP é detentora de abundantes registos de dados relativos ao nível de risco dos ativos dos seus sistemas. Esta disponibilidade permitiu realizar uma leitura crítica dos mesmos, tendo-se concluído que se trata de um conjunto de informação muito relevante e potencialmente adequada ao objetivo do presente projeto. No âmbito do presente trabalho, foram completadas e atualizadas todas as avaliações de risco dos diversos ativos constituintes dos três sistemas em exploração.

A análise detalhada dos ficheiros existentes (RFA's e documentos relativos às infraestruturas), denota heterogeneidade a nível de informação. Esta situação deve-se ao facto da empresa estar a consolidar o seu sistema de gestão de ativos e de gestão do risco. As principais discrepâncias dos dados registaram-se nos valores das "Notas de inspeção" (presentes nos RFA's das infraestruturas), devido ao facto de serem equipas distintas, por tipo de instalação, a efetuar esta atividade. Considera-se que o facto de não existir uma equipa fixa destinada à realização de inspeções, pode criar conflitos no que toca ao alinhamento das mesmas. A alternância entre equipas de inspeção aumenta a subjetividade inerente a atividades de inspeção.

Constatou-se que a avaliação da componente infraestrutural equipamentos (EQ) das ETA's carecia de complemento e atualização. Para ultrapassar esta questão, e possibilitar a comparação dos níveis de risco entre os diferentes ativos do sistema global, como pretendido com o projeto, foram inseridos dois indicadores nas tabelas de risco das mesmas, "Nível de utilização da capacidade instalada" e "Alternativa de elevação". Através desta melhoria no método de avaliação de risco, os critérios para a avaliação dos EQ das Captações, Estações

Elevatórias e ETA's tornam-se idênticos, o que possibilita a comparação entre os níveis de risco dos ativos dos sistemas, algo que até o momento não era possível.

Com o intuito de simplificar a análise e a interpretação de dados utilizou-se o *Microsoft Power BI* que, através de *dashboards* (criados com base num ficheiro em *Excel*), permite a visualização dos mesmos. O ficheiro *Excel* reúne os dados de risco calculados, permitindo o reporte da posição de risco de todos os ativos de uma forma integrada, coerente, devendo ser atualizado ao longo do tempo, as tabelas do Anexo F apresentam o documento elaborado. Métodos que possibilitem a visualização de dados consideram-se um interessante instrumento de apoio à gestão e até mesmo fase integrante do processo de tomada de decisão, uma vez que permitem sistematizar múltiplas informações e transformá-las em conhecimento, facilmente comunicável. Este aspeto é particularmente importante quando se está perante volumes consideráveis de dados, como é o caso.

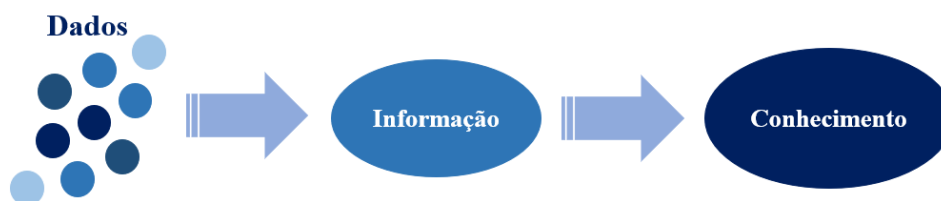


Figura 20- Dos dados até ao conhecimento

Microsoft Power BI

O *Power BI* (*Business Intelligence*) é um serviço de *business analytics* da *Microsoft*, lançado em 2015. O objetivo deste *software* é analisar dados através de visualizações, seja através de relatórios ou *dashboards* interativos, suportando um processo de tomada de decisão rápido e informado. Algumas vantagens do *Power BI* relativamente a outras ferramentas de visualização são a capacidade de carregar visualizações personalizadas através do *AppSource*, o acesso à informação em tempo real e em qualquer aplicativo móvel e a facilidade de uso.

Análise dos dashboards

No Anexo C encontram-se os *dashboards* desenvolvidos no projeto e apresentados à empresa. Através da visualização de dados em *Power BI* conclui-se que os níveis de risco médios dos subsistemas apresentam valores bastante próximos (entre 4,39 e 5,31) e que o subsistema 104 é o de maior valor, Figura 21.

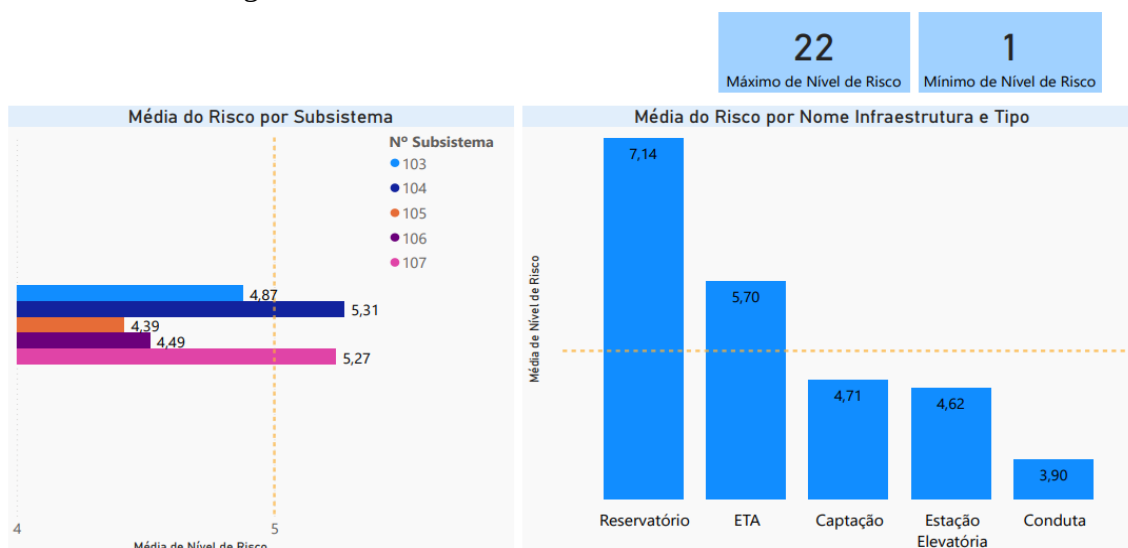


Figura 21-Dashboard nível de risco por subsistema e por infraestrutura

Os níveis médios de risco associados às cinco famílias de infraestruturas apresentam valores mais distintos entre si, o nível de risco médio mais baixo é o das Condutas (3,90) e o mais elevado é dos Reservatórios (7,14). É claro que, tratando-se de valores médios, considera-se necessário analisar os valores máximo e mínimo para cada subsistema e família de infraestruturas, de forma a esclarecer a variabilidade desses valores.

No subsistema 103 o nível médio de risco dos Reservatórios e ETA's está acima de 5, valor a partir do qual o nível de risco é considerado médio, Figura 22. O nível máximo de risco deste subsistema é de 14, com um mínimo de 2.

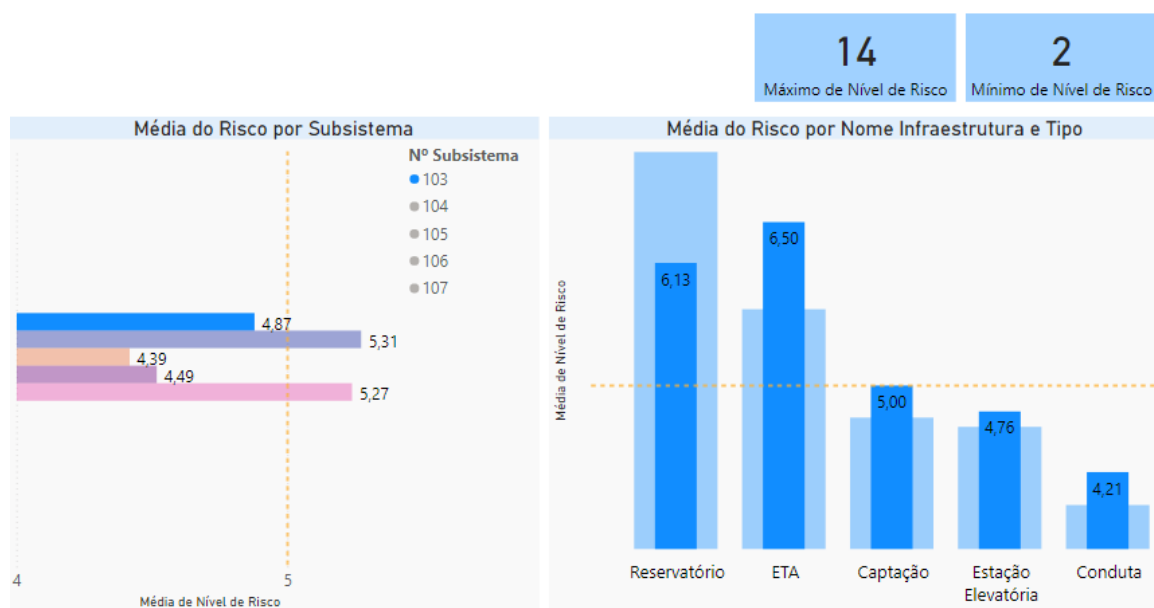


Figura 22- Dashboard nível de risco do subsistema 103

No subsistema 104 o nível médio de risco dos Reservatórios é claramente mais elevado que as restantes famílias de infraestruturas e o nível de risco das Estações Elevatórias é ligeiramente superior a 5, Figura 23. O nível máximo de risco deste subsistema é 22, com um mínimo de 1.

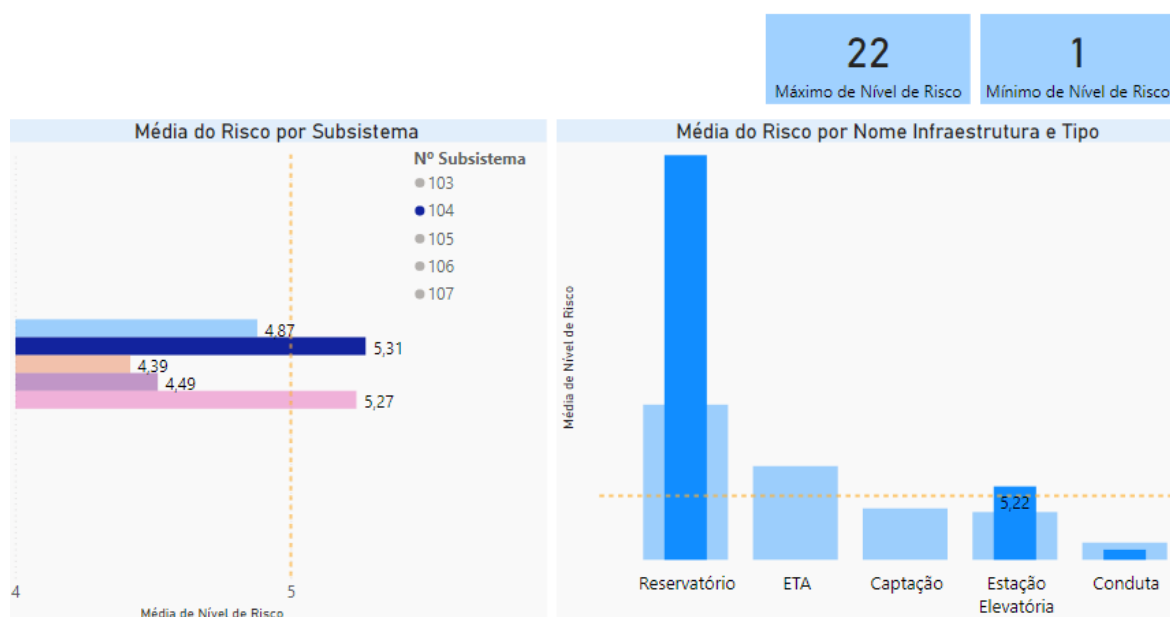


Figura 23- Dashboard nível de risco do subsistema 104

No subsistema 105 o nível médio de risco dos Reservatórios e ETA's está acima de 5, sendo que o nível máximo de risco deste subsistema é de 13, com um mínimo de 1, Figura 24.

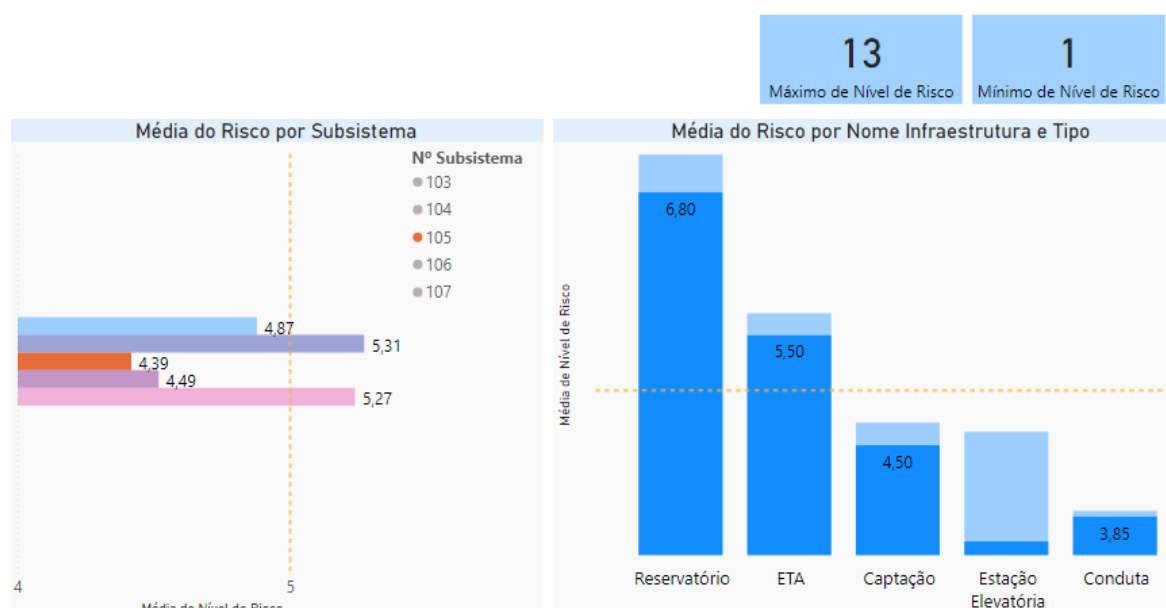


Figura 24- Dashboard nível de risco do subsistema 105

No subsistema 106 o nível médio de risco dos Reservatórios está acima de 5, sendo que o nível máximo de risco deste subsistema é de 14, com um mínimo de 1, Figura 25.

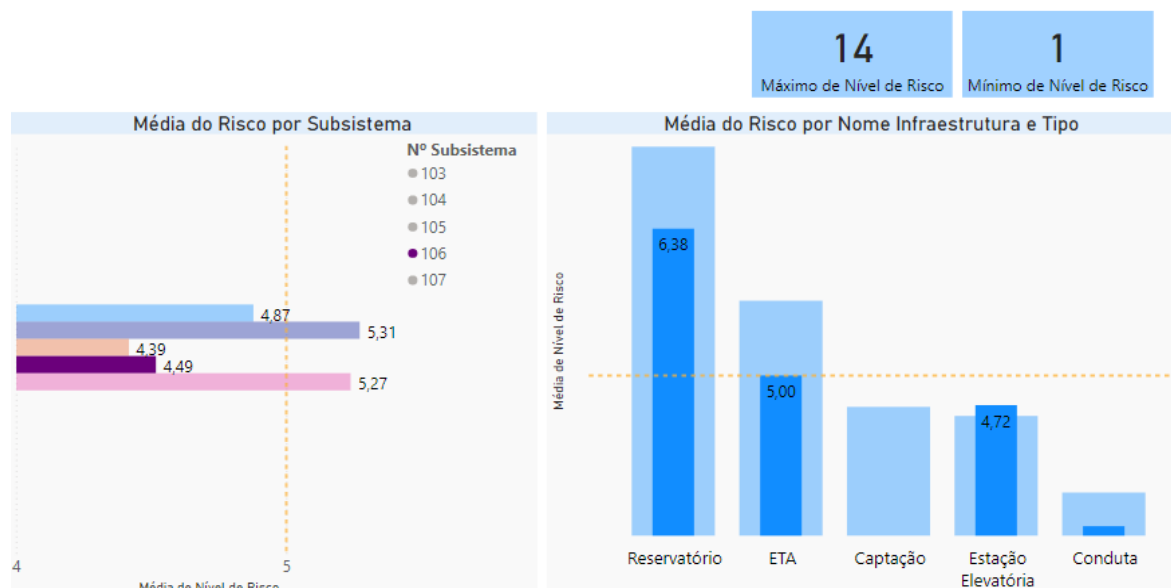


Figura 25- Dashboard nível de risco do subsistema 106

No subsistema 107 o nível médio de risco dos Reservatórios, ETA's e Captações está acima de 5, sendo que o nível máximo de risco deste subsistema é de 11, com um mínimo de 3, Figura 26.

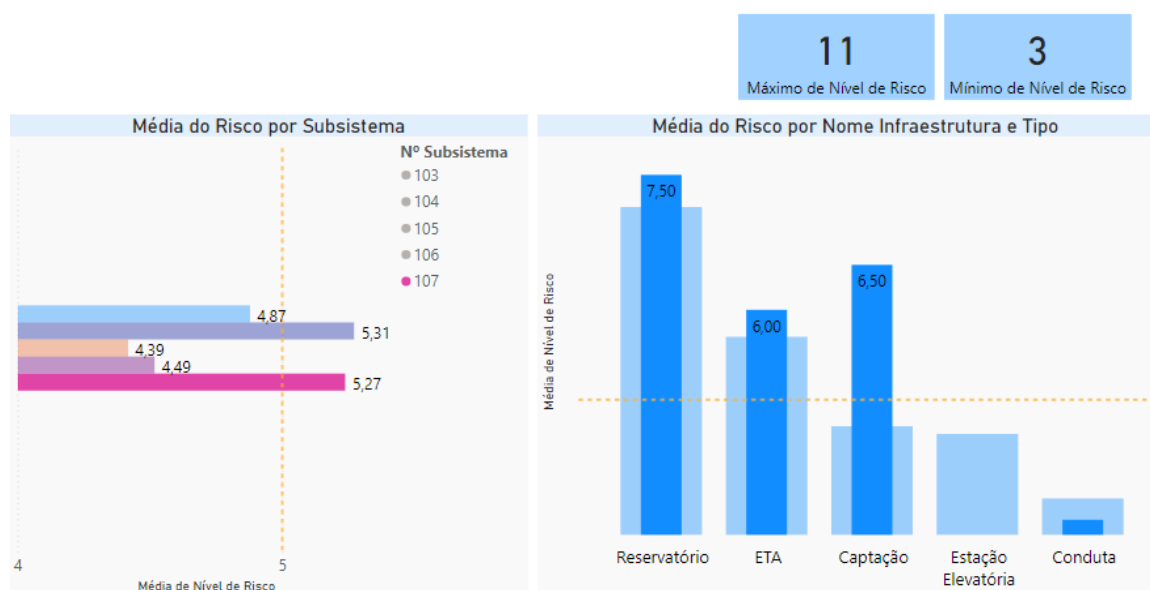


Figura 26- *Dashboard* nível de risco do subsistema 107

Olhando para o sistema global, os Reservatórios têm um nível máximo de risco de 22 e mínimo de 2, as ETA's um nível máximo de risco de 8 e mínimo de 3, as Captações um nível máximo de risco de 9 e mínimo de 2, as Estações Elevatórias um nível máximo de risco de 14 e mínimo de 2 e as Condutas um nível máximo de risco de 10 e mínimo de 1, como representado nas Figuras C1, C2, C3, C4 e C5, do Anexo C.

Sendo que os Reservatórios são a família infraestrutural com níveis de risco mais elevados, Figura C1 do Anexo C, no caso destas infraestruturas considera-se pertinente analisar os valores relativos ao indicador “Estado de condição dos ativos”. Este indicador, uma vez que corresponde a 90% do valor da funcionalidade é o principal indicador a ser alterado com a implementação de ações.

No sentido de identificar os ativos de nível de risco mais elevado da AdDP, foi criado um *dashboard* com filtro para registar níveis de risco pertencentes ao intervalo [15;25]. Através desta ferramenta, garantindo que os níveis de risco dos ativos se encontram devidamente atualizados, é possível obter rapidamente a informação de quais os ativos da AdDP que necessitam de intervenções mais imediatas. Apenas foi registado um ativo, conforme se verifica na Figura 27, o ativo é um Reservatório e pertence ao subsistema 104.

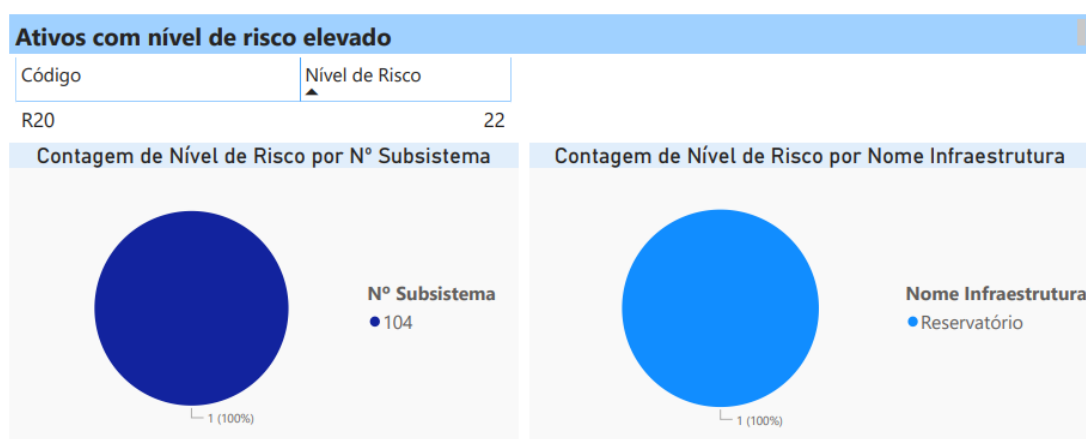


Figura 27- *Dashboard* ativos de nível de risco elevado (maior ou igual a 15)

Foi também criado outro filtro para registar níveis de risco pertencentes ao intervalo [5;15], de forma a sinalizar os ativos com nível de risco médio. Identificou-se um conjunto de 78 infraestruturas, como representado na Figura 28. Foram identificados os subsistemas e tipos de infraestruturas aos quais os ativos assinalados pertencem. Naturalmente que subsistemas e famílias de infraestruturas de maior dimensão, terão associadas percentagens mais elevadas de ativos com nível de risco médio, no entanto através desta análise identifica-se onde é que as equipas de manutenção terão de intervir mais frequentemente.

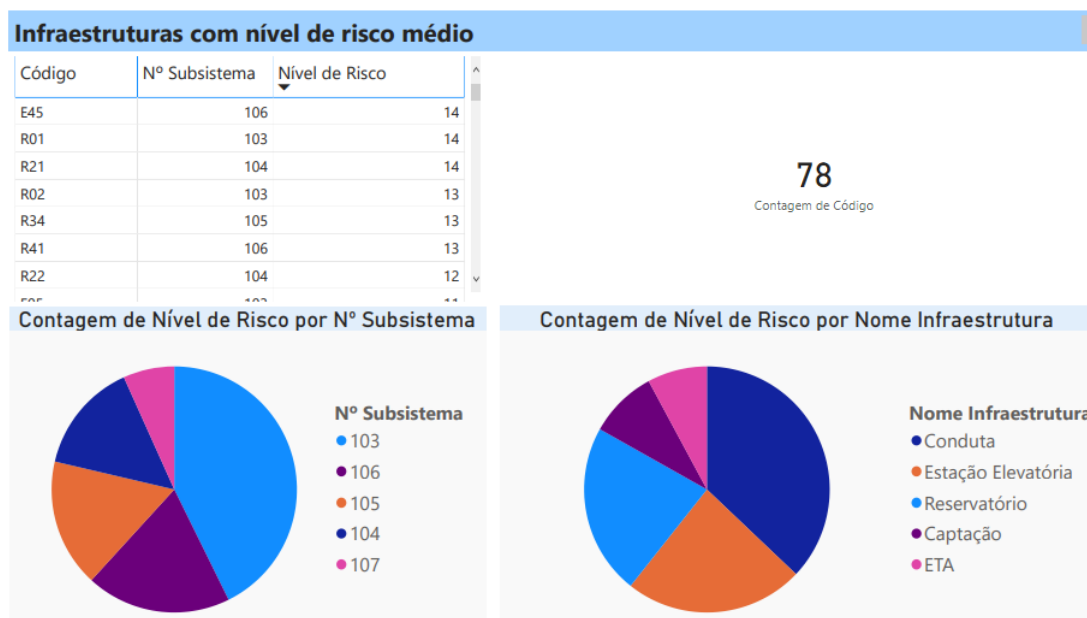


Figura 28- *Dashboard* ativos de nível de risco médio

Através do *dashboard* representado pela Figura 29, é possível analisar o conjunto de ações planeadas, e constatar a sua repartição por tipologia de ações, por tipo de componente infraestrutural, por subsistema e por família de infraestruturas. A comparação dos *dashboards* das Figuras 29 e Figura 28 permite verificar o alinhamento das ações planeadas.

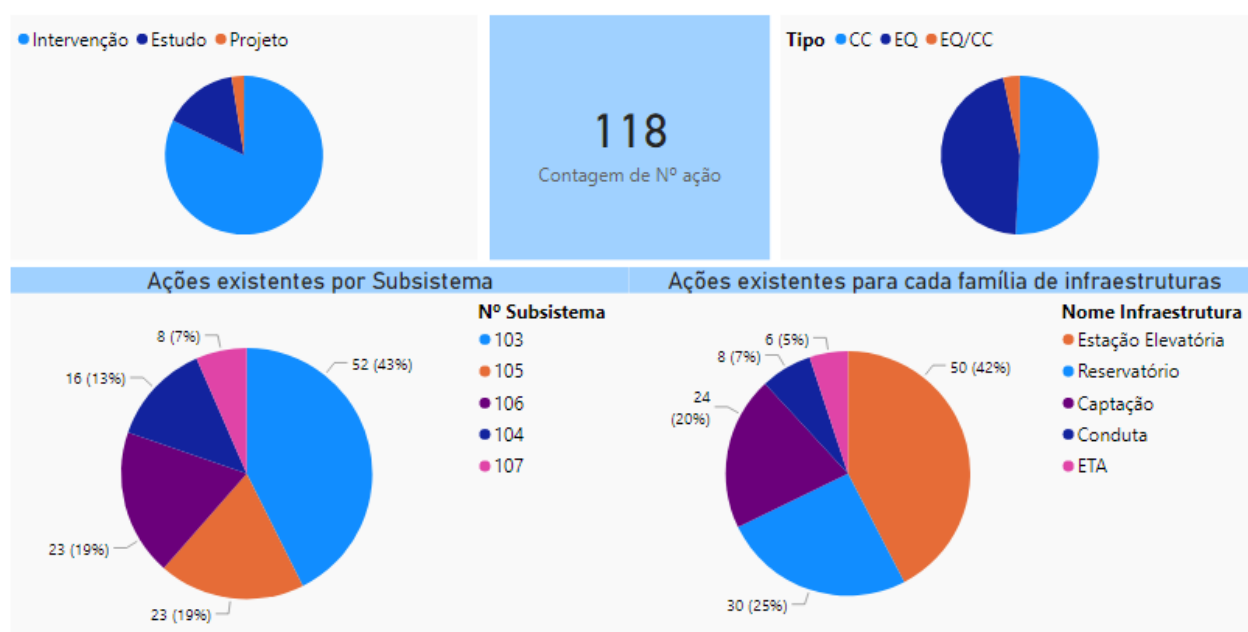


Figura 29- *Dashboard* para análise do conjunto de ações considerado

Com base nos dados relativos às falhas registadas nas infraestruturas integrantes da AdDP nos últimos três anos, considerou-se pertinente a análise do número de “Falhas/nº de ativos” e número de “Falhas/Km de Conduta” associado a cada subsistema. Esta informação pode ser visualizada pelo *dashboard* da Figura 30. Constatou-se que ambos os indicadores estão repartidos de forma equilibrada pelos 5 subsistemas. O subsistema 104 revela um número de “falhas/nº ativos” ligeiramente mais elevado, passando-se o mesmo no subsistema 105 relativamente a “falhas/Km de Conduta”. Esta informação considera-se interessante na medida em que contribui para um melhor conhecimento geral sobre os subsistemas.

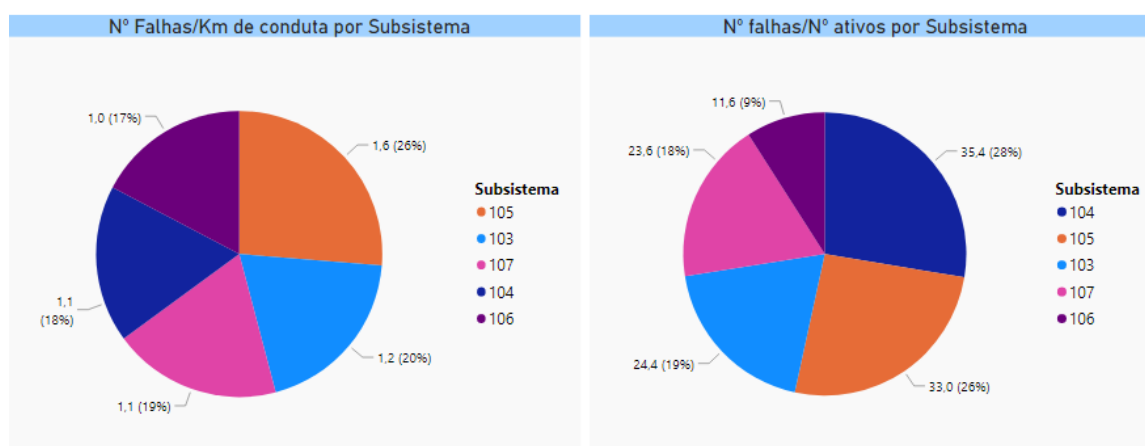


Figura 30- *Dashboard* para análise dos registos de falhas dos ativos do sistema global da AdDP, registos desde abril 2017 a fevereiro 2021

5.2 Ações

Um conjunto de 168 ações, são aquelas que, num primeiro momento, o presente trabalho pretendeu priorizar. As ações foram identificadas pela equipa de gestão de ativos da empresa.

Após estudo e interpretação aprofundados de cada uma das ações presentes na lista, evidenciou-se uma grande diversidade no que respeita à tipologia de trabalhos propostos, dificultando a análise conjunta das ações visando a sua priorização. Algumas das ações elencadas podem ser consideradas como “tarefas” a transmitir à equipa de exploração, na sequência das inspeções, não tendo qualquer impacto no risco. Muitas dessas ações, não envolvem custos e são de bastante simples execução, trabalhos que podem ser iniciados a qualquer momento, sem necessidade de priorização. É o caso de etiquetagem de equipamentos, ações de atualização de cadastro, segurança, acompanhamento de fissuras detetadas, verificação de certos aspetos em detalhe, e que não devem ser analisadas em pé de igualdade com as demais. Embora a sua implementação não seja impactante em termos do nível de risco dos ativos, estes tipos de ações são importantes para a gestão de ativos no seu dia-à-dia, daí terem sido identificadas pelas equipas.

Na sequência desta constatação, sentiu-se a necessidade de categorizar as ações conforme a sua pertinência para o estudo, categorizando-se como “Ações de potencial impacto no nível de risco” e “Ações sem impacto no nível de risco”, como se encontra representado no esquema da Figura 31.

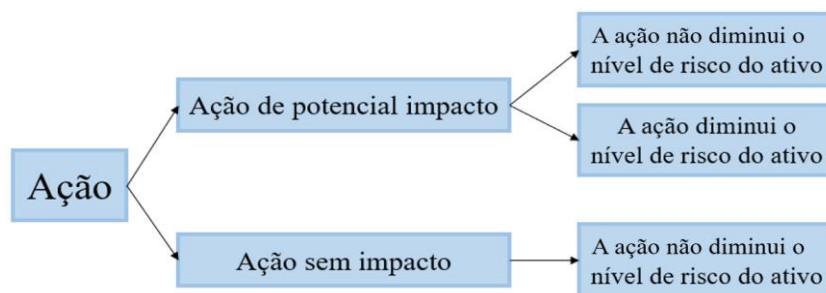


Figura 31- Impactos das ações

Uma ação é considerada de “potencial impacto no nível de risco” quando se relaciona, de alguma forma, com ele. Ou seja, a realização da ação implica melhorias no ativo, avaliadas de acordo com os critérios/indicadores definidos nas tabelas de risco. Alguns dos principais indicadores normalmente alterados com a implementação de ações são a “Nota de inspeção” do ativo, “Grau de obsolescência”, “Número e gravidade das anomalias” e “Adequação à exploração”.

Por sua vez, uma ação considera-se “sem impacto no nível de risco” se não interfere, de nenhuma forma, com os níveis de risco dos ativos, como é o caso da etiquetagem de equipamentos, entre outras já mencionadas. Todas as ações consideradas “sem impacto no nível de risco” de ativos foram excluídas do conjunto inicial de ações, sendo que se consideram ações irrelevantes para o projeto em causa. Chegou-se assim a um conjunto de 118 ações a priorizar.

Após uma nova leitura e análise deste conjunto de ações, definiram-se três categorias distintas de ações: “intervenções”, “projetos” e “estudos”, como representado na Figura 32.

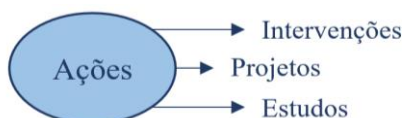


Figura 32- Categorias de ações

“Intervenções” são ações que, uma vez implementadas, têm a capacidade de gerar uma diminuição imediata dos níveis de risco dos ativos. É o caso por exemplo de reabilitações, substituições, reparações, etc. Os “projetos”, embora não correspondam a uma diminuição imediata dos níveis de risco, são cruciais para possibilitar a realização de posteriores intervenções, garantindo o seu planeamento de forma mais eficaz. Os “estudos” são ações realizadas quando existe alguma incerteza, normalmente associada ao estado de um ativo. Este tipo de ações tem uma finalidade informativa, tendo, no entanto, uma enorme importância e podendo comprovar necessidade de intervenções futuras.

5.3 Metodologia de priorização

A metodologia de priorização utilizada neste projeto tem por base nas seguintes etapas:

1. Análise e validação do conjunto de ações a priorizar;
2. Definição dos critérios e determinação do seu peso;
3. Avaliação das ações segundo os critérios estabelecidos;
4. Aplicação do método SAW;
5. Acertos nos patamares de prioridade.

5.3.1 Análise de validação do conjunto de ações a priorizar

Como explicado na secção 5.2, identificou-se um conjunto de 118 ações de potencial impacto no que diz respeito à diminuição dos níveis de risco dos ativos existentes. As ações selecionadas foram listadas e encontram-se parcialmente elencadas no Anexo E, sendo que constituem o campo de trabalho daqui em diante.

5.3.2 Definição e peso dos critérios

De forma a priorizar a lista de ações considerada, foram definidos dois critérios. Os critérios devem estar alinhados com a lógica de priorização pretendida (neste caso, com base no risco) e devem poder ser avaliados para todas as ações em causa.

O 1º critério designa-se por “Nível de Risco do Ativo” e diz respeito ao valor do nível de risco do ativo, podendo variar entre 1 e 25. A prioridade de uma ação relaciona-se com o nível de risco do ativo a que está associado. Este critério pretende diminuir/eliminar níveis de risco mais elevados existentes no sistema global da empresa.

O 2º critério designa-se por “Capacidade de Diminuir o Risco” e diz respeito à capacidade de uma ação diminuir o nível de risco do ativo a ela associado, podendo este valor variar entre 0 e 24. A classificação deste critério, é obtida através da subtração entre o valor do nível de risco atual do ativo e o valor estimado do nível de risco que terá após a intervenção associada (é tida em conta a intervenção associada à ação).

Depois de estabelecidos os critérios, definiu-se com apoio de uma equipa pluridisciplinar, conhecedora do ciclo de vida dos ativos, o peso associado a cada um deles. Assim, atribui-se um peso de 60% para o critério “Nível de Risco do Ativo” e de 40% para o critério “Capacidade de Diminuir o Risco”. A pesagem atribuída valoriza ações cujo ativo associado tenha um nível de risco elevado. Quanto mais elevado for o nível de risco do ativo, para ações igualmente capazes de diminuir o nível de risco do ativo, mais prioritária é a ação.

De uma forma geral considera-se preferível executar ações capazes de reduzir, ainda que ligeiramente, o nível de risco de ativos de risco elevado, do que reduzir, ainda que fortemente, o nível de risco de ativos de nível de risco baixo. Quando o valor do nível de risco de duas ações é próximo entre si, este raciocínio não é tão evidente, como se pode observar no exemplo da Tabela 8. No caso representado na Tabela 8, por aplicação dos critérios e respetivos pesos, é dada preferência à ação y.

Tabela 7- Critérios utilizados e respetivos pesos

Critérios		
Nº	Designação	Peso
1º	Nível de Risco do Ativo	60%
2º	Capacidade de Diminuir o Risco	40%

Tabela 8- Exemplo de aplicação do peso dos critérios

Ação nº	1º Critério	2º Critério	Valor de preferência
x	8	1	5,2
y	7	3	5,4

5.3.3 Avaliação das ações segundo os critérios estabelecidos

Antes da avaliação propriamente dita, é necessário caracterizar cada ação quanto ao código do ativo a que diz respeito e tipo de componente infraestrutural que intervém, podendo tratar-se da construção civil da infraestrutura (CC), dos equipamentos (EQ) ou de ambos (CC/EQ), no caso uma ação dizer respeito à globalidade da infraestrutura, por exemplo, reabilitações. É de referir que os Reservatórios e Conduitas do sistema são avaliados quanto ao risco, apenas pela sua componente de construção civil (CC). Assim, todas as ações que dizem respeito a Reservatórios ou Conduitas serão do tipo CC. Relativamente a ações associadas a Captações, ETA's e Estações Elevatórias, estas poderão ser do tipo CC, EQ ou CC/EQ. Após ter associado a cada ação o ativo correspondente (infraestrutura em causa e tipo de componente infraestrutural), foram consultadas as tabelas de risco de cada ativo e inserido o nível de risco do mesmo na avaliação da ação quanto ao 1º critério. No caso de uma ação ser do tipo CC/EQ, o valor do 1º critério será o nível de risco associado à componente infraestrutural (CC ou EQ) de risco mais elevado.

Para a avaliação relativa ao 2º critério é necessária a compreensão detalhada do que cada ação implica. Inicia-se então o processo de interpretação rigorosa de cada uma das ações. O fundamental é entender em que aspeto (critério/indicador de risco), determinada ação atua e, assumindo que a ação será implementada, estimar as melhorias que é capaz de promover ou seja, identificar quais o(s) indicador(es) da avaliação de risco que a ação altera e em que medida (valor) os altera.

Embora tenham sido destacadas três categorias distintas de ações (“intervenções”, “projetos” e “estudos”) e de os benefícios das mesmas se refletirem, naturalmente, em momentos temporais diferentes, estas são analisadas de igual forma. Em todas as categorias, são estimados os níveis de risco dos ativos após a intervenção associada, ou seja, intervenções previstas, no caso de ações da categoria “projetos” e “intervenções”, ou possíveis intervenções, no caso de ações da categoria “estudos”. No caso específico dos “estudos” adota-se uma posição conservativa e assume-se que o resultado do “estudo” irá confirmar o pior cenário possível a ele associado, são então estimados os valores da avaliação de risco após a intervenção necessária e será posteriormente calculado o valor atribuído ao 2º critério.

De modo a tornar possível estas análises, foram consultados os RFA's e avaliações de risco relativas a cada um dos ativos em causa.

Deve ser referido que, apesar de uma determinada ação se considerar capaz de diminuir o nível de risco de um ativo (“ação de potencial impacto”), diminuindo a funcionalidade e/ou criticidade do mesmo, por vezes, esta diminuição pode não ser o suficiente para baixar o valor do nível de risco. Sendo que os níveis de risco se representam por valores inteiros, caso uma ação contribua para a redução do nível de risco no valor de décimas, esta melhoria pode não ser suficiente para efetivamente baixar o nível de risco do ativo, tal como representado esquematicamente no exemplo da Figura 33.



Código do ativo	Funcionalidade	Criticidade	Nível de risco
xxx	2,8	3	8,4 → 8
xxx	2,5	3	7,5 → 8

Figura 33- Implementação de ação cujo nível de risco do ativo não se altera

5.3.4 Exemplos da caracterização quanto ao 2º critério do método

Nesta secção apresentam-se 8 exemplos elucidativos do procedimento envolvido na caracterização do 2º critério aplicado na metodologia de priorização, “Capacidade de Diminuir o Nível de Risco”, Tabela 9. Esta tarefa exigiu a consulta de um grande número de tabelas e interpretação dos registos a cerca dos problemas existentes em cada ativo, que justificam as intervenções previstas. Todas as tabelas referenciadas nesta secção encontram-se no Anexo D.

Tabela 9- Conjunto de ações escolhido para explicação do processo de caracterização quanto ao 2º critério

Nº ação	Código	Tipo	Nível de Risco (1º critério)	Capacidade de Diminuir o Nível de Risco (2º critério)
69	E45	EQ	14	10
86	R21	CC	14	8
4	C03	CC	7	3
110	T02	EQ	7	1
111	48	CC	25	24
104	T01	EQ	5	1
117	R12	EQ/CC	8	6
114	34	CC	7	4

Ação 69

A ação 69 consiste numa intervenção não infraestrutural na Estação Elevatória E45, traduz-se na mudança de caudais entregues para outro ponto do sistema, não sendo necessário qualquer intervenção nos ativos da empresa. No entanto, a implementação desta ação refletir-se-á em melhorias a nível dos equipamentos da Estação Elevatória. A avaliação de risco da E45 representa-se pela na Tabela D2.

A metodologia de gestão de risco atualmente aplicada na empresa atribui automaticamente o pior valor da funcionalidade (5), caso um indicador seja avaliado como “Não adequado” e se considere num estado “insatisfatório”. A finalidade desta prática permite evidenciar problemas que, por estarem associados a indicadores com pouco peso no cálculo do risco acabariam por passar despercebidos, caso os restantes indicadores fossem bem classificados. Com esta medida, o valor do nível de risco é penalizando tornando visível no valor dos níveis de risco o problema detetado.

Através da consulta do documento de apoio à avaliação de risco dos EQ das EE, evidencia-se que o estado atual da E45 apresenta problemas no que diz respeito à “Adequação à Exploração”, o que também se reflete no “Nível da utilização da capacidade instalada”. Essa questão deve-se ao facto de os volumes atuais da E45 serem mais elevados do que os inicialmente previstos. A solução deste problema passa pela abertura de outro ponto de entrega, diminuindo assim o volume de água elevado, levando a melhorias significativas a nível da operação, energia e manutenção do ativo.

A ação 69 implica melhorias no “Desempenho Real” do ativo (critério da funcionalidade) intervindo nos indicadores “Nível de utilização da capacidade instalada” e “Adequação à

exploração”, que deixa de estar classificado como “Não adequado”, e o valor da funcionalidade deixa de ser 5. A Tabela D3 representa a estimativa da avaliação de risco da EQ da EE, após implementação da ação 69. Verifica-se uma diminuição do nível de risco da no valor de 10, passando o nível do nível 14 para 4.

Ação 86

Esta ação intervém no estado da condição de conservação do Reservatório R21, encontra-se caracterizada pela Tabela D4. Como já referido, as inspeções dos Reservatórios foram realizadas externamente (não existindo RFA’s para estas infraestruturas). A metodologia de avaliação da condição baseia-se na análise de um conjunto de elementos, referidos e classificados na Tabela D5, através de um elemento circular colorido. A ação 86 intervém nos elementos das células de preenchimento a verde da Tabela D5. As células de preenchimento verde indicam que haverá uma melhoria no elemento em causa e a sua classificação passará para verde (“Muito Bom”). Após intervenção é atribuída a classificação máxima aos elementos. A avaliação de risco do Reservatório R21 representa-se na Tabela D6.

Após as intervenções previstas, o indicador “Nota de inspeção” passará a “Muito Bom”, Tabela D7. Esta intervenção causa uma diminuição significativa no valor da funcionalidade, e por sua vez no nível de risco. O risco do ativo passa do nível 14 para o nível 6, verificando-se uma diminuição de 8 níveis de risco.

Ação 4

A ação 4 diz respeito a uma intervenção na construção civil (CC) da Captação C03, Tabela D8. A execução desta ação pretende melhorar o estado de conservação da Captação, e consequentemente melhorar a “Nota de Inspeção” da mesma. A atual avaliação de risco da Captação encontra-se representada pela Tabela D9.

Na Tabelas D10, D11, D12, D13, D14 e D15 encontram-se apresentadas partes integrantes dos RFA’s, sendo possível analisar com detalhe o desempenho global da Captação. As secções a considerar para a avaliação de risco no que diz respeito à avaliação estrutural do ativo, são as da Tabela D11 (“2.2 Estado ou Condição da instalação”) e a Tabela D12 (“3.1.2 Estado de condição”). A Tabela D12 é a representação numérica da avaliação qualitativa atribuída ao conjunto de elementos integrantes à infraestrutura, listados na Tabela D11. Na Tabela D13 representa-se a análise do indicador “Gravidade do impacto” onde se registam as patologias existentes no ativo, que neste caso se considera sem patologias.

Com a execução da ação 4 o indicador “Nota de Inspeção” passa da classificação “Bom” para “Muito Bom”, implicando uma diminuição do valor da funcionalidade o que resulta na diminuição do nível de risco da CC da Captação no valor 3, como se representa na Tabela D17.

Ação 110

A ação 110 diz respeito a uma intervenção nos equipamentos (EQ) da ETA T02, Tabela D18. A Tabela D20 representa a avaliação do risco dos EQ da ETA T02. Após análise dos RFA’s verificou-se que as melhorias no indicador “Nota de inspeção”, causadas com a substituição da centrífuga e prensa de lamas na ETA, não são significativas, logo a “Nota de inspeção” dos EQ da ETA não se altera. Já a automatização da ETA, é responsável por melhorias na classificação do indicador “Adequação à exploração”, que passa a de “Adequado com limitações” para “Sem problemas”. Estas alterações reduzem o nível de risco da ETA de 8 para 7, redução de 1 valor no nível de risco, Tabela D21.

Ação 111

A Conduta 111 encontra-se atualmente fora de serviço, devido ao grande desgaste sofrido. Admite-se, portanto, um nível de risco de 25 para este ativo. A Conduta encontra-se em processo de reabilitação total, sendo que a ação 111 diz respeito à 3ª fase deste processo,

Tabela D23. Concluídas todas as fases desta intervenção (reabilitação) na conduta, esta encontrar-se-á totalmente renovada, pelo que se estima um nível de risco mínimo, 1. Assume-se que esta ação propõe uma diminuição de risco de 24, sendo que a sua implementação permite que o processo de reabilitação avance.

Ação 104

A ação 104 classifica-se como uma intervenção nos equipamentos da ETA T01, Tabela D23. A avaliação do risco da ETA T01 representa-se pela Tabela D24. Esta ação pretende intervir na obsolescência dos sistemas de comando das bombas de lamas da ETA. Também se possibilita melhorias no estado/condição dos equipamentos relacionados com o a etapa de tratamento das lamas, mas esta melhoria não é suficiente para alterar o valor relativo ao indicador “Nota de inspeção” dos equipamentos da infraestrutura. Na Tabela D25 representa-se a avaliação do nível de risco após a intervenção, estimando-se assim uma diminuição do nível de risco no valor de 1.

Ação 117

A ação 117 classifica-se como uma intervenção na infraestrutura do Reservatório R12, Tabela D26. A metodologia de avaliação segue a mesma linha explicada anteriormente na ação 86 e representa-se na Tabela D27. A Tabela D28 representa a avaliação do Reservatório antes da intervenção. Após a intervenção, estima-se uma melhoria na funcionalidade, mais concretamente na “Nota de inspeção”, e devido à ampliação do Reservatório verificam-se também melhorias a nível da criticidade de mesmo. A estimativa da avaliação do nível de risco do Reservatório após intervenção representa-se pela Tabela D29, verificando-se uma diminuição do nível de risco e 6 valores.

Ação 114

Ação 114 classifica-se como uma intervenção na conduta 34, Tabela D30 A avaliação de risco da Conduta representa-se na Tabela D31. Com a substituição da Conduta prevê-se que os problemas relacionados com o considerável número de avarias se resolvam e, portanto, o registo de avarias/Km de conduta diminua drasticamente, atribuindo uma melhor classificação ao indicador “Nº avarias/ano/100km”. A Tabela D32 representa a avaliação do nível de risco da conduta após a intervenção, estima-se uma diminuição de 4 níveis de risco na conduta 34.

Deve ser referido que esta análise foi realizada para a totalidade das ações previstas (118 ações), o que exigiu o manuseamento de uma grande quantidade de informação. Por motivos de espaço não foram considerados em anexo as tabelas necessárias à totalidade das análises realizadas.

5.3.5 Aplicação do método SAW

A matriz de decisão, base da metodologia aplicada, representa-se pela Figura 34. Este método requer o processo de normalização da matriz de decisão a uma escala comparável a todas as classificações alternativas existentes.

	C_1	C_2	...	C_n
A_1	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$		$X_{1,n}$
A_2	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$		$X_{2,n}$
⋮				
A_m	$X_{m,1}$	$X_{m,2}$		$X_{m,n}$
$\text{Max } X_{i,j}$	$\text{Max } X_{i,1}$	$\text{Max } X_{i,2}$	...	$\text{Max } X_{i,n}$

Figura 34- Matriz de decisão (adaptado de Salehi and Izadikhah 2014)

Onde:

A_i : $A_1, A_2, \dots, A_m$ são as possíveis alternativas que se colocam aos decisores;

C_j : $C_1, C_2, \dots, C_n$ dizem respeito aos critérios tidos em consideração na avaliação das alternativas;

X_{ij} : Valor representado na linha i e coluna j da matriz;

$\text{Max } X_{ij}$: Valor máximo de cada linha ou coluna;

$\text{Max } X_{i,1}$: Valor máximo da coluna 1 da matriz.

A fórmula para o cálculo dos valores normalizados da matriz de decisão (R_{ij}) representa-se pela equação (5.1):

$$R_{i,j} = \frac{X_{i,j}}{\text{Max } X_{i,j}} \quad (5.1)$$

O valor de preferência correspondente a cada uma das alternativas é dado pela equação (5.2):

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j \times r_{ij} \quad (5.2)$$

Onde:

V_i : O valor final da alternativa, valor de preferência;

W_j : O peso do critério da coluna j ;

r_{ij} : Valor normalizado de X_{ij} ;

A pontuação mais elevada considera-se a melhor alternativa e será a recomendada.

Calculados os valores relativos a cada critério para todas as ações é aplicado o método de decisão SAW. Este método é de solução imediata e constitui-se pelas seguintes etapas (Putra and Punggara 2018):

1º Passo: Construção da matriz de decisão.

A matriz é composta por 118 linhas (cada uma diz respeito a uma ação) e 2 colunas (dizem respeito aos dois critérios de priorização utilizados), a matriz é representada através da equação (5.3):

$$X_{118 \times 2} = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} \\ \vdots & \vdots \\ x_{118,1} & x_{118,2} \end{bmatrix} \quad (5.3)$$

2º Passo: Construção da matriz de decisão normalizada.

Ambos os critérios utilizados no método são critérios de benefício, pelo que a prioridade é dada a classificações de maior valor. Sendo assim, a matriz normalizada é criada dividindo cada valor presente nas células da matriz de decisão pelo valor máximo existente nessa coluna. Os valores máximos da 1ª e 2ª colunas encontram-se representados pelas equações (5.4) e (5.5), respetivamente:

$$\underset{i=1,\dots,118}{\text{Max}}\{x_{i1}\} = 25 \quad (5.4)$$

$$\underset{i=1,\dots,118}{\text{Max}}\{x_{i2}\} = 24 \quad (5.5)$$

Assim, os valores normalizados da matriz calculam-se através das seguintes expressões, equação (5.6) e (5.7), para a 1ª e 2ª colunas, respetivamente:

$$r_{i1} = \frac{x_{i1}}{\text{Max}\{x_{i1}\}} \quad (5.6)$$

$$r_{i2} = \frac{x_{i2}}{\text{Max}\{x_{i2}\}} \quad (5.7)$$

A matriz de decisão normalizada representa-se através da equação (5.8):

$$R_{118 \times 2} = \begin{bmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} \\ \vdots & \vdots \\ r_{118,1} & r_{118,2} \end{bmatrix} \quad (5.8)$$

3º Passo: Cálculo do valor de preferência de cada ação (V_i), dado pelas seguintes expressões (5.9) e (5.10):

$$V_i = W_1 r_{i1} + W_2 r_{i2} \quad (5.9)$$

$$V_i = 0,6r_{i1} + 0,4r_{i2} \quad (5.10)$$

4º Passo: Ordenação das ações por ordem decrescente de valor de preferência.

Com base no conjunto de 118 ações, obteve-se uma lista ordenada de acordo com o grau de prioridade calculado.

5.3.6 Acertos nos patamares de prioridade

Atendendo a que foram considerados dois critérios e que o número de ações a priorizar é considerável (118 ações), resultou que algumas delas obtiveram valores de preferência iguais, ou seja, situaram-se no mesmo patamar de prioridade, considerando-se “empatadas”. Mais do que uma ação num patamar de prioridade dificulta a escolha da ordem da realização das mesmas. No sentido de resolver esta situação, procedeu-se ao “desempate” destas ações do seguinte modo:

- 1º Preferência às ações associadas a ativos de criticidade mais elevada;

Se mesmo assim existirem casos de “empate”, então:

- 2º Preferência às ações associadas a ativos com pior funcionalidade (valor mais elevado de funcionalidade).

Se mesmo assim existirem casos de “empate”, então:

- 3º Preferência às ações associadas a ativos de volume anual de água manuseado mais elevado.

Considera-se a criticidade como o principal fator de distinção, para situações de “empate”, uma vez que representa os critérios relacionados com a importância deste ativo no sistema global. Dessa forma procura-se minimizar a dimensão do dano associado a uma eventual falha. Seguidamente a funcionalidade é tida em consideração uma vez que está associada à probabilidade de falha, a qual se pretende diminuir. Por último, e embora na criticidade já seja considerado o volume anual que passa no ativo, volta-se a considerá-lo autonomamente para uma situação de “desempate” final, visto ser um indicador fundamental pois está diretamente relacionado com a dimensão da população servida (são valorizadas as situações que beneficiam maior dimensão populacional).

A lista final de ações priorizadas encontra-se no Anexo G.

5.4 Análise e discussão dos resultados

Após análise dos resultados obtidos foram tiradas algumas conclusões:

1. A ação de maior prioridade é a ação 111 e diz respeito à reabilitação da Conduta 48, cujo nível de risco é 25. Esta ação tem a capacidade de diminuir o nível de risco em 24. Estima-se, então, que o nível de risco passe para 1.
2. Considerando as primeiras 10 ações da lista priorizada, 8 dizem respeito a intervenções em Reservatórios. De facto, os Reservatórios têm um nível de risco mais elevado (tal como evidenciado pela análise de dados no *Power BI*) e as intervenções que a eles dizem respeito, consideram-se bastante eficazes quanto à capacidade de diminuição dos níveis de risco. Isto acontece porque as ações consideradas para os Reservatórios intervêm sobre o estado da condição de conservação dos ativos (indicador “Nota de inspeção”) que, neste tipo de família de infraestruturas, tem um maior peso face ao risco, ou seja, são capazes de proporcionar uma maior diminuição dos níveis de risco.

3. Na priorização final resultante do presente trabalho, existem 100 patamares de risco. Sabendo que foram priorizadas 118 ações, conclui-se que há um número reduzido de ações dentro de um mesmo patamar de risco. Este é um indicador de uma metodologia de priorização eficaz.
4. Verifica-se que as poucas ações com o mesmo grau de prioridade, dizem respeito a ações que afetam a mesma infraestrutura. Este aspeto leva-nos a concluir que é necessária uma desagregação a nível das avaliações de risco feitas às infraestruturas, evitando que ativos distintos, integrantes da mesma infraestrutura ou até do mesmo componente infraestrutural, sejam considerados de forma equivalente, encontrando-se com níveis de risco distintos.

Considerou-se pertinente comparar o resultado da metodologia desenvolvida no projeto com o atual plano de execução previsto pela empresa. Atendendo a que a empresa detinha uma priorização para as intervenções relativas às Estações Elevatórias, comparou-se essa proposta com a resultante do presente trabalho.

Dessa comparação resulta que, embora o processo de decisão seja empírico, em termos globais, o grau de prioridade das ações assemelha-se aos obtidos com o presente projeto. O que de certo modo revela que a atual metodologia de priorização foi capaz de incorporar algum do pensamento, do conhecimento e da experiência acumulados na gestão deste sistema.

No entanto, foram detetadas algumas situações em que assim não acontece. Destacam-se os seguintes:

- A empresa atribui o 1º lugar de prioridade à ação 31, cujo ativo associado tem um nível de risco 5 e a capacidade da ação diminuir o nível de risco é nula. Na priorização obtida com o presente trabalho, considerando apenas ações relativas a Estações Elevatórias, a ação 31 está em 18º lugar. Neste caso, verifica-se algum afastamento entre os dois resultados.
- A empresa considera no 4º patamar de prioridade um conjunto de 18 ações. Isto é, classifica-as como sendo de igual prioridade. Encontram-se no 4º patamar de prioridade ações de elevada pertinência, como a ação 48 (nível de risco do ativo 9 e capacidade de diminuir o nível de risco 3) juntamente com ações sem grande interesse do ponto de vista do risco. É o caso da ação 35 (nível de risco 3 e capacidade de diminuir o nível de risco 0) e a ação 67 (nível de risco 2 e capacidade de diminuir o nível de risco 0). A ação 67 encontra-se em último lugar na lista de priorização de ações relativas a Estações Elevatórias, obtida no presente trabalho.

Estas situações confirmam que, até ao momento, o plano de execução de ações da empresa AdDP revela oportunidades de melhoria, o que demonstra a relevância do projeto desenvolvido no âmbito desta dissertação para a empresa.

6 Conclusões

Com o desenvolvimento deste projeto, torna-se evidente que toda a tomada de decisão fundamentada, para além de apoiada no método de decisão mais apropriado, passa pelo conhecimento aprofundado do funcionamento da empresa, assim como, da devida recolha, análise e tratamento de dados disponíveis. Reconhecendo que sem informação dotada de rigor e fiabilidade este processo não é possível, considera-se que todas as etapas mencionadas adquirem igual importância.

A empresa detém uma grande quantidade de dados, estes resultam da contínua recolha de informação e da sua sistematização nos RFA's. Tendo por base essa informação e utilizando os instrumentos de avaliação de risco atualmente em vigor, foi iniciado o trabalho de priorização de ações.

Procurou-se tirar partido do conjunto de informação existente, valorizando-o por forma a garantir que a metodologia que viesse a ser identificada para priorização das ações, fosse facilmente integrada nas "rotinas" estabelecidas e correspondesse a uma natural evolução das mesmas.

A metodologia de priorização criada considera-se uma ferramenta capaz de auxiliar o Departamento de Gestão de Ativos da AdDP, no sentido de possibilitar uma tomada de decisão mais estratégica. Constata-se que os benefícios provenientes do desenvolvimento desta dissertação estão alinhados com os princípios fundamentais da gestão de ativos:

Valor

É reforçada a convicção já existente no Departamento de Gestão de Ativos de que a abordagem sob o prisma do risco pode ter impactos positivos na criação de valor através dos ativos da empresa.

Alinhamento

O trabalho contribui para a melhor fundamentação das decisões de sobre os ativos da empresa, sendo as decisões técnicas apoiadas nos objetivos estratégicos da mesma.

Liderança

É reforçada a perceção do impacto que a gestão de risco, enquanto integrante da gestão de ativos, pode representar na melhoria do desempenho global da empresa. A metodologia de priorização de ações é replicável também em outros domínios de atuação, como seja a segurança, a reputação organizacional e o impacto ambiental.

Garantia

De forma a garantir a qualidade do serviço prestado, abastecimento de água em quantidade e qualidade, cada ativo deve ser analisado do ponto de vista do risco que pode representar para o sistema global da empresa. Conhecer a probabilidade de falha associada a cada ativo, bem como a consequência dessa falha são partes integrantes deste projeto. Com a aplicação da metodologia proposta, a empresa garante que serão tomadas opções acertadas, no que diz

respeito ao controlo dos níveis de risco dos sistemas da AdDP, minimizando a probabilidade de ocorrência de situações indesejadas, tais como, paragens no serviço de abastecimento ou alterações na qualidade da água.

O presente trabalho foi focado na identificação dos critérios relevantes à priorização da lista de ações existentes. Foram identificados o “Nível de Risco do Ativo” e a “Capacidade de Diminuir o Risco” como sendo os aspetos determinantes. Foi possível para ambos identificar formas de os quantificar e em seguida estabelecer de que modo (percentagem) contribuem para a avaliação de cada ação elencada.

Ao longo deste procedimento foram, no entanto, identificados aspetos que merecem ser destacados, nomeadamente:

- Verificou-se alguma heterogeneidade no que diz respeito aos dados relativos aos RFA's dos diferentes ativos. As principais discrepâncias dos dados detetaram-se nos valores das “Notas de inspeção”, este aspeto deverá ser melhorado;
- A necessidade da inserção de dois indicadores nas tabelas de risco das ETA's;
- O interesse da visualização de dados nos processos de tomada de decisão, nomeadamente recurso a *dashboards* em *Power BI*;
- A necessidade de distinguir entre “Ações de potencial impacto” no nível de risco e “Ações sem impacto” no nível de risco;
- Destaca-se a valorização dada neste projeto às atividades de planeamento, na medida em abordam “estudos” e “projetos” numa mesma lógica de risco, avaliando-os tendo em conta as intervenções futuras que possibilitam;
- Embora as matrizes de risco sejam uma ferramenta útil para a qualificação dos níveis de risco dos ativos, só a conversão numérica desses níveis permite estabelecer comparações entre ações propostas;
- Sendo a “Capacidade de Diminuir o Risco” um critério que depende em grande medida da compreensão do tipo de intervenção proposta e da quantificação desse impacto, deverá haver um esforço de normalização na formulação das ações propostas;
- Este projeto pretende reforçar o papel da manutenção, atribuindo-lhe funções para além do seu posicionamento operacional, tais como a promoção de uma manutenção baseada no risco;
- Será possível automatizar algumas das etapas do método, com vantagens evidentes ao nível do esforço e tempo alocados à priorização;
- Esta metodologia poderá ser aplicada a outro tipo de setores numa organização, desde que tenha incorporada processos de gestão do risco.

O presente projeto representa uma etapa importante para o Departamento de Gestão de Ativos, uma vez que permite a priorização com base no risco de um conjunto de ações programadas, esta priorização encontra-se no Anexo G. O método desenvolvido introduz uma nova abordagem e é um contributo para a tomada de decisão, permitindo uma melhor gestão dos ativos da empresa.

7 Perspetivas de trabalho futuro

7.1 Criação de Fichas de Ações

As ações consideradas pela empresa provêm de diferentes fontes, e são por isso de diferentes graus de importância e procuram resolver situações muito distintas. O processo de recolha dessa informação ganharia se fosse mais normalizado, pelo que se propõe a criação de Fichas de Ações. Cada ação deve ser caracterizada pelo respetivo código e componente infraestrutural integrante (EQ ou CC), uma breve, mas clara descrição, a identificação e quantificação dos critérios de risco que a ação permite alterar. O objetivo é facilitar a posterior análise de ações propostas, de forma a priorizá-las da melhor forma, face a sua pertinência relativamente ao risco global do sistema. Estas fichas devem ser regularmente atualizadas.

Sugere-se que ações respeitantes à mesma infraestrutura e componente infraestrutural, sejam analisadas em conjunto (consideradas como uma só ação), se de alguma forma se relacionam entre si. Isto amplia a capacidade de cada ação diminuir do nível de risco do ativo, aumentando o seu valor de preferência e a consequente prioridade.

7.2 Gestão de risco integrado

Sugere-se a criação de um sistema de Gestão de risco integrado. O sistema deverá ser capaz de analisar os dados relativos à avaliação de risco dos ativos, devidamente atualizados, e gerar automaticamente um alarme para a criação de ações relativas a ativos cujo nível de risco se considere elevado. Para isso, é necessário assegurar a interligação adequada entre os diversos sistemas de informação existentes na empresa.

Para além disso, sendo que nesta metodologia é utilizado o valor numérico do risco, a criação de níveis de significância através de uma escala numérica crescente, contribui para uma compreensão mais direta da gravidade do nível de risco associado a cada dos ativos, Figura 35.

Elevado	O risco é considerado inaceitável. Valores de risco entre [15;25]
Médio	O risco é considerado médio. Valores de risco entre [5;15]
Baixo	O risco é considerado aceitável. Valores de risco entre [1,5[

Figura 35- Níveis de significância do risco

7.3 Formação

Com o desenvolvimento deste projeto foi evidenciada a necessidade de um conhecimento mais aprofundado à cerca da temática do risco. Sendo a análise do risco dos ativos uma temática transversal a muitas áreas da empresa, é, portanto, relevante, investir na formação das equipas, nomeadamente de Operação, Manutenção e outros. Dotados de uma visão abrangente e de uma formação técnica a cerca da temática do risco, serão um contributo significativo na valorização dos ativos da empresa.

7.4 Uniformização no processo de recolha de dados

Como referido na secção 5.1, desde a fase inicial da análise de dados, constatou-se uma diferença significativa entre as “Notas de inspeção” dos Reservatórios, por comparação com outros tipos de ativos.

Para além disso, salienta-se o facto de algumas atividades de inspeção, nomeadamente em Reservatórios terem sido realizadas externamente. Sugere-se a integração dessas atividades na organização, através da constituição de equipas fixas vocacionadas para a realização de inspeções. Com a criação de equipas conhecedoras e focadas na sistematização de informação relevante para a realização de inspeções, o erro associado ao fator humano será reduzido.

7.5 Aumento do nível de localização dos ativos

No seguimento da observação anteriormente mencionada no ponto 3 da secção 5.5, e com o objetivo de garantir um maior grau de especificação dentro de cada componente infraestrutural (EQ e CC), será interessante aumentar o nível de localização dos mesmos. Pretende-se com isto que as avaliações de risco deixem de ser relativas apenas à componente EQ e CC de uma infraestrutura (5º nível, Tabela 10), mas sim a níveis de localização superiores das mesmas (níveis > 5º, Tabela 10), aumentando o grau de detalhe da análise. Identificados com um maior nível de localização, será possível evitar eventuais perdas de informação existentes aquando de análises de um grande grupo de elementos.

Tabela 10- Níveis de localização de ativos

<i>Nível</i>	
1º	Empresa + Área do Negócio
2º	Sistema
3º	Subsistema
4º	Família de infraestruturas
5º	Designação da infraestrutura/localização SAP
6º	Unidade de processo
7º	Unidade funcional
8º	Localização do equipamento

7.6 Desagregação da componente infraestrutural equipamentos

Sugere-se a desagregação da componente infraestrutural EQ nas seguintes componentes: Equipamento Eletromecânico, Instalações Elétricas, e Instrumentação/Automação. Como representado na Tabela D11 os componentes atrás referidos, são avaliados de forma desagregada o que faz sentido por serem distintas as suas características técnicas. Na tabela D12 apresentam-se a conversão numérica da avaliação destes componentes. No entanto o

nível de risco calculado através das tabelas de avaliação de risco da componente EQ, é a média destes três valores. Sendo que esta diferenciação é feita ao nível das inspeções, e que de facto as ações relativas a estes equipamentos são de diferente âmbito, faz sentido manter essa desagregação.

Este caminho irá dar os seus primeiros passos com a desagregação da componente infraestrutural EQ. Passará a ser feita a distinção entre as componentes “Instalações Elétricas” (IE) e “Equipamentos” (EQ), que até agora eram analisadas conjuntamente como EQ.

7.7 Python

No sentido de automatizar as etapas 4. “Aplicação do método SAW” e 5. “Acertos nos patamares de prioridade” da metodologia criada, referidas no ponto 5.3 da dissertação, encontra-se em desenvolvimento um código em *Python*. Este processo permitirá, partindo de um qualquer conjunto de ações, devidamente classificadas (*input*), gerar uma lista priorizada, com base no risco (*output*). Para este processo parte-se da matriz de decisão (em *Excel*), sendo os dados processados no programa e será devolvida uma lista priorizada, numa nova página do mesmo *Excel*.

A utilização desta ferramenta agilizará consideravelmente o processo de priorização.

7.8 Análise de risco quantitativo

Uma vez identificados os ativos críticos, e caso exista informação sobre custos de manutenção e operação dos mesmos e estimativas dos custos de falha (indeminizações por danos, custos acrescidos por reparação urgente, custos de reparação de outros ativos que possam avariar devido à falha do ativo em análise, etc.), haverá vantagem na utilização de técnicas de análise de risco quantitativas. Este tipo de análise surge numa fase posterior à análise qualitativa e permitirá melhorar a lista priorizada de ações a realizar, desenvolvendo o plano dos custos de substituição estimados. Este é um caminho apontado pela AdP e que poderá ser explorado.

Referências

- Águas de Portugal, S.A. 2014. *Gestão de Ativos AdP*. Águas de Portugal, S.A. (Lisboa).
- Águas do Douro e Paiva, S.A. 2019. *Relatório & Contas*. Águas do Douro e Paiva, S.A. (Lisboa).
- . 2020. *Gestão do Risco dos Ativos - Procedimento interno*. Águas do Douro e Paiva, S.A. (Porto).
- Alireza Afshari, Majid Mojahed and Rosnah Mohd Yusuff. 2010. "Simple Additive Weighting approach to Personnel Selection problem." *International Journal of Innovation* 1, no. 5.
- Alsayouf, Imad. 2006. "Measuring maintenance performance using a balanced scorecard approach." *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 12, no. 2. <https://doi.org/10.1108/13552510610667165>.
- . 2009. "Maintenance practices in Swedish industries: Survey results." *International Journal of Production Economic*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.05.005>.
- Althaus, Catherine E. 2005. "A Disciplinary Perspective on the Epistemological Status of Risk." *Risk Analysis - An International Journal* 25 (3). <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2005.00625.x>.
- Amadi-Echendu, Joe E, Hal Belmonte, Chris von Holdt, and Jay Bhagwan. 2010. "A case study of condition assessment of water and sanitation infrastructure." In *Engineering Asset Lifecycle Management*, 173-177. Springer.
- Aven, Terje. 2016. "Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation." *European Journal of Operational Research*.
- Brito, Mário. 2003. *Manual Pedagógico PRONACI Manutenção*. AEP – Associação Empresarial de Portugal.
- Carneiro, RN, S Damiao, and MJ Benoliel. 2015. "Water safety plans at EPAL's water supply system-tool to prioritize investments and mitigation actions." *Water Science and Technology: Water Supply* 15 (5): 1106-1114.
- Carriço, Nelson Jorge Gaudêncio. 2014. "Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Gestão Patrimonial de Infraestruturas Urbanas de Água." Doctorate, Civil Engineering, Universidade de Lisboa Instituto Superior Técnico.
- CEN. 2010. *EN 13306* Brussels: CEN.
- ERSAR. 2016. *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal Volume 1 – Caraterização do setor de águas e resíduos*. ERSAR (Lisboa).

- Gomes, LFAM, and Antônio Manuel Machado MOREIRA. 1998. "Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério." *Recitec, Recife* 2 (2): 117-139.
- Greco, Salvatore, Jose Figueira, and Matthias Ehrgott. 2016. *Multiple criteria decision analysis*. Vol. 37. Springer.
- Häring, Ivo. 2015. *Risk analysis and management: engineering resilience*. Springer.
- Hubbard, Douglas W. 2020. *The failure of risk management: Why it's broken and how to fix it*. John Wiley & Sons.
- IPQ. 2009. *NP ISSO 31010*. Caparica.
- . 2012. *NP ISO 31000*. Caparica.
- . 2016. *NP ISO 55000*. Caparica.
- José Alfeu Almeida de Sá Marques, Joaquim José de Oliveira Sousa. 2018. *Hidráulica Urbana- sistemas de abastecimento de água e de drenagem de água residuais* 4ª ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- JS Dodgson, M Spackman, A Pearman, LD Phillips. 2009. "Multi-criteria analysis: a manual."
- Management, The Institute of Asset. 2015. *Asset Management - an anatomy*. Vol. 3.
- Mohamed Ouertan, Ajith Parlikad and, Duncan Mcfarlane. 2008. "Towards an Approach to Select an Asset Information Management Strategy." *International Journal of Computer Science and Applications* 5, no. 3b.
- Project Management Institute, editor. 2017. *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)*. 6ª Ed. ed. Pensilvânia 19073-3299 EUA: Project Management Institute, Inc.
- Putra, Dede Wira Trise, and Adrian Agustian Punggara. 2018. "Comparison analysis of Simple Additive Weighting (SAW) and weighed product (WP) in decision support systems." *MATEC Web of Conferences*.
- Riccardo Manzini, Alberto Regattieri, Hoang Pham and, Emilio Ferrari. 2010. *Maintenance for Industrial Systems*. Edited by Department of Industrial and Systems Engineering Rutgers Professor Hoang Pham, The State University of New Jersey. 1 ed. *Springer Series in Reliability Engineering*: Springer , Lonndon.
- Royer, Paul S. 2000. "Risk Management: The Undiscovered Dimension of Project Management." 3. <https://doi.org/10.1177/875697280003100103>.
- S. Costa, and A. F. Brandcio Jr. . 2004. "Optimization of the Maintenance of Oil Filled Power Transformers Based on Reliability Criteria " 2004 IEEUPES Transmission 8 Distribution Conference & Exposition: Latin America
- Salehi, Alireza, and Mohammad Izadikhah. 2014. "A novel method to extend SAW for decision-making problems with interval data." *Decision Science Letters* 3 (2): 225-236.
- Vieira, João, Marta Cabral, Nuno Almeida, Jaime Gabriel Silva, and Dídia Covas. 2020. "Novel methodology for efficiency-based long-term investment planning in water infrastructures." *Structure and Infrastructure Engineering* 16 (12): 1654-1668. <https://doi.org/10.1080/15732479.2020.1722715>.

ANEXO A: Avaliação de risco dos ativos

Captações, Estações Elevatórias e ETA's

Tabela A 1- Tabela da avaliação de risco das Captação CC, EE's CC e ETA's CC

Construção Civil						
	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação	Fonte dos dados
Funcionalidade (Probabilidade)	Avaliação Estrutural	Nota de Inspeção	80%	Muito Bom	1	RFA
				Bom	2	
				Razoável	3	
				Mau	4	
				Muito Mau	5	
	Implicação na Exploração	Gravidade do Impacto	20%	Sem Gravidade	1	Exploração
				Pouco Grave	3	
				Grave	4	
				Muito Grave	5	
Críticidade (Consequência)	Relevância	Volume Anual Elevado (1000 x m³)	75%	Volume ≤ 100	1	"Operação"
				100 < Volume ≤ 1.000	2	
				1.000 < Volume ≤ 5.000	3	
				5.000 < Volume ≤ 10.000	4	
				Volume > 10.000	5	
	Redundância	Alternativa de Elevação	25%	Total	1	"Operação"
				Total/Parcial	2	
				Parcial	3	
				Não/Parcial	4	
				Não	5	

Tabela A 2-Tabela de avaliação de risco das Captações EQ, EE's EQ e ETA's EQ

Equipamentos						
	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação	Fonte dos dados
Funcionalidade (Probabilidade)	Desempenho Real	Grau de Obsolescência	10%	Sem problemas	1	"Manutenção"
				Dificuldade na obtenção de peças de reserva	3	
				Descontinuados sem peças de reserva	5	
		Nível de utilização da capacidade instalada	20%	Nível < 0,6	1	"Operação"
				$0,6 \leq \text{Nível} < 0,7$	2	
				$0,7 \leq \text{Nível} < 0,8$	3	
				$0,8 \leq \text{Nível} < 0,9$	4	
				Nível $\geq 0,9$	5	
		Número e Gravidade das Anomalias	30%	Impacto reduzido	1	Software de Manutenção
				Impacto médio	3	
				Impacto elevado	5	
		Adequação à Exploração	30%	Adequado	1	"Operação" + "Manutenção"
				Adequado com limitações	3	
				Não adequado	5	
		Nota de Inspeção	10%	Muito Bom	1	RFA
				Bom	2	
				Razoável	3	
				Mau	4	
				Muito Mau	5	
Criticidade (Consequência)	Relevância	Volume Anual Elevado (1000 x m³)	75%	Volume ≤ 100	1	"Operação"
				$100 < \text{Volume} \leq 1.000$	2	
				$1.000 < \text{Volume} \leq 5.000$	3	
				$5.000 < \text{Volume} \leq 10.000$	4	
				Volume > 10.000	5	
	Redundância	Alternativa de Elevação	25%	Total	1	"Operação"
				Total/Parcial	2	
				Parcial	3	
				Não/Parcial	4	
				Não	5	

Condutas

Tabela A 3- Tabela da avaliação do risco das Condutas

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Funcionalidade (Probabilidade)	Desempenho esperado	Idade	0% (20%)	0 - 19	1
				20 - 39	2
				40 - 59	4
				≥ 60	5
		Material predominante	0% (20%)	FFD	1
				AÇO	1
				PE	1
				BA	3
				PVC	4
				PRV	4
				FC/FF	5
				ALV	5
		Inspeções	40% (0%)	Muito bom	1
				Bom	2
				Razoável	3
				Mau	4
				Muito mau	5
	Desempenho real	Nº avarias/ ano/100km	60%	0	1
				1 - 9	2
				10 - 14	3
				15 - 19	4
				≥ 20	5
Criticidade (Consequência)	Redundância	Alternativa de abastecimento	60%	Total	1
				Parcial (s/ distribuição de percurso)	2
				Parcial (c/ distribuição de percurso)	4
				Não	5
	Relevância	Qad/Qfor (Caudal fornecido pelo adutor/caudal que entra no sistema)	40%	0,0 - 0,2	1
				0,2 - 0,3	2
				0,3 - 0,4	3
				0,4 - 0,5	4
				0,5 - 1	5

FFD- Ferro fundido dúctil;

PE- Polietileno;

BA- Betão armado;

PVC- Policloreto de vinilo;

PRV- Polietileno com fibra de vidro

FC- Fibrocimento;

ALV – Alvenaria;

FF- Ferro fundido não dúctil.

Reservatórios

Tabela A 4-Tabela da avaliação do risco dos Reservatórios

	Critérios	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Funcionalidade (Probabilidade)	Estado da condição de conservação do reservatório	Nota de inspeção	90%	Muito Bom	1
				Bom	2
				Razoável	3
				Mau	4
				Muito mau	5
		Anos de funcionamento	10%	$A \leq 10$	1
				$10 < A \leq 20$	2
				$20 < A \leq 30$	3
				$30 < A \leq 40$	4
				$A > 40$	5
Críticidade (Consequência)	Impacto a jusante	Volume de circulação diário (m^3/dia)	30%	$V \leq 2\,500$	1
				$2\,500 < V \leq 10\,000$	2
				$10\,000 < V \leq 50\,000$	3
				$50\,000 < V \leq 150\,000$	4
				$V > 150\,000$	5
	Redundância / Dimensão	Nº de células	10%	$N \geq 4$	1
				$N = 3$	2
				$N = 2$	3
				$N = 1$	5
		Capacidade de armazenamento (m^3)	10%	$C \leq 1\,000$	1
				$1\,000 < C \leq 5\,000$	2
				$5\,000 < C \leq 10\,000$	3
				$10\,000 < C \leq 20\,000$	4
				$C > 20\,000$	5
	Relevância / Importância estratégica	% Volume total do subsistema	40%	$0 \% < v \leq 10 \%$	1
				$10 \% < v \leq 20 \%$	2
				$20 \% < v \leq 30 \%$	3
				$30 \% < v \leq 40 \%$	4
				$v > 40 \%$	5
		Tráfego ($(m^3/dia) / m^3$)	10%	$0 < T \leq 4$	1
				$4 < T \leq 6$	2
				$6 < T \leq 8$	3
				$8 < T \leq 12$	4
				$T > 12$	5

ANEXO B: Matriz de risco dos ativos

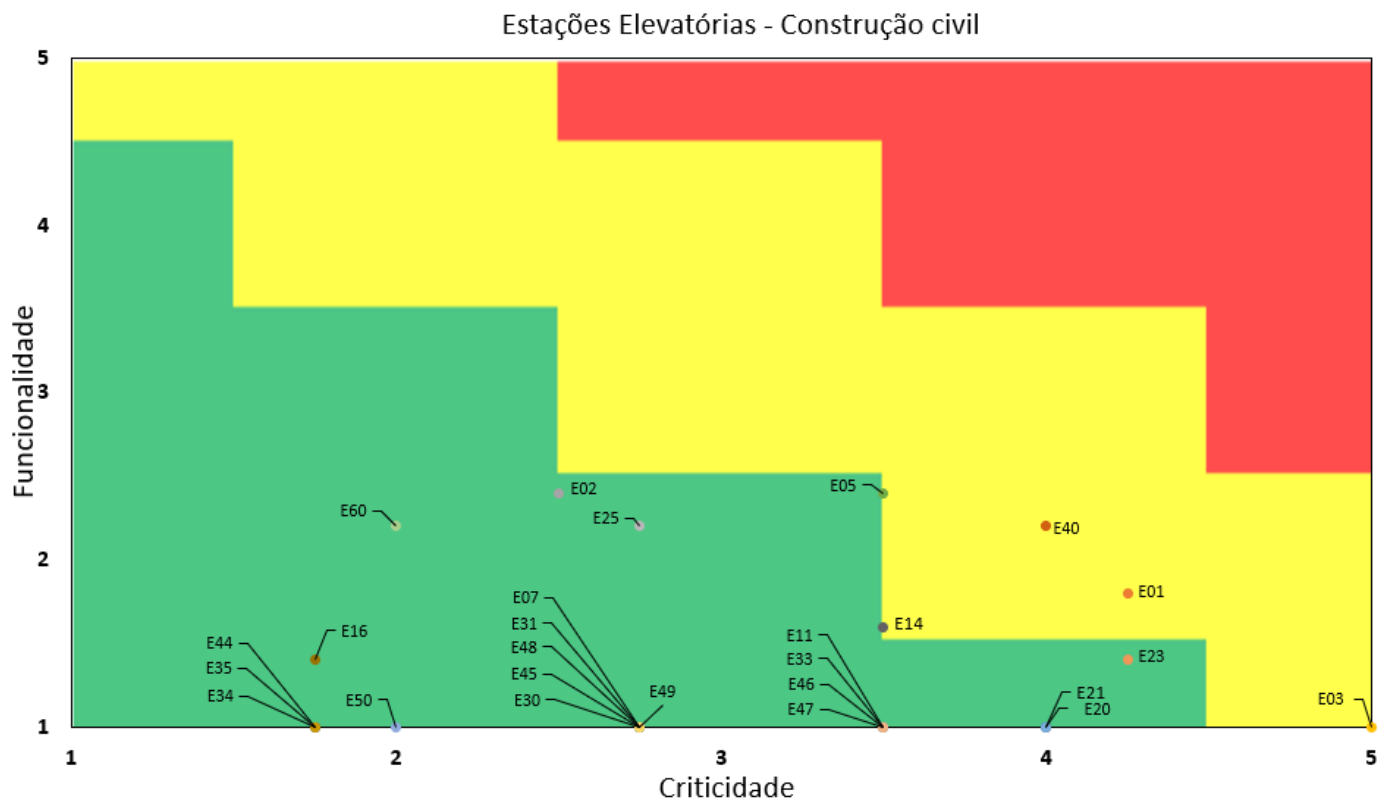


Figura B 1-Matriz de risco das Estações Elevatórias CC

ANEXO C: Visualização de dados em *Power BI*

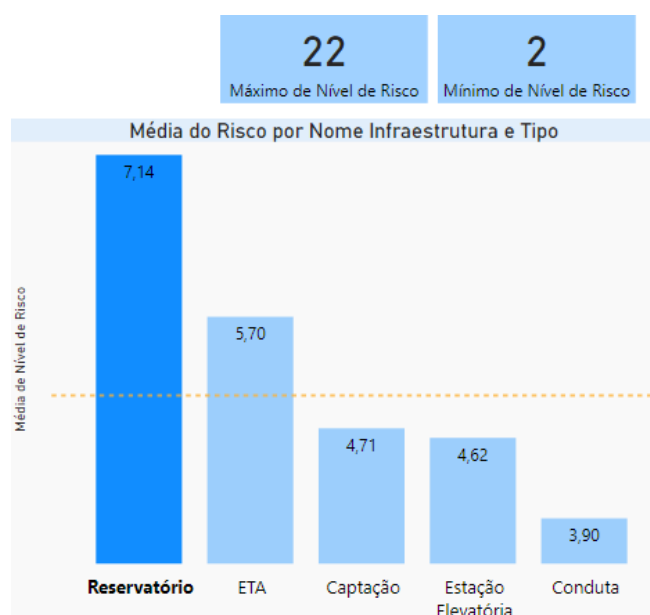


Figura C 3-Dashboard nível de risco dos Reservatórios

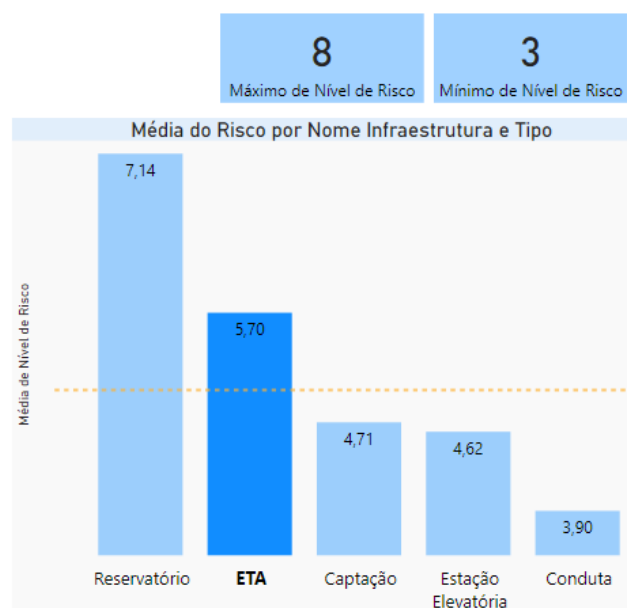


Figura C 4- Dashboard do nível de risco das ETA's

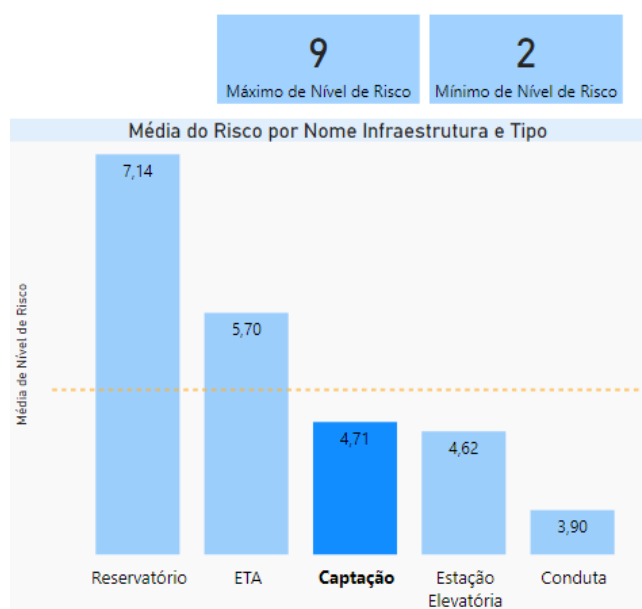


Figura C 1-Dashboard nível de risco das Captações

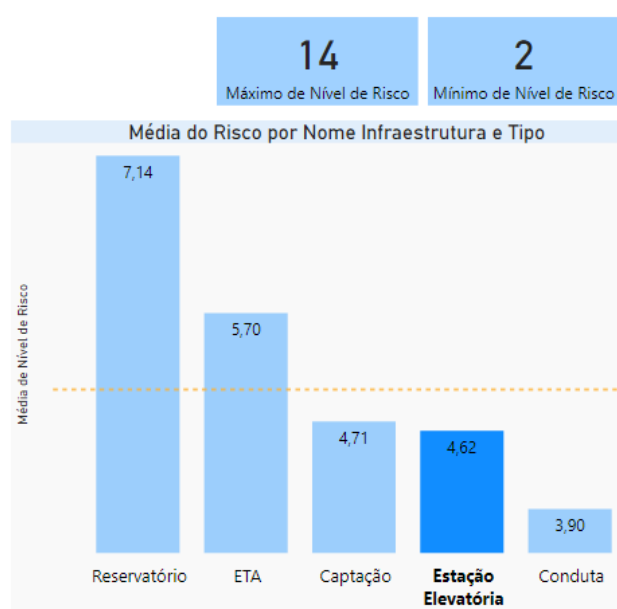


Figura C 2-Dashboard nível de risco das Estações Elevatórias

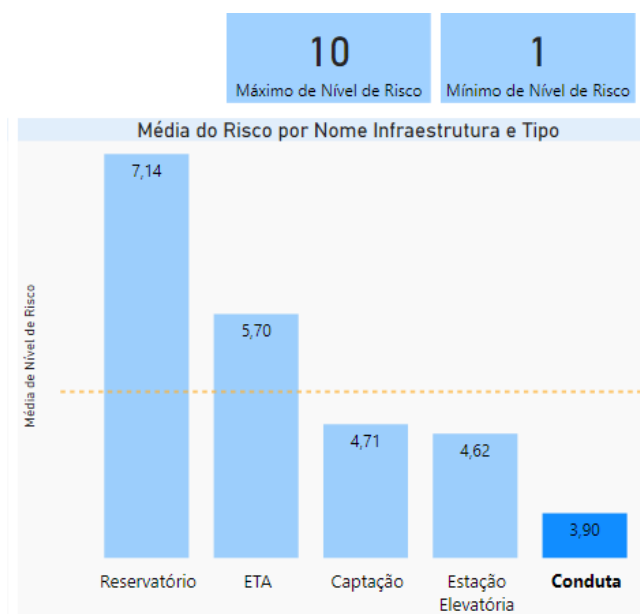


Figura C 5- *Dashboard* do nível de risco das Condutas

ANEXO D: Exemplos elucidativos da caracterização do segundo critério

Ação 69

Tabela D 1- Caracterização da ação 69

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
69	E45	1	EQ	Abertura de outro ponto de entrega conforme o previsto no contrato de concessão.

Tabela D 2-Avaliação de risco da E45 e Avaliação do indicador "Adequação à Exploração"

Estação Elevatória	Funcionalidade (Probabilidade)										Críticidade (Consequência)					Risco	
	Desempenho Real										Funcionalidade (Probabilidade)	Relevância		Redundância			Críticidade (Consequência)
	Grau de Obsolescência (10%)	Pontuação	Nível de utilização da capacidade instalada (20%)	Pontuação	Número e Gravidade das Anomalias (30%)	Pontuação	Adequação à Exploração (30%)	Pontuação	Nota de Inspeção (10%)	Pontuação		Volume Anual Elevado (75%) (1000 x m³)	Pontuação	Alternativa de Elevação (15%)	Pontuação		
E45	Sem problemas	1	1,00	5	Impacto médio	3	Não adequado	5	Muito Bom	1	5	350	2	Não	5	2,75	14

Estação Elevatória	Desempenho Real - Adequação à Exploração															Obs.
	Operação (40%)			Manutenção (20%)			Energia (10%)			Segurança (20%)			Cenários Futuros (10%)			
	Adequado (1)	Adequado com limitações (3)	Não adequado (5)	Adequado (1)	Adequado com limitações (3)	Não adequado (5)	Adequado (1)	Adequado com limitações (3)	Não adequado (5)	Adequado (1)	Adequado com limitações (3)	Não adequado (5)	Adequado (1)	Adequado com limitações (3)	Não adequado (5)	
E45			X			X			X	X				X		...

Observações
Operação → Volumes bastante elevados dos previstos em projeto. Manutenção → Os elevados volumes inidem a instalação de parar, impossibilitando a sua manutenção. Energia → Devido à existência de caudal bombeado elevado, não é possível efetuar a gestão horária e, por outro lado, obriga ao funcionamento simultâneo das bombas.

Tabela D 3-Estimativa da avaliação do risco da E45 após intervenção

Estação Elevatória	Funcionalidade (Probabilidade)										Críticidade (Consequência)					Risco	
	Desempenho Real										Funcionalidade (Probabilidade)	Relevância		Redundância			Críticidade (Consequência)
	Grau de Obsolescência (10%)	Pontuação	Nível de utilização da capacidade instalada (20%)	Pontuação	Número e Gravidade das Anomalias (30%)	Pontuação	Adequação à Exploração (30%)	Pontuação	Nota de Inspeção (10%)	Pontuação		Volume Anual Elevado (75%) (1000 x m³)	Pontuação	Alternativa de Elevação (15%)	Pontuação		
E45	Sem problemas	1	<0,59	1	Impacto médio	3	Adequado	1	Muito Bom	1	1,6	350	2	Não	5	2,75	4

Ação 86

Tabela D 4- Caracterização da ação 86

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
86	R21	0	CC	Tratamento de juntas de dilatação, renovação do revestimento, tratamento de elementos metálicos, substituição da rede dos respiros e limpeza e higienização finais.

Tabela D 5-Classificação de um conjunto de elementos integrantes do Reservatório R21, para atribuição da “Nota de Inspeção”

Reservatório	Exterior		Cobertura		Câmara de manobras		Células							Classificação	
	Vedação	Paredes	Respiros	Impermeabilização	Construção Civil	Tubagem e equip.	Revestimento (paredes, pav.)	Elementos estruturais	Juntas de membrana	Teto	Tubagens	Acessórios metálicos	Perdas de água	Geral	
R21		 Deg.	 Deg.	 P. Deg.		 Deg.; Oxi.	 Deg.			 Carb.; Dest.; Inf.	 Oxi.	 Oxi.	 C.E.E.		Razoável 3

Onde:

- “Deg.” – Degradação;
- “P. Deg.” – Possibilidade de degradação;
- “Oxi.” – Oxidação;
- “Carb.” – Fenómeno de carbonatação;
- “Dest.” – Destacamento;
- “Inf.” – Infiltração;
- “C.E.E.” – Perdas comprovadas por ensaios de estanquicidade.

Tabela D 6- Avaliação de risco do Reservatório R21

Código	Funcionalidade (Probabilidade)					Criticidade (Consequência)											Risco
	Estado da condição de conservação do reservatório				Func.	Impacto a jusante		Dimensão / dificuldade de intervenção				Relevância / Importância estratégica				Critic.	
	Nota de inspeção (90%)	Pont.	Anos de construção (10%)	Pont.		Volume de circulação diário (30%)	Pont.	Nº de células (10%)	Pont.	Capacidade (10%)	Pont.	% Volume Total do Subsistema (40%)	Pont.	Tráfego (10%)	Pont.		
R21	Razoável	3	42	5	3,2	20 000	5	N = 2	3	10 000 < C ≤ 20 000	4	v > 40%	5	6 < T ≤ 8	3	4,5	14

Tabela D 7- Estimativa da avaliação de risco do Reservatório R21 após a intervenção

Código	Funcionalidade (Probabilidade)					Criticidade (Consequência)											Risco
	Estado da condição de conservação do reservatório				Func.	Impacto a jusante		Dimensão / dificuldade de intervenção				Relevância / Importância estratégica				Critic.	
	Nota de inspeção (90%)	Pont.	Anos de construção (10%)	Pont.		Volume de circulação diário (30%)	Pont.	Nº de células (10%)	Pont.	Capacidade (10%)	Pont.	% Volume Total do Subsistema (40%)	Pont.	Tráfego (10%)	Pont.		
R21	Muito Bom	1	42	5	1,4	20 000	5	N = 2	3	10 000 < C ≤ 20 000	4	v > 40%	5	6 < T ≤ 8	3	4,5	6

Ação 4

Tabela D 8- Caracterização da ação 4

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
4	C03	0	CC	Limpeza dos poços, drenos e condutas de ligação. Retirada da camada de lodo compactado do leito do rio (em redor dos poços).

Tabela D 9-Avaliação de risco da Captação C03

Captação	Funcionalidade (Probabilidade)					Críticidade (Consequência)					Risco
	Avaliação Estrutural		Implicação na operação		Funcionalidade (Probabilidade)	Relevância		Redundância		Críticidade (Consequência)	
	Nota de Inspeção (80%)	Pontuação	Gravidade do Impacto (20%)	Pontuação		Volume Anual Elevado (75%) (1000 x m³)	Pontuação	Alternativa de Elevação (25%)	Pontuação		
C03	Bom	2	Sem Gravidade	1	1,8	56154,2	5	Total	1	4	7

Tabela D 10- Parte integrante 1 do RFA da Captação C03

2. DIAGNÓSTICO DA APTIDÃO DA INSTALAÇÃO						
2.1 PERFORMANCE DA INSTALAÇÃO						
2.1.1 CAPACIDADE HIDRÁULICA (Reporta ao ano civil de 2019)						
	CAUDAL ELEVADO (valores médios mensais do período de análise)	m³/dia	16 421	ESTADO	Satisfatório	OBS. Satisfatório; Insatisfatório
	CAUDAL MÉDIO DIÁRIO - MÊS DE MAIOR CAUDAL	m³/dia	38 116	ESTADO	Satisfatório	OBS. Satisfatório; Insatisfatório
	CAUDAL ANUAL CAPTADO (valores do período de análise)	m³/ano	5 993 620	ESTADO	Satisfatório	OBS. Satisfatório; Insatisfatório
	N.º DE OCORRÊNCIAS DE PARAGEM POR SOBREDIMENSIONAMENTO DOS GRUPOS ELETROBOMBA	nº/ ano	0	ESTADO	Satisfatório	OBS. Satisfatório; Insatisfatório
2.1.2 SUSTENTABILIDADE DO SERVIÇO (Reporta ao ano civil de 2019)						
		ESTADO	OBS. Satisfatório; Insatisfatório			
	FIABILIDADE DA INSTALAÇÃO EM TERMOS DE SERVIÇO	Insatisfatório	Colmatção do leito do rio / aparecimento de manganês - impedem a elevação dos caudais pretendidos.			
	GESTÃO ENERGÉTICA	Satisfatório				
	GESTÃO DE RESÍDUOS (ATIVIDADES DE O&M)	Satisfatório				
	MONITORIZAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE (se aplicável)	Satisfatório				
2.1.3 FIABILIDADE/ DISPONIBILIDADE POR UNIDADE FUNCIONAL (Reporta ao ano civil de 2019)						
	UNIDADE FUNCIONAL		FUNC. OPERACIONAL	DISPONIBILIDADE/ROBUSTEZ	REDUNDÂNCIA EQUIP.	OBS. Bom; Satisfatório; Aceitável; Insatisfatório; Não aplicável

	DRENOS		Aceitável	Reduzida	Não aplicável	Problemas de colmatção do leito do rio/ presença de manganês ; Válvulas dos drenos inoperacionais
	POÇO		Aceitável	Reduzida	Não aplicável	

	GRUPOS ELETROBOMBA		Bom	Reduzida	Existente	Não é possível funcionar mais do que uma/duas bombas devido aos problemas de colmatção do rio. Os motores são fiáveis mas no entanto apresentam uma vida útil já considerável. (32 anos)
	CONTROLO DE VELOCIDADE/ CAUDAL DOS GRUPOS ELETROBOMBA/ QUADROS ELÉTRICOS		Bom	Elevada	Não aplicável	
	VÁLVULAS (EQUIP. HIDROMECÂNICOS)		Bom	Elevada	Não aplicável	
	MEDIÇÃO CAUDAL		Bom	Elevada	Não aplicável	Verificados em 2019
	DISPOSITIVO(S) DE PROTEÇÃO CONTRA O CHOQUE HIDRÁULICO		Bom	Elevada	Não aplicável	
	GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA		Bom	Elevada	Não aplicável	
	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO		Bom	Elevada	Não aplicável	
	CIRCUITOS HIDRÁULICOS		Bom	Elevada		
	SISTEMAS DE MOVIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS		Bom	Elevada	Não aplicável	
	EDIFÍCIO (inclui lajes, paredes e vãos)		Bom	Elevada		
	COBERTURA/VIGAS		Bom	Elevada		
	PILARES		Bom	Elevada		
	ZONAS EXTERIORES (inclui pavimentos, taludes e vedações)		Bom	Elevada		

Tabela D 11- Parte integrante 2 do RFA da Captação C03

2.2 ESTADO OU CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO						
2.2.1 INSPEÇÃO VISUAL						
	UNIDADE FUNCIONAL	C. CIVIL	EQUIP. ELETROM.	INST. ELÉTRICAS	INSTRUM / AUTOM	OBS. Bom; Satisfatório; Aceitável; Insatisfatório; Não aplicável

	DRENOS	Satisfatório				Limpeza para verificar a condição de funcionamento
	POÇO	Aceitável				Filmagem aos poços, limpeza e necessidade de pintura exterior e substituição dos varadins

	GRUPOS ELETROBOMBA		Bom			
	CONTROLO DE VELOCIDADE/ CAUDAL DOS GRUPOS ELETROBOMBA/ QUADROS ELÉTRICOS			Bom	Bom	
	VÁLVULAS (EQUIP. HIDROMECÂNICOS)		Bom			
	MEDIÇÃO CAUDAL		Bom			
	DISPOSITIVO(S) DE PROTEÇÃO CONTRA O CHOQUE HIDRÁULICO		Bom			
	GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA		Bom			
	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO		Bom			
	CIRCUITOS HIDRÁULICOS		Bom			
	SISTEMAS DE MOVIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS		Bom			
	EDIFÍCIO (inclui lajes, paredes e vãos)	Bom				
	COBERTURA/VIGAS	Bom				Registam-se infiltrações pontuais de eventual condensados das máquinas que entram para sala do PT
	PILARES	Bom				
	ZONAS EXTERIORES (inclui pavimentos, taludes e vedações)	Bom				

2.2.2 CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO						
		ESTADO	OBS. Satisfatório; Insatisfatório			
	EXISTÊNCIA DE PLANO DE MANUTENÇÃO	Satisfatório				
	CUMPRIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO	Satisfatório				
2.3 SEGURANÇA DA INSTALAÇÃO						
		ESTADO	OBS. Cumpre; Condicionado; Não cumpre			
	CUMPRIMENTO DE REQUISITOS ASSOCIADOS A EQUIPAMENTOS	Cumpre				
2.3.1	CUMPRIMENTO REQUISITOS ASSOCIADOS A INST. ELÉTRICAS	Cumpre				
	PREVENÇÃO E PROTEÇÃO EM CASO DE EMERGÊNCIA	Cumpre				
	ADEQUABILIDADE DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA/ CONTROLO DE RISCOS	Condicionado	Análise do STE das condições de trabalho na cobertura			
2.3.2	OS PROCEDIMENTOS E INSTRUÇÕES DE TRABALHO CONTEMPLAM MEDIDAS QUE PROMOVAM A MINIMIZAÇÃO DOS RISCOS EXISTENTES?	Sim				

Tabela D 12-Parte integrante 3 do RFA da Captação C03

3. SÍNTESE DO DESEMPENHO						
3.1 PONTOS CRÍTICOS PARA O DESEMPENHO						
3.1.1 PERFORMANCE						
		AVALIAÇÃO	OBS. Satisfatório - 5; Insatisfatório - I			
25%	FIABILIDADE DA INSTALAÇÃO EM TERMOS DE SERVIÇO	I				
15%	GESTÃO ENERGÉTICA	5				
5%	GESTÃO DE RESÍDUOS	5				
5%	MONITORIZAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE	5				
		AVALIAÇÃO	OBS. Bom - 5; Satisfatório - 3; Aceitável - 2; Insatisfatório - I			
50%	FIABILIDADE/ DISPONIBILIDADE POR UNIDADE FUNCIONAL	4,40				
3.1.2 ESTADO OU CONDIÇÃO						
		AVALIAÇÃO	OBS. Bom - 5; Satisfatório - 3; Aceitável - 2; Insatisfatório - I			
		5	3	2	I	Total
		8	0	0	0	8
30%	EQUIPAMENTO ELETROMECHANICO	5,00				
		5	3	2	I	Total
		4	I	I	0	6
30%	CONSTRUÇÃO CIVIL	4,17				
		5	3	2	I	Total
		I	0	0	0	I
15%	INST. ELÉTRICAS	5,00				
		5	3	2	I	Total
		I	0	0	0	I
15%	INSTRUM/ AUTOM.	5,00				
		AVALIAÇÃO	OBS. Satisfatório - 5; Insatisfatório - I			
10%	CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO	5				
3.1.3 SEGURANÇA						
		AVALIAÇÃO	OBS. Cumpre - 5; Condicionado - 3; Não cumpre - I			
20%	CUMPRIMENTO DE REQUISITOS ASSOCIADOS A EQUIPAMENTOS	5				
20%	CUMPRIMENTO REQUISITOS ASSOCIADOS A INST. ELÉTRICAS	5				
20%	PREVENÇÃO E PROTEÇÃO EM CASO DE EMERGÊNCIA	5				
40%	ADEQUABILIDADE DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA/ CONTROLO DE RISCOS	3				
3.2 AVALIAÇÃO GLOBAL DO DESEMPENHO						
		ESTADO GLOBAL	OBS. EXCELENTE - 5-4,50; BOM - 4,49-3,75; SATISFATÓRIO - 3,74-3; MEDÍOCRE - 2,99-2,24; CRÍTICO <2,24			
	PERFORMANCE	3,70				
	ESTADO OU CONDIÇÃO	4,75				
	SEGURANÇA	4,20				
	GLOBAL	4,23				BOM

Tabela D 13-Parte integrante 4 do RFA da Captação C03

5. GRAVIDADE DO IMPACTO					
5.1	A(S) PATOLOGIA(S) EXISTENTE(S) NA CONSTRUÇÃO CIVIL PROVOCA(M), DE ALGUMA FORMA, INTERFERÊNCIAS NA OPERAÇÃO DAS CAPTAÇÕES?				
	PATOLOGIA(S)	SEM GRAVIDADE	POUCO GRAVE	GRAVE	MUITO GRAVE
	Sem patologias	x			
	OBS. Sem Gravidade (1); Pouco Grave (3); Grave (4); Muito Grave (5)				

Após a implementação da ação 4

Tabela D 14-Parte integrante 5 do RFA da Captação C03

2.2 ESTADO OU CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO					
2.2.1 INSPEÇÃO VISUAL					
	UNIDADE FUNCIONAL	C. CIVIL	EQUIP. ELETROM.	INST. ELÉTRICAS	INSTRUM / AUTOM

	DRENOS	Bom			
	POÇO	Aceitável			

	GRUPOS ELETROBOMBA		Bom		
	CONTROLO DE VELOCIDADE/ CAUDAL DOS GRUPOS ELETROBOMBA/ QUADROS ELÉTRICOS			Bom	Bom
	VÁLVULAS (EQUIP. HIDROMECAÑICOS)		Bom		
	MEDIÇÃO CAUDAL		Bom		
	DISPOSITIVO(S) DE PROTEÇÃO CONTRA O CHOQUE HIDRÁULICO		Bom		
	GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA		Bom		
	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO		Bom		
	CIRCUITOS HIDRÁULICOS		Bom		
	SISTEMAS DE MOVIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS		Bom		
	EDIFÍCIO (inclui lajes, paredes e vãos)	Bom			
	COBERTURA/VIGAS	Bom			
	PILARES	Bom			
	ZONAS EXTERIORES (inclui pavimentos, taludes e vedações)	Bom			

2.2.2 CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO					
		ESTADO	OBS. Satisfatório; Insatisfatório		
	EXISTÊNCIA DE PLANO DE MANUTENÇÃO	Satisfatório			
	CUMPRIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO	Satisfatório			

Tabela D 15-Parte integrante 6 do RFA da Captação C03

3.1.2 ESTADO OU CONDIÇÃO						
		AVALIAÇÃO	OBS. Bom - 5; Satisfatório - 3; Aceitável - 2; Insatisfatório - 1			
		5	3	2	1	Total
		8	0	0	0	8
30%	EQUIPAMENTO ELETROMECHANICO	5,00				
		5	3	2	1	Total
		5	0	1	0	6
30%	CONSTRUÇÃO CIVIL	4,50				
		5	3	2	1	Total
		1	0	0	0	1
15%	INST. ELÉTRICAS	5,00				
		5	3	2	1	Total
		1	0	0	0	1
15%	INSTRUM/ AUTOM.	5,00				
		AVALIAÇÃO	OBS. Satisfatório - 5; Insatisfatório - 1			
10%	CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO	5				

Tabela D 16- Conversão da classificação presente no RFA para o indicador “Nota de inspeção” da tabela de avaliação do risco

Classificação	5,0 a 4,5, inclusive	4,49 a 3,75, inclusive	3,74 a 3,0, inclusive	2,99 a 2,24, inclusive	< 2,24
Métrica (Nota de Inspeção)	Muito Bom	Bom	Razoável	Mau	Muito Mau

Tabela D 17- Estimativa da avaliação de risco da Captação C03 após intervenção

Captação	Funcionalidade (Probabilidade)					Criticidade (Consequência)					Risco
	Avaliação Estrutural		Implicação na operação		Funcionalidade (Probabilidade)	Relevância		Redundância		Criticidade (Consequência)	
	Nota de Inspeção (80%)	Pontuação	Gravidade do Impacto (20%)	Pontuação		Volume Anual Elevado (75%) (1000 x m³)	Pontuação	Alternativa de Elevação (25%)	Pontuação		
C03	Muito Bom	1	Sem Gravidade	1	1	56154,2	5	Total	1	4	4

Ação 110

Tabela D 18- Caracterização da ação 110

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
110	T02	0	EQ	Automatização da ETA. Substituição da centrífuga e Prensa de lamas na ETA.

Tabela D 20- Avaliação do risco da ETA T02

ETA	Funcionalidade (Probabilidade)										Críticidade (Consequência)					Risco	
	Desempenho Real									Funcionalidade (Probabilidade)	Relevância		Redundância		Críticidade (Consequência)		
	Nota Inspeção (10%)	Pont.	Nível de Utilização da Capacidade Instalada (20%)	Pont.	Grau de Obsolescência (10%)	Pont.	Número e Gravidade das Anomalias (30%)	Pont.	Adequação à Exploração (30%)		Pont.	Volume Anual Elevado [m³] (75%)	Pont.	% Redundância			Pont.
T02	Mau	4	0,68	2	Dificuldade na obtenção de peças de reserva	3,00	Impacto reduzido	1,00	Adequado com limitações	3,00	2,3	1M < Vol ≤ 5M	3,00	75	4	3,25	7

Tabela D 21- Estimativa da avaliação do risco da ETA T02 após a intervenção

	Funcionalidade (Probabilidade)										Críticidade (Consequência)						Risco
Código	Desempenho Real										Func.	Relevância		Redundância		Crític.	
	Nota de inspeção (10%)	Pont.	Nível de utilização da capacidade (20%)	Pont.	Grau de Obsolescência (10%)	Pont.	Número e gravidade das anomalias (30%)	Pont.	Adequação à exploração (30%)	Pont.		Volume anual elevado [m³] (75%)	Pont.	% Redundância (25%)	Pont.		
T02	Mau	4	< 0,6	I	Sem problemas	1,00	Impacto reduzido	1,00	Adequado com limitações	3,00	1,9	IM < Vol ≤ 5M	3,00	75	4	3,25	6

Ação 111

Tabela D 22- Caracterização da ação 111

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
111	48	0	CC	Nova Adutora Ramalde - Pedrouços. Reabilitação Fase 3.

Ação 104

Tabela D 23- Caracterização da ação 104

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
104	T01	0	EQ	Substituição do sistema de comando das bombas de lamas das centrífugas da ETA + Fornecimento de sistema de retenção de antracite no sistema de lamas da ETA.

Tabela D 24- Avaliação do risco da ETA T01

ETA	Funcionalidade (Probabilidade)										Críticidade (Consequência)					Risco	
	Desempenho Real										Func.	Relevância		Redundância			Critic.
												Volume Anual Elevado [m³] (75%)	Pont.	% Redundância	Pont.		
	Nota Inspeção (10%)	Pont.	Nível de Utilização da Capacidade Instalada (20%)	Pont.	Grau de Obsolescência (10%)	Pont.	Número e Gravidade das Anomalias (30%)	Pont.	Adequação à Exploração (30%)	Pont.							
T01	Razoável	3	0,57	1	Dificuldade na obtenção de peças de reserva	3,00	Impacto reduzido	1,00	Adequado	1,00	1,4	5M < Vol ≤ 10M	4,00	25	2	3,5	5

Tabela D 25- Estimativa da avaliação de risco da ETA T01 após intervenção

ETA	Funcionalidade (Probabilidade)										Críticidade (Consequência)					Risco	
	Desempenho Real									Func.	Relevância		Redundância		Critic.		
	Nota Inspeção (10%)	Pont.	Nível de Utilização da Capacidade Instalada (20%)	Pont.	Grau de Obsolescência (10%)	Pont.	Número e Gravidade das Anomalias (30%)	Pont.	Adequação à Exploração (30%)		Pont.	Volume Anual Elevado [m³] (75%)	Pont.	% Redundância			Pont.
T01	Razoável	3	0,57	1	Sem problemas	1,00	Impacto reduzido	1,00	Adequado	1,00	1,2	5M < Vol ≤ 10M	4,00	25	2	3,5	4

Ação 117

Tabela D 26- Caracterização da ação 117

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
117	R12	0	CC	Reabilitação e Ampliação do Reservatório.

Tabela D 27- Classificação de um conjunto de elementos integrantes do Reservatório R12, para atribuição da “Nota de Inspeção”

Reservatório	Exterior		Cobertura		Câmara de manobras		Células							Classificação	
	Vedação	Paredes	Respiros	Impermeabilização	Construção Civil	Tubagem e Equip.	Revestimento (paredes, pav.)	Elementos estruturais	Juntas de membrana	Teto	Tubagens	Acessórios metálicos	Perdas de água	Geral	
R12 (Volume - 1 700 m3) (Ano - 1989)	 Deg.	 Deg.; Fis.	 Oxi.	 Dest.	 Deg.		 Deg.		N/A	 Carb.; Dest; Deg.; Fis.	 Oxi.	 Deg.			Mau 4

Tabela D 28- Avaliação de risco do Reservatório R12

Código	Funcionalidade (Probabilidade)					Criticidade (Consequência)											Risco
	Estado da condição de conservação do reservatório				Func.	Impacto a jusante		Dimensão / dificuldade de intervenção				Relevância / Importância estratégica				Critic.	
	Nota de inspeção (90%)	Pont.	Anos de construção (10%)	Pont.		Volume de circulação diário (30%)	Pont.	Nº de células (10%)	Pont.	Capacidade (10%)	Pont.	% Volume Total do Subsistema (40%)	Pont.	Tráfego (10%)	Pont.		
R12	Mau	4	32	4	4	1 700	3	N = 2	3	1 000 < C ≤ 5 000	2	0 % < v ≤ 10 %	1	6 < T ≤ 8	3	2,1	8

Tabela D 29- Estimativa da avaliação de risco do Reservatório R12 após intervenção

Código	Funcionalidade (Probabilidade)					Criticidade (Consequência)											Risco
	Estado da condição de conservação do reservatório				Func.	Impacto a jusante		Dimensão / dificuldade de intervenção				Relevância / Importância estratégica				Critic.	
	Nota de inspeção (90%)	Pont.	Anos de construção (10%)	Pont.		Volume de circulação diário (30%)	Pont.	Nº de células (10%)	Pont.	Capacidade (10%)	Pont.	% Volume Total do Subsistema (40%)	Pont.	Tráfego (10%)	Pont.		
R12	Muito Bom	1	32	3	1,2	1 700	3	N = 3	2	1 000 < C ≤ 5 000	2	0 % < v ≤ 10 %	1	4 < T ≤ 6	2	1,9	2

Ação 114

Tabela D 30- Caracterização da ação 114

Número	Código	Código adicional	Tipo	Descrição
114	34	0	CC	Substituição da Conduta.

Tabela D 31- Avaliação de risco da Conduta 34

Código	Extensão (m)	Funcionalidade (probabilidade)							Críticidade (consequência)					Risco	
		Durabilidade		Vida útil		Desempenho Real		Func.	Redundância		Relevância				Crític.
		Material (20%)	Pont.	Idade (anos) (20%)	Pont.	Nº avarias/ano /100km (60%)	Pont.		Alternativa de abastecimento (60%)	Pont.	Caudais (m3/ano) (40%)	(Qad/Qfor)	Pont.		
34	3671	FFD	1	16	1	14	3	2,2	Não	5	882 991	0,00959	1	3,4	7

Tabela D 32- Estimativa da avaliação de risco da Conduta 34 após intervenção

Código	Extensão (m)	Funcionalidade (probabilidade)							Críticidade (consequência)						Risco
		Durabilidade		Vida útil		Desempenho Real		Func.	Redundância		Relevância			Crític.	
		Material (20%)	Pont.	Idade (anos) (20%)	Pont.	Nº avarias/ano /100km (60%)	Pont.		Alternativa de abastecimento (60%)	Pont.	Caudais (m3/ano) (40%)	(Qad/Qfor)	Pont.		
34	3671	FFD	1	16	1	—	1	1	Não	5	882 991	0,00959	1	3,4	3

ANEXO E: Conjunto de Ações a Priorizar

Nas Tabelas E1, E2 e E3, as células representadas a amarelo representam ações classificadas como “estudos”, as laranjas representam ações classificadas “projetos” e as células sem preenchimento representam ações classificadas como “intervenções”.

Tabela E 1- Conjunto de ações a priorizar

Nº Ação	Código	Tipo	Descrição da Ação
1	C09	CC	Desassoreamento e limpeza.
2	C09	EQ	Efetuar medidas de pressão de forma e esclarecer qual a altura nanométrica efetiva das bombas de captação.
3	C09	CC	Pretende-se que seja criado um acesso direto de homem à captação/rio.
4	C03	CC	Limpeza dos poços, drenos e condutas de ligação+ Retirada da camada de lodo compactado do leito do rio (em redor dos poços).
5	C03	EQ/CC	Realização de estudos ou ensaios para avaliação do processo de colmatção do leito do rio.
6	C03	CC	Reabilitação dos poços (pintura exterior) e renovação dos varadins.
9	C05	CC	A cobertura do edifício apresenta infiltrações. Neste sentido torna-se importante proceder ao melhoramento da impermeabilização da cobertura para evitar danos no mesmo.
13	C04	EQ	Desenvolvimento de um projeto para a reabilitação e otimização do funcionamento da elevatória da captação C04, de acordo com as condições atuais da exploração.

Tabela E 2- Conjunto de ações a priorizar

Nº Ação	Código	Tipo	Descrição da Ação
22	C08	CC	Os drenos encontram-se partidos não cumprindo a função a que se destinam. Deste modo é necessário proceder à sua substituição. Devido aos problemas ao nível do assoreamento que impede manobrar as válvulas que fazem a descarga lateral bem como os problemas de abrasão existentes no açude deverá ser efetuada uma reabilitação do mesmo e verificação da descarga lateral.
23	C08	EQ	Existem problemas em algumas das válvulas sendo necessário proceder à sua reparação/substituição.
24	C08	CC	Elaboração de projeto de execução para a reabilitação do açude, da descarga lateral, reabilitação da escada de peixes e desassoreamento a montante do açude.
51	E25	EQ	Aquisição de peças de reserva para bombas.
52	E30	EQ	O autómato está a ficar obsoleto havendo ainda peças de substituição a preços elevados. Será prevista a sua substituição no âmbito da renovação do sistema de automação da ETA , em data a definir. Reservar verba no orçamento de substituição.
56	E31	CC	Melhorar o acesso à instalação que atualmente é em terra batida.
60	E35	EQ	Proceder à beneficiação das bombas. Esta elevatória apresenta uma eficiência energética próxima do insatisfatório.
61	E40	CC	Verificação da intervenção da cobertura da câmara de manobras entretanto efetuada e, caso seja necessário, análise da solução para reparação definitiva + Análise da solução para reabilitação da cobertura do PT.

Tabela E 3- Conjunto de ações a priorizar

Nº Ação	Código	Código Adicional	Tipo	Descrição da Ação
I03	T07	0	EQ	Reforço da capacidade da ETA.
I06	43	0	CC	Substituição da Adutora .
I07	36	0	EQ	Fornecimento de válvula de regulação de caudal na Adutora .
I08	2	0	CC	Duplicação da Adutora.
I09	91	0	CC	Reforço da Adutora.
I10	T02	0	EQ	Automatização da ETA + Substituição da centrífuga e Prensa de lamas na ETA .
I11	48	0	CC	Reabilitação Fase 3 da Nova Adutora Ramalde - Pedrouços.
I13	75	0	CC	Substituição da Adutora.
I14	34	0	CC	Substituição da Conduta.
I15	7	0	CC	Substituição da Conduta .
I16	T02	0	EQ/CC	Reabilitação da ETA - 1ª Fase e 2ª Fase .
I17	R12	0	EQ/CC	Reabilitação e Ampliação do Reservatório.
I18	R06	0	EQ	Realização de estudos.

Tabela E 4-Descrição Pormenorizada das ações nos Reservatórios

Nº ação	Código	Tipo	Descrição da ação
	R42	CC	Tratamento de elementos metálicos
	R42	CC	Limpeza e higienização finais
	R42	CC	Outros trabalhos
	R42	CC	Tratamento de elementos metálicos
	R42	CC	Limpeza e higienização finais
	R42	CC	Outros trabalhos
75	R42	CC	
	R43	CC	Substituição de respiros
	R43	CC	Outros trabalhos
76	R43	CC	
	R10	CC	Tratamento de fissuras (pavimento)
	R10	CC	Tratamento de elementos metálicos
	R10	CC	Limpeza e higienização finais
	R10	CC	Outros trabalhos
77	R10	CC	
	R08	CC	Tratamento de elementos metálicos
	R08	CC	Limpeza e higienização finais
	R08	CC	Outros trabalhos
78	R08	CC	

ANEXO F: Classificação dos ativos da empresa quanto ao risco

Tabela F 1- Classificação de risco dos ativos

Ativo							
Código	Código Adicional	Tipo	Funcionalidade	Criticidade	Nível de Risco	Nº Subsistema	Nome Infraestrutura
R20	0	CC	5,00	4,40	22	104	Reservatório
E45	1	EQ	5,00	2,75	14	106	Estação Elevatória
R01	0	CC	2,90	4,70	14	103	Reservatório
R21	0	CC	3,20	4,50	14	104	Reservatório
R34	0	CC	3,80	3,30	13	105	Reservatório
R41	0	CC	3,80	3,50	13	106	Reservatório
R02	0	CC	3,80	3,30	13	103	Reservatório
R22	0	CC	4,00	3,00	12	104	Reservatório
E05	0	CC	3,20	3,50	11	103	Estação Elevatória
R60	0	CC	3,80	2,80	11	107	Reservatório
15	0	CC	2,80	3,40	10	103	Conduta
R30	0	CC	2,90	3,50	10	105	Reservatório
R47	0	CC	3,70	2,80	10	106	Reservatório
E40	0	CC	2,20	4,00	9	106	Estação Elevatória
C04	0	EQ	2,90	3,25	9	103	Captação
E40	0	EQ	2,20	4,00	9	103	Estação Elevatória
E21	0	EQ	2,20	4,00	9	104	Estação Elevatória
T01	0	CC	2,20	3,50	8	103	ETA
C11	0	EQ	3,00	2,75	8	107	Captação
R04	0	CC	3,10	2,60	8	103	Reservatório
E01	0	CC	1,80	4,25	8	103	Estação Elevatória
T02	0	CC	2,60	3,25	8	105	ETA
E46	0	EQ	2,20	3,50	8	106	Estação Elevatória
R12	0	CC	4,00	2,10	8	103	Reservatório
45	0	CC	1,60	4,60	7	104	Conduta
48	0	CC	1,60	4,20	7	104	Conduta
95	0	CC	1,60	4,20	7	106	Conduta
C03	0	CC	1,80	4,00	7	103	Captação
E23	0	EQ	1,60	4,25	7	104	Estação Elevatória
34	0	CC	2,20	3,40	7	103	Conduta
T02	0	EQ	2,30	3,25	7	105	ETA
R44	0	CC	3,10	2,10	7	106	Reservatório
T07	0	EQ	2,50	2,75	7	107	ETA
R03	0	CC	2,00	3,50	7	103	Reservatório
E14	0	CC	1,60	3,50	6	103	Estação Elevatória
R06	0	CC	3,80	1,60	6	103	Reservatório
E23	0	CC	1,40	4,25	6	104	Estação Elevatória
E25	0	CC	2,20	2,75	6	104	Estação Elevatória

Tabela F 2- Classificação de risco dos ativos

Ativo							
Código	Código Adicional	Tipo	Funcionalidade	Criticidade	Nível de Risco	Nº Subsistema	Nome Infraestrutura
36	0	CC	1,60	3,80	6	104	Conduta
50	0	CC	1,60	3,80	6	104	Conduta
E33	0	EQ	1,80	3,50	6	105	Estação Elevatória
E47	0	EQ	1,80	3,50	6	106	Estação Elevatória
4	0	CC	1,80	3,40	6	103	Conduta
31	0	CC	1,80	3,40	6	103	Conduta
16	0	CC	1,80	3,40	6	103	Conduta
17	0	CC	1,80	3,40	6	103	Conduta
74	0	CC	1,80	3,40	6	105	Conduta
75	0	CC	1,80	3,40	6	105	Conduta
T04	0	CC	3,20	1,75	6	106	ETA
E49	0	EQ	2,20	2,80	6	106	Estação Elevatória
R14	0	CC	3,80	1,60	6	103	Reservatório
E01	1	EQ	1,40	4,50	6	103	Estação Elevatória
C08	0	CC	2,20	2,75	6	105	Captação
C09	0	CC	3,20	1,75	6	105	Captação
R05	0	CC	3,80	1,60	6	103	Reservatório
R15	0	CC	3,80	1,70	6	103	Reservatório
E02	0	CC	2,40	2,50	6	103	Estação Elevatória
T01	0	EQ	1,40	3,50	5	103	ETA
E03	0	CC	1,00	5,00	5	103	Estação Elevatória
R43	0	CC	2,10	2,20	5	106	Reservatório
106	0	CC	1,60	3,40	5	106	Conduta
70	0	CC	1,60	3,40	5	105	Conduta
22	0	CC	1,60	3,40	5	103	Conduta
61	0	CC	1,60	3,40	5	104	Conduta
52	0	CC	1,60	3,40	5	104	Conduta
51	0	CC	1,60	3,40	5	104	Conduta
30	0	CC	1,60	3,40	5	103	Conduta
19	0	CC	1,60	3,40	5	103	Conduta
7	0	CC	1,60	3,40	5	103	Conduta
28	0	CC	1,60	3,40	5	103	Conduta
6	0	CC	1,60	3,40	5	103	Conduta
98	0	CC	1,60	3,40	5	106	Conduta
78	0	CC	1,60	3,40	5	105	Conduta
80	0	CC	1,60	3,40	5	105	Conduta
E31	0	EQ	1,70	2,75	5	105	Estação Elevatória
R42	0	CC	2,00	2,50	5	106	Reservatório
92	0	CC	1,00	5,00	5	106	Conduta
75	0	CC	1,00	5,00	5	105	Conduta

Tabela F 3-Classificação de risco dos ativos

Ativo							
Código	Código Adicional	Tipo	Funcionalidade	Criticidade	Nível de Risco	Nº Substema	Nome Infraestrutura
E20	2	EQ	1,00	4,00	4	104	Estação Elevatória
E14	0	EQ	1,00	3,50	4	103	Estação Elevatória
E11	0	EQ	1,00	3,50	4	103	Estação Elevatória
E11	0	CC	1,00	3,50	4	103	Estação Elevatória
R40	0	CC	1,10	3,60	4	106	Reservatório
E50	0	EQ	1,80	2,00	4	106	Estação Elevatória
5	0	CC	1,20	3,40	4	103	Conduta
24	0	CC	1,20	3,40	4	103	Conduta
33	0	CC	1,20	3,40	4	103	Conduta
25	0	CC	1,20	3,40	4	103	Conduta
C08	0	EQ	1,40	2,75	4	105	Captação
E48	0	EQ	1,40	2,75	4	106	Estação Elevatória
R10	0	CC	2,00	2,00	4	103	Reservatório
T03	0	CC	1,80	1,75	3	105	ETA
R31	0	CC	2,90	1,20	3	105	Reservatório
C04	0	CC	1,00	3,25	3	103	Captação
E31	0	CC	1,00	2,75	3	105	Estação Elevatória
E35	0	EQ	1,60	1,75	3	105	Estação Elevatória
E60	0	EQ	1,70	2,00	3	107	Estação Elevatória
E44	0	EQ	1,60	1,75	3	106	Estação Elevatória
E05	2	EQ	1,60	1,80	3	103	Estação Elevatória
R08	0	CC	2,00	1,70	3	103	Reservatório
E02	0	EQ	1,00	2,50	3	103	Estação Elevatória
10	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
96	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
120	0	CC	1,00	3,40	3	107	Conduta
23	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
21	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
57	0	CC	1,00	3,40	3	104	Conduta
67	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
29	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
26	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
11	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
107	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
13	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
12	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
62	0	CC	1,00	3,40	3	104	Conduta
110	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
18	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
42	0	CC	2,60	1,00	3	104	Conduta

Tabela F 4-Classificação de risco dos ativos

Ativo							
Código	Código Adicional	Tipo	Funcionalidade	Criticidade	Nível de Risco	Nº Subsistema	Nome Infraestrutura
I18	0	CC	1,00	5,00	5	107	Conduta
93	0	CC	1,00	5,00	5	106	Conduta
65	0	CC	1,00	4,60	5	105	Conduta
91	0	CC	1,00	5,00	5	106	Conduta
E03	0	EQ	1,00	5,00	5	103	Estação Elevatória
C07	0	EQ	2,30	2,00	5	103	Captação
C05	0	EQ	1,20	4,00	5	103	Captação
E01	2	EQ	1,20	4,00	5	103	Estação Elevatória
E01	3	EQ	1,20	4,00	5	103	Estação Elevatória
T07	0	CC	1,80	2,75	5	107	ETA
R09	0	CC	3,80	1,20	5	103	Reservatório
C11	0	CC	1,80	2,75	5	107	Captação
C03	1	EQ	1,20	3,25	4	103	Captação
T03	0	EQ	2,00	1,75	4	105	ETA
T04	0	EQ	2,30	1,75	4	106	ETA
R61	0	CC	2,80	1,60	4	107	Reservatório
R13	0	CC	2,90	1,30	4	103	Reservatório
R49	0	CC	2,80	1,40	4	106	Reservatório
R32	0	CC	2,90	1,30	4	105	Reservatório
E46	0	CC	1,00	3,50	4	106	Estação Elevatória
E33	0	CC	1,00	3,50	4	105	Estação Elevatória
E21	0	CC	1,00	4,00	4	104	Estação Elevatória
R35	0	CC	2,10	2,10	4	105	Reservatório
E47	0	CC	1,00	3,50	4	106	Estação Elevatória
C05	0	CC	1,00	4,00	4	103	Captação
C07	0	CC	1,80	2,00	4	103	Captação
E07	1	EQ	1,60	2,75	4	103	Estação Elevatória
E45	2	EQ	1,60	2,75	4	106	Estação Elevatória
R24	0	CC	2,30	1,60	4	104	Reservatório
R16	0	CC	2,90	1,30	4	103	Reservatório
69	0	CC	1,00	3,80	4	105	Conduta
1	0	CC	1,00	3,80	4	103	Conduta
3	0	CC	1,80	2,00	4	103	Conduta
73	0	CC	1,00	3,80	4	105	Conduta
76	0	CC	1,00	3,80	4	105	Conduta
C03	2	EQ	1,00	4,00	4	103	Captação
E43	0	EQ	2,30	1,75	4	106	Estação Elevatória
E60	0	CC	2,20	2,00	4	107	Estação Elevatória
E20	0	CC	1,00	4,00	4	104	Estação Elevatória
E20	1	EQ	1,00	4,00	4	104	Estação Elevatória

Tabela F 5-Classificação de risco dos ativos

Ativo							
Código	Código Adicional	Tipo	Funcionalidade	Criticidade	Nível de Risco	Nº Subsistema	Nome Infraestrutura
2	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
108	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
35	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
72	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
65	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
119	0	CC	1,00	3,40	3	107	Conduta
14	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
64	0	CC	1,00	3,40	3	104	Conduta
31	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
27	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
20	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
100	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
99	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
94	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
109	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
60	0	CC	1,00	3,40	3	104	Conduta
97	0	CC	1,00	3,40	3	106	Conduta
9	0	CC	1,00	3,40	3	103	Conduta
58	0	CC	1,00	3,40	3	104	Conduta
59	0	CC	1,00	3,40	3	104	Conduta
67	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
83	0	CC	3,20	1,00	3	105	Conduta
81	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
65?	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
77	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
82	0	CC	1,00	3,40	3	105	Conduta
E25	0	EQ	1,20	2,75	3	104	Estação Elevatória
E30	0	EQ	1,10	2,75	3	105	Estação Elevatória
E05	1	EQ	1,00	2,75	3	103	Estação Elevatória
E07	0	CC	1,00	2,75	3	103	Estação Elevatória
E30	0	CC	1,00	2,75	3	105	Estação Elevatória
E45	0	CC	1,00	2,75	3	106	Estação Elevatória
R48	0	CC	2,80	1,20	3	106	Reservatório
E48	0	CC	1,00	2,75	3	106	Estação Elevatória
E49	0	CC	1,00	2,75	3	106	Estação Elevatória
E16	0	CC	1,40	1,75	2	103	Estação Elevatória
E16	0	EQ	1,00	1,80	2	103	Estação Elevatória
R07	0	CC	1,10	1,90	2	103	Reservatório
E35	0	CC	1,00	1,75	2	105	Estação Elevatória
E44	0	CC	1,00	1,75	2	106	Estação Elevatória

Tabela F 6-Classificação de risco dos ativos

Ativo							
Código	Código Adicional	Tipo	Funcionalidade	Criticidade	Nível de Risco	Nº Subsistema	Nome Infraestrutura
C10	0	CC	1,00	1,75	2	106	Captação
E43	0	CC	1,00	1,75	2	106	Estação Elevatória
R11	0	CC	1,10	1,90	2	103	Reservatório
39	0	CC	2,20	1,00	2	104	Conduta
43	0	CC	1,00	1,80	2	104	Conduta
37	0	CC	1,80	1,00	2	104	Conduta
C09	0	EQ	1,40	1,75	2	105	Captação
C10	0	EQ	1,40	1,75	2	106	Captação
E07	2	EQ	1,00	2,00	2	103	Estação Elevatória
E50	0	CC	1,00	2,00	2	106	Estação Elevatória
38	0	CC	1,20	1,40	2	104	Conduta
84	0	CC	1,20	1,00	1	105	Conduta
41	0	CC	1,00	1,00	1	104	Conduta
104	0	CC	1,00	1,00	1	106	Conduta
102	0	CC	1,00	1,00	1	106	Conduta

ANEXO G: Lista priorizada de ações

Nota: O “Volume Anual da Instalação” representa-se em m³.

Tabela G 1- Lista de ações prioritizada

		Identificação do ativo			1º Critério	2º Critério	Critérios de desempate dentro de um patamar de prioridade		
Patamares de Prioridade	Nº ação	Código	Código Adicional	Tipo	Nível de Risco	Capacidade de Diminuir o Nível de Risco	Criticidade	Funcionalidade	Volume Anual da Instalação
1	111	48	0	CC	25	24	4,20	1,60	42119726
2	69	E45	I	EQ	14	10	2,75	5,00	350000
3	86	R2I	0	CC	14	8	4,50	3,20	55918000
4	98	R4I	0	CC	13	9	3,50	3,80	7300000
5	101	R02	0	CC	13	9	3,30	3,80	28802515
6	100	R22	0	CC	12	8	3,00	4,00	27538520
7	118	R0I	0	CC	14	5	1,60	2,90	100010000
8	94	R34	0	CC	13	6	3,30	3,80	1569500
9	99	R60	0	CC	11	8	2,80	3,80	328500
10	92	R47	0	CC	10	7	2,80	3,70	2675450
11	87	R30	0	CC	10	6	3,50	2,90	4380000
12	68	E45	I	EQ	14	0	2,75	5,00	350000
13	13	C04	0	EQ	9	6	3,25	1,00	5083000
14	61	E40	0	CC	9	5	4,00	2,20	6523000
15	117	R12	0	EQ/CC	8	6	2,10	4,00	4101140
16	81	R04	0	CC	8	5	2,60	3,10	13286000
17	48	E2I	0	EQ	9	3	4,00	2,20	7977000
18	114	34	0	CC	7	4	3,40	2,20	882991
19	91	R44	0	CC	7	4	2,10	3,10	1339550
20	71	E46	0	EQ	8	2	3,50	2,20	1070000
21	49	E2I	0	EQ	9	0	4,00	2,20	7977000
22	62	E40	0	EQ	9	0	4,00	2,20	6523000
	63	E40	0	EQ	9	0	4,00	2,20	6523000
	64	E40	0	EQ	9	0	4,00	2,20	6523000
23	4	C03	0	CC	7	3	4,00	1,80	56154000
	5	C03	2	EQ/CC	7	3	4,00	1,80	56154000
24	19	C1I	0	EQ	8	1	2,75	3,00	320000
25	95	R15	0	CC	6	4	1,70	3,80	2474700
26	93	R14	0	CC	6	4	1,60	3,80	2910875
27	97	R05	0	CC	6	4	1,60	3,80	1723530
28	79	R03	0	CC	7	2	3,50	2,00	33904120
29	116	T02	0	EQ/CC	7	2	3,25	2,10	7478120
30	26	E0I	0	CC	8	0	4,25	1,80	72780000

Tabela G 2- Lista de ações prioritizada

		Identificação do ativo			1º Critério	2º Critério	Critérios de desempate dentro de um patamar de prioridade		
Patamares de Prioridade	Nº ação	Código	Código Adicional	Tipo	Nível de Risco	Capacidade de Diminuir o Nível de Risco	Criticidade	Funcionalidade	Volume Anual da Instalação
31	36	E05	0	CC	8	0	3,50	2,40	1202000
32	112	T01	0	CC	8	0	3,50	2,20	43550340
33	113	75	0	CC	6	3	3,40	1,80	829402
34	17	C11	0	EQ	8	0	2,75	3,00	320000
35	96	R06	0	CC	6	3	1,60	3,80	1047550
36	110	T02	0	EQ	7	1	3,25	2,10	7478120
37	103	T07	0	EQ	7	1	2,75	2,10	433255
38	102	R09	0	CC	5	4	1,20	3,80	155490
39	107	36	0	CC	6	2	3,80	1,60	19842768
40	57	E33	0	EQ	6	2	3,50	1,80	2069000
41	22	C08	0	CC	6	2	2,75	2,20	4634000
42	28	E02	0	CC	6	2	2,50	2,40	4145000
43	50	E23	0	EQ	7	0	4,25	1,60	5616000
44	6	C03	0	CC	7	0	4,00	1,80	56154000
45	24	C08	0	CC	6	1	2,75	2,20	4634000
46	1	C09	0	CC	6	1	1,75	3,20	558000
47	109	91	0	CC	5	2	5,00	1,00	6128490
48	115	7	0	CC	5	2	3,40	1,60	1816834
49	75	R42	0	CC	5	2	2,50	2,00	1184790
50	76	R43	0	CC	5	2	2,20	2,10	1339550
51	27	E01	3	EQ	6	0	4,50	1,40	20859000
52	73	E47	0	EQ	6	0	3,50	1,80	2738000
53	58	E33	0	EQ	6	0	3,50	1,80	2069000
54	41	E14	0	CC	6	0	3,50	1,60	1727000
55	3	C09	0	CC	6	0	1,75	3,20	558000
56	83	R49	0	CC	4	3	1,40	2,80	218270
57	84	R16	0	CC	4	3	1,30	2,90	861400
58	88	R32	0	CC	4	3	1,30	2,90	406610
59	90	R13	0	CC	4	3	1,30	2,90	251120
60	7	C05	0	EQ	5	1	4,00	1,20	37594000
61	104	T01	0	EQ	5	1	3,50	1,40	43550340
	105	T01	0	EQ	5	1	3,50	1,40	43550340
62	53	E31	0	EQ	5	1	2,75	1,70	263000
63	10	C07	0	EQ/CC	5	1	2,00	2,30	59000
64	108	2	0	CC	4	2	3,40	1,00	7521281
65	77	R10	0	CC	4	2	2,00	2,00	9806090
66	89	R61	0	CC	4	2	1,60	2,80	56575
67	80	R24	0	CC	4	2	1,60	2,30	3036800
68	31	E03	0	CC	5	0	5,00	1,00	13131000
	32	E03	0	EQ	5	0	5,00	1,00	13131000
	33	E03	0	EQ	5	0	5,00	1,00	13131000
69	8	C05	0	EQ	5	0	4,00	1,20	37594000
70	25	E01	2	EQ	5	0	4,00	1,20	28231000

Tabela G 3- Lista de ações prioritizada

		Identificação do ativo			1º Critério	2º Critério	Critérios de desempate dentro de um patamar de prioridade		
Patamares de Prioridade	Nº ação	Código	Código Adicional	Tipo	Nível de Risco	Capacidade de Diminuir o Nível de Risco	Criticidade	Funcionalidade	Volume Anual da Instalação
71	18	C11	0	CC	5	0	2,75	1,80	320000
	20	C11	0	CC	5	0	2,75	1,80	320000
72	54	E31	0	EQ	5	0	2,75	1,70	263000
	55	E31	0	EQ	5	0	2,75	1,70	263000
73	21	C08	0	EQ	4	1	2,75	1,40	4634000
74	74	E60	0	CC	4	1	2,00	2,20	58000
75	106	43	0	CC	3	2	1,80	1,00	34146044
76	82	R31	0	CC	3	2	1,20	2,90	402230
77	85	R48	0	CC	3	2	1,20	2,80	239805
78	15	C03	1	EQ	4	0	4,00	1,00	50158000
	16	C03	1	EQ	4	0	4,00	1,00	50158000
79	9	C05	0	CC	4	0	4,00	1,00	37594000
80	46	E20	2	EQ	4	0	4,00	1,00	33427000
	47	E20	2	EQ	4	0	4,00	1,00	33427000
81	42	E20	1	EQ	4	0	4,00	1,00	19291000
	43	E20	1	CC	4	0	4,00	1,00	19291000
	44	E20	1	EQ	4	0	4,00	1,00	19291000
	45	E20	1	EQ	4	0	4,00	1,00	19291000
82	38	E11	0	EQ	4	0	3,50	1,00	4295000
	39	E11	0	EQ	4	0	3,50	1,00	4295000
83	72	E47	0	CC	4	0	3,50	1,00	2738000
84	40	E14	0	EQ	4	0	3,50	1,00	1727000
85	37	E07	1	EQ	4	0	2,75	1,60	693000
86	70	E45	2	EQ	4	0	2,75	1,60	435000
87	23	C08	0	EQ	4	0	2,75	1,40	4634000
88	78	R08	0	CC	3	1	1,70	2,00	1139895
89	2	C09	0	EQ	2	2	1,75	1,40	558000
90	14	C04	0	CC	3	0	3,25	2,90	5083000
91	51	E25	0	EQ	3	0	2,75	1,20	644000
92	52	E30	0	EQ	3	0	2,75	1,00	428000
93	56	E31	0	CC	3	0	2,75	1,00	263000
94	34	E05	2	EQ	3	0	2,75	1,00	194000
	35	E05	2	EQ	3	0	2,75	1,00	194000
95	29	E02	0	EQ	3	0	2,50	1,00	4145000
	30	E02	0	EQ	3	0	2,50	1,00	4145000
96	65	E44	0	EQ	3	0	1,75	1,60	495000
	66	E44	0	EQ	3	0	1,75	1,60	495000
97	59	E35	0	EQ	3	0	1,75	1,60	221000
	60	E35	0	EQ	3	0	1,75	1,60	221000
98	12	C10	0	EQ	2	0	1,75	1,40	464000
99	67	E44	0	CC	2	0	1,75	1,00	495000
100	11	C10	0	CC	2	0	1,75	1,00	464000