



**CIÊNCIAS
EMPRESARIAIS**

ESCOLA SUPERIOR
POLITÉCNICO SETÚBAL



**TECNOLOGIA
SETÚBAL**

ESCOLA SUPERIOR
POLITÉCNICO SETÚBAL

ALEXANDRINO DA
COSTA BANDE

**SEGURANÇA E SAÚDE NO
TRABALHO NA OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO DE REDES DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
DRENAGEM – SMAS MONTIJO**

Dissertação submetida como requisito para
obtenção do grau de Mestre em Segurança e
Higiene no Trabalho

ORIENTADOR

Professor, Ricardo Salgado, ESTSetúbal/IPS

Dezembro - 2024

ALEXANDRINO DA
COSTA BANDE

**SEGURANÇA E SAÚDE NO
TRABALHO NA OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO DE REDES DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
DRENAGEM – SMAS MONTIJO**

JÚRI

Presidente: Prof.^a Adjunta, Olga Maria Figueiredo Costa,
ESTSetúbal/IPS

Orientador: Prof. Adjunto, Ricardo Manuel Nunes
Salgado, ESTSetúbal/IPS

Vogal: Prof.^a Adjunta, Ana Maria Garcia Henriques
Barreiros Joanaz de Melo

Dezembro - 2024

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de expressar a minha profunda gratidão a Deus, cuja orientação e força foram fundamentais ao longo de toda esta jornada. A sua presença proporcionando-me coragem e determinação nos momentos mais desafiadores, e sou eternamente grato por todas as bênçãos recebidas.

Aos meus familiares, um agradecimento especial pelo amor, apoio e encorajamento incondicional. Vocês foram a minha base e a minha motivação, e sem o vosso suporte, este trabalho não teria sido possível.

A minha profunda gratidão e respeito ao meu orientador, Ricardo Salgado, pela sua orientação valiosa e dedicação. A sua sabedoria e paciência foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto de dissertação, e sou muito grato por ter tido a oportunidade de aprender com um profissional tão exemplar.

À Diretora Anabela Paquete e à Senhora Sandra Marques, agradeço sinceramente pela oportunidade que me foi concedida para desenvolver este projeto nos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Montijo. A vossa colaboração e apoio foram cruciais para a realização deste trabalho e enriqueceram a minha experiência.

Por fim, quero expressar a minha gratidão a minha colega Vanessa e aos meus amigos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a concretização deste projeto. A vossa camaradagem e partilha de ideias tornaram esta jornada ainda mais significativa e enriquecedora.

A todos, o meu muito obrigado!

Resumo

A Segurança e Saúde no Trabalho (SST) é essencial na construção e manutenção das redes de água e drenagem dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS), garantindo práticas seguras e eficientes que protegem tanto os trabalhadores quanto a saúde pública. A SST envolve a implementação de normas de segurança, capacitação de profissionais e supervisão contínua, promovendo a sustentabilidade das infraestruturas e a qualidade de vida nas comunidades. Embora existam avanços, setores como os SMAS ainda enfrentam desafios, incluindo riscos psicossociais e físicos elevados. Este trabalho visa desenvolver um processo de avaliação e controlo de riscos no Serviço de Manutenção e Conservação das Redes de Água e Drenagem no Montijo, em Portugal. O objetivo passa pela deteção e mitigação de perigos que comprometam a segurança dos trabalhadores e a eficiência dos serviços, no sentido de promover uma cultura de segurança em conformidade com a legislação vigente. A metodologia utilizada no estudo é de cariz qualitativo, e conta com análise documental e ações de observações em campo no sentido de mapear as tarefas e os riscos associados. A aplicação da "Matriz de Falhas" permitiu a avaliação dos riscos e a definição de medidas de controlo, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e eficaz. Na análise de risco realizada na tarefa de execução e manutenção de redes de águas, foram identificados 17 riscos, sendo que os que apresentam maior preocupação e que devem ser prioritários a resolver são: soterramento, queda em altura, risco elétrico, perfuração de tubagem de gás, risco psicossocial e exposição a gases tóxicos ou inflamáveis, e na tarefa de limpeza, foram identificados 23 riscos, sendo que os que carecem de maior atenção e que devem ser prioritários a resolver incluem: queda em altura, inalação de gases tóxicos, contacto com substâncias químicas e biológicas, risco elétrico, infiltração de substâncias tóxicas no solo, poluição da água, riscos à saúde pública, emissão de gases tóxicos e impacto na biodiversidade.

Palavras-chave: Redes de águas, Segurança e Saúde no Trabalho, Análise e avaliação de Risco

Abstract

Occupational Safety and Health (OSH) is essential in the construction and maintenance of water and drainage networks of Municipal Water and Sanitation Services (SMAS), ensuring safe and efficient practices that protect both workers and public health. OSH involves the implementation of safety standards, professional training and continuous supervision, promoting the sustainability of infrastructure and quality of life in communities. Although progress has been made, sectors such as SMAS still face challenges, including heightened psychosocial and physical risks. This work aims to develop a risk assessment and control process in the Maintenance and Conservation Service of Water and Drainage Networks in Montijo, Portugal. The objective is to detect and mitigate hazards that compromise the safety of workers and the efficiency of services, in order to promote a safety culture in accordance with current legislation. The methodology used in the study is qualitative in nature, and relies on documentary analysis and field observation actions in order to map the tasks and associated risks. The application of the "Failure Matrix" allowed risk assessment and the definition of control measures, contributing to a safer and more effective work environment. In the risk analysis carried out in the task of executing and maintaining water networks, 17 risks were identified, and those that present the greatest concern and that should be prioritized to be resolved are: burial, fall from height, electrical risk, pipe perforation of gas, psychosocial risk and exposure to toxic or flammable gases, and in the cleaning task, 23 risks were identified, and those that require greater attention and should be prioritized to be resolved include: falling from a height, inhalation of toxic gases, contact with chemical and biological substances, electrical risk, infiltration of toxic substances into the soil, water pollution, risks to public health, emission of toxic gases and impact on biodiversity.

Keywords: water networks, occupational safety and health, risk analysis and assessment

Índice

Agradecimentos	III
Resumo.....	IV
Abstract.....	V
Índice de Figuras	VII
Índice de Tabelas.....	VII
Léxico de Siglas.....	VII
PARTE I – Enquadramento Geral	1
Introdução	1
Estrutura do Projeto	4
Capítulo 1 – Enquadramento Teórico	4
1.1. O Ciclo Urbano da Água	4
1.2. O Sistema de Abastecimento de Água	6
1.2.1. A Captação da Água.....	6
1.2.2. O Tratamento da Água	7
1.2.3. A Elevação.....	7
1.2.4. O Transporte.....	7
1.2.5. O Processo de Armazenamento.....	7
1.2.6. A Fase de Distribuição da Água	7
1.3. A Rede de Distribuição de Água.....	7
1.3.1. A Operacionalidade das Redes de Distribuição de Água.....	10
1.4. Os Sistemas de Drenagem de Águas Residuais.....	12
1.5. A Manutenção de equipamentos e redes de água	13
1.6. Análise de Risco	14
1.6.1. Perigo.....	14
1.6.2. Risco	14
1.6.3. Tratamento do Risco.....	15
1.6.4. Avaliação de Risco	15
1.6.5. A Gestão de Risco	16
1.6.6. Métodos de Avaliação de Risco	18
1.6.7. Método Qualitativo	20
1.6.8. Método Quantitativo.....	21
1.6.9. Método Semiquantitativo	21
PARTE II – Processo Metodológico	22
Capítulo 2 – Metodologia	22
2.1. A opção Metodológica.....	23
2.2. Amostragem	23
2.3. Técnica de Recolha de dados.....	25
2.3.1. Análise documental.....	25
2.3.2. Trabalho de Campo	25
2.3.3. Análise e tratamento de dados	26
PARTE III – Discussão dos Resultados	28
Capítulo 3 – Apresentação e Discussão dos Resultados.....	28
3.1. Construção da Matriz de Falhas	29
Conclusões.....	40
Bibliografia	42

Índice de Figuras

Figura 1.1: Ciclo Urbano da Água	5
Figura 1.2: Sistema de Abastecimento de Água.....	6
Figura 1.3: Rede Ramificada	8
Figura 1.4: Rede Malhada	9
Figura 1.5: Rede Mista.....	9
Figura 1.6: Reservatório de Montante.....	10
Figura 1.7: Reservatório de Jusante	10
Figura 1.8: Reservatório de Sobra	11
Figura 1.9: Sistema de Drenagem	13
Figura 1.10: Avaliação e Controlo de Risco	18

Índice de Tabelas

Tabela 1.1: Métodos de Avaliação de Risco	18
Tabela 1.2: Classificação dos Métodos de Avaliação de Risco	21
Tabela 2.1: Classificação de Frequência.....	27
Tabela 2.2: Classificação do Grau de Gravidade	27
Tabela 2.3: Representação da Matriz.....	28
Tabela 2.4: Grau de Segurança	28
Tabela 3.1: Avaliação de Risco - Tarefa de Limpezas	29
Tabela 3.2: Avaliação de Risco – Tarefa de Execução e Manutenção de Redes.....	30
Tabela 3.3: Medidas de Controlo de Risco - Tarefa de Limpeza.....	33
Tabela 3.4: Medidas de Ação - Tarefa de Execução e Manutenção de Redes	36

Léxico de Siglas

ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho

AESST – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

APRH – Associação Portuguesa de Recursos Hídricos

EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres

EPC – Equipamentos de Proteção Coletiva

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ARP – Análise de Riscos de Pessoa

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

ETA – Estações de Tratamento de Água

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

EU - OSHA – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

GRO – Gestão de Riscos Ocupacional

ISO/IEC – Organização Internacional de Normalização

OIT – Organização Internacional do Trabalho

PGR – Programa de Gestão de Riscos

RPSO – Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SMAS – Serviços Municipalizados de Abastecimento de Água e Saneamento

UE – União Europeia

PARTE I – Enquadramento Geral

Introdução

A Segurança e Saúde no Trabalho (SST) desempenha um papel fundamental na construção e manutenção de redes de água e drenagem dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS). Num contexto em que a qualidade da água e a eficiência do sistema de drenagem são cruciais para a saúde pública e o bem-estar da população, a atuação da SST torna-se essencial para garantir que as práticas de trabalho sejam realizadas de forma segura e eficiente. A implementação de normas de segurança, a capacitação dos trabalhadores e a adoção de tecnologias adequadas são algumas das medidas que a SST promove para minimizar riscos e assegurar a integridade física dos profissionais envolvidos. Além disso, a supervisão constante e a análise de procedimentos operacionais visam não apenas a proteção dos trabalhadores, mas também a sustentabilidade e a eficácia das infraestruturas de água e drenagem, contribuindo, assim, para a preservação ambiental e a qualidade de vida nas comunidades atendidas pelos Serviços Municipalizados de Abastecimento de Água e Saneamento (SMAS). Neste contexto, a SST, cuja origem assenta na evolução das condições de trabalho e que, segundo Freitas (2016, p.21), remonta aos tempos em que se começaram a usar ferramentas de trabalho, estabelece-se como um pilar fundamental que interliga segurança, saúde e eficiência na gestão dos recursos hídricos.

A segurança e a saúde no trabalho são fundamentais para garantir um ambiente de trabalho saudável e livre de riscos, contribuindo para a prevenção de acidentes e doenças profissionais (ACT, 2013). Aliás, “a gestão da SST passa por identificar os riscos associados ao local de trabalho, instalações e ao desenvolvimento da sua atividade, isto é, as situações que possam causar dano a si, aos seus trabalhadores e a terceiros e decidir se está, ou não, a fazer o suficiente para prevenir a sua ocorrência” (ACT, 2013). O mesmo preceito é replicável às empresas de captação, tratamento e distribuição de água. Na realidade nacional e no que respeita ao setor do Saneamento, frequentemente ocorrem acidentes de trabalho (Costa, 2009).

Esta temática tem sido muito debatida em diferentes organismos, tais como: a Organização Internacional do Trabalho (OIT), a União Europeia (UE), a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA) e a Autoridade para as Condições no Trabalho (ACT), levando as entidades governamentais portuguesas a

criarem leis, regulamentos e normas para o enquadramento legal da segurança e saúde no trabalho. Referenciamos a Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, que aprova o novo regime jurídico da promoção da segurança e da saúde no trabalho, revogando a legislação anterior, o Decreto-lei n.º 441/91 de 14 de novembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1989.

De acordo com Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2023), embora haja avanços no domínio da SST, ainda existem áreas que precisam de melhorias, como sejam os Serviços Municipalizados de Abastecimento de Água e Saneamento, considerando o aumento de fatores de *stress* psicossociais e emocionais que afetam a saúde dos trabalhadores, e os riscos físicos e ergonómicos, que permanecem num nível elevado. Os SMAS, desenvolvem atividades que necessitam de cuidados específicos de manutenção do equilíbrio urbano, preservação do meio ambiente, da segurança e da saúde dos trabalhadores e da comunidade, daí ser essencial conhecer os riscos associados a estas atividades, até porque a rede de abastecimento de água é vital para a saúde pública, pois fornece água potável essencial para consumo humano, higiene e saneamento. Além disso, desempenha um papel crucial no desenvolvimento económico e social, contribuindo para a agricultura, indústria e qualidade de vida nas cidades. Assim, a investigação sobre a segurança e saúde no trabalho na operação e manutenção de redes de água e saneamento permite aferir os principais riscos na operação e manutenção de redes de água e drenagem.

Neste sentido, o projeto que aqui desenvolvemos e apresentamos tem como objetivo principal a conceção de um processo de avaliação e controlo de riscos associados ao Serviço de Manutenção e Conservação das Redes de Água e de Drenagem de Águas Residuais Urbanas (SMCRADARU), da Divisão Técnica de Redes de Águas e de Saneamento (DTRAS), dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento do conselho do Montijo, do distrito de Setúbal – Portugal. O atual projeto visa identificar, analisar e mitigar potenciais perigos e falhas que possam comprometer a segurança dos trabalhadores, da comunidade e do meio ambiente, a eficiência e a continuidade dos serviços prestados, e criar medidas para o controlo. A nível organizacional pretendemos promover uma cultura de segurança e dar resposta ao cumprimento do decreto-Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, o qual regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho, e que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho, alterada pela Diretiva 2007/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Junho de 2007.

Neste âmbito, propusemo-nos a avaliar as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores do Serviço de Manutenção e Conservação das Redes de Água e de Drenagem de Águas Residuais Urbanas de Montijo, essencialmente pela relevância do papel social destes profissionais no circuito de fornecimento de água, um bem essencial à sociedade em geral, que assegura a existência da humanidade, a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas, e, pela inexistência de um técnico de segurança saúde no trabalho qualificado, afeto a organização que possa executar as tarefas ligadas a SST. Começamos por formalmente reunir com a direção do SMAS de Montijo, onde foram abordadas as necessidades dos serviços municipalizados de água e saneamento da região, no que concerne à segurança e saúde no trabalho. Assim, foi-lhes apresentado o projeto e definido o programa com previsão de iniciar-se em fevereiro de 2024 e com término espectável em agosto do mesmo ano, o qual previa uma visita mensal às instalações em estudo. Com a comunicação dos objetivos enumerados e do programa do projeto, partimos para a elaboração do trabalho. Principiámos, então com a definição da abordagem metodológica no sentido de eleger os melhores métodos e técnicas de pesquisa que melhor se enquadravam na pesquisa e projeto a desenvolver. No entanto, achou-se por bem aplicar a metodologia de pesquisa qualitativa, por ser um tipo de pesquisa que gera resultados que não podem ser obtidos por meio de métodos estatísticos ou outras formas de quantificação (Strauss, & Corbin, 2008). Nesta abordagem, os dados foram recolhidos de diversas fontes, como entrevista, observação e documentação (Strauss, & Corbin, 2008), o que consideramos como as mais adequadas ao desenvolvimento do trabalho de campo, no sentido de atingirmos os objetivos pretendidos. Por consequência, fizemos um levantamento das tarefas realizadas pelos trabalhadores, das suas competências, dos equipamentos, ferramentas, materiais utilizados e do mesmo modo, da área de trabalho por forma a realizarmos consulta da documentação constante na empresa, tal como; procedimentos, regulamentos, normais, leis e outro tipo de informação relevante, que se ajustasse ao projeto. Este método consubstanciou a sustentação teórica. No que se refere à ação, pudemos acompanhar a execução de algumas tarefas no sentido de averiguarmos quem as executa e como são realizadas. Efetuámos, ações de entrevistas não estruturadas a determinados trabalhadores com vista a apreender o seu *modus operandi*, as suas rotinas, as suas tarefas diárias, os desafios enfrentados e as situações de risco que podem surgir durante a complexa operação de manutenção de rede de abastecimento de água e drenagem. Assim, foram identificados os perigos e avaliados os riscos inerentes, e utilizamos a “Matriz de Falhas” como instrumento de tratamento de dados, a matriz descreve a situação em estudo (que recebe um número de ordem importante para a definição de prioridades de intervenção), detalha as causas,

os efeitos resultantes, bem como a frequência e a gravidade estimada (Freitas, 2019). Assim, foi possível estimar os riscos (em termos de qualificação e de quantificação) e efetuar a valorização dos riscos no intuito de prever a probabilidade da sua eliminação ou, não sendo possível, controlá-los ou minimizá-los. Por último, expusemos os resultados encontrados, encerrando, por fim, o processo de avaliação e de controlo de riscos.

Estrutura do Projeto

Este trabalho encontra-se organizado em três partes e subdividido em três capítulos, como se segue:

A 1ª parte apresenta a introdução ao trabalho, na qual o tema em estudo é apresentado e onde são também abordados os objetivos pretendidos. Segue-se o capítulo I, no qual se apresenta uma revisão sumária da literatura, visando a sustentação científica dos assuntos a debater e aprofundando as teorias relativas às diferentes linhas de pensamento. Na 2ª parte e no capítulo II, é exposta a metodologia de pesquisa para atingir os objetivos - o enfoque assenta nas metodologias de trabalho. Por fim, na 3ª parte e no último capítulo, é feita análise e discussão dos dados, e apresentação das nossas conclusões e reflexões, bem como das limitações do estudo e propostas de investigação futura.

Capítulo 1 – Enquadramento Teórico

1.1. O Ciclo Urbano da Água

O ciclo urbano da água é um elemento fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos nas áreas urbanas, englobando aspetos como hidrologia, abastecimento, distribuição, uso, colheita, tratamento e reutilização (Peña-Guzmán *et al.*, 2016). Com o crescimento das cidades, surgem desafios relacionados com a gestão dos recursos hídricos, as infraestruturas e a poluição (Peña-Guzmán *et al.*, 2016). Para enfrentar essas dificuldades, estão a ser desenvolvidas abordagens pedagógicas que visam aumentar a consciencialização sobre o ciclo urbano da água e fomentar a criação de cidades que sejam sensíveis à água (Nóbrega *et al.*, 2019). A abordagem conhecida como *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) considera as cidades como bacias hidrográficas, integrando a gestão do ciclo urbano da água com a adaptação às mudanças climáticas e o envolvimento da comunidade (Rodrigues & Antunes, 2020). Esta metodologia inclui práticas de gestão recomendadas, como o uso de pavimentos

permeáveis, telhados verdes e a captação de água da chuva (Rodrigues & Antunes, 2020). Contudo, existem preocupações quanto à fragilidade da proteção legal do ciclo urbano da água, possivelmente resultante de uma gestão e regulação inadequadas dos recursos hídricos (Silva & Farias, 2020).

No planeta Terra, a água passa por um processo cíclico e renovável denominado de “Ciclo Hidrológico” ou “Ciclo Natural da Água”, que envolve o movimento da água dos corpos hídricos, tais como oceanos e lagos, para a atmosfera e o seu retorno a esses locais (Valente, 2007, *Apud* Pires, 2020). Enquanto o Ciclo Hidrológico é um processo natural, o Ciclo Urbano da Água está sujeito à ação humana em cada fase do seu percurso, este ciclo em particular é uma parte do Ciclo Hidrológico que é afetada pela ação do ser humano (Valente, 2007, *Apud* Pires, 2020). O Ciclo Urbano da Água abrange todas as etapas percorridas pela água, desde a sua recolha através de um sistema de captação ou coleta, ao seu tratamento e passando pela sua utilização (ou consumo), até à devolução ao meio hídrico recetor (Valente, 2013, *Apud* Pires, 2020). Este processo é dividido em dois sistemas: o sistema de abastecimento de água e o sistema de drenagem de água residuais (Valente, 2007, *Apud* Pires, 2020). Discriminaremos mais adiante estes sistemas, conforme espelhado na figura 1.1.

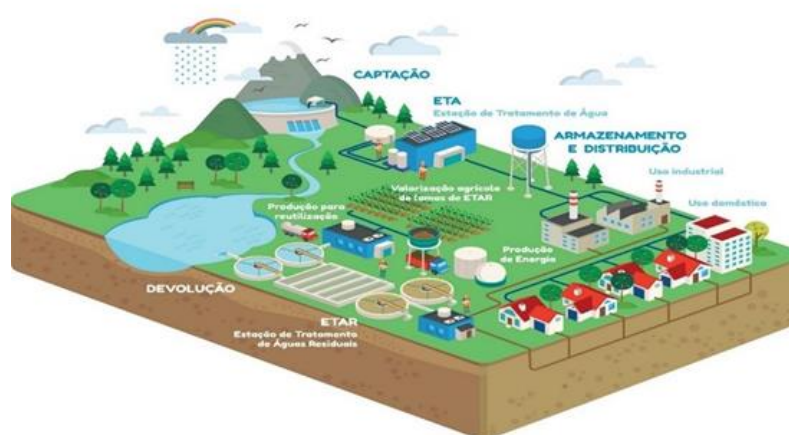


Figura 1.1: Ciclo Urbano da Água

Fonte: EPAL (2024)

A qualidade da água no ponto de consumo varia conforme o seu uso, tal como irrigação, a geração de energia, o abastecimento urbano e a preservação ambiental. É crucial que essa utilização atenda às normas de saúde pública e conserve as reservas naturais, garantindo a sustentabilidade global (Valente, 2007, *Apud* Pires, 2020).

A gestão integrada dos recursos hídricos é essencial para equilibrar os diferentes usos da água e os seus impactos sociais, económicos e ambientais, assegurando o fornecimento para consumo, agricultura e proteção de ecossistemas, para além de reduzir conflitos de ações isoladas (Hipólito & Vaz, 2011, *Apud* Pires, 2020).

1.2. O Sistema de Abastecimento de Água

Na realidade nacional, o abastecimento público de água é um serviço de interesse coletivo, devendo ser realizado em conformidade com os princípios gerais estabelecidos no artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de agosto, modificado pelo Decreto-Lei n.º 69/2023, de 21 de agosto, e da portaria nº 762/2002, de 1 de julho.

De acordo com a Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH, 2023) o sistema de abastecimento de água é uma estrutura essencial para assegurar que todos os consumidores tenham acesso a água potável em quantidade adequada, com pressão apropriada e qualidade satisfatória. Caracteriza-se pela sua complexidade e engloba vários processos, compostos por diferentes componentes que, ao serem analisados em relação às suas funções, são comumente divididos em captação, tratamento, elevação, transporte, armazenamento e distribuição (Sousa, 2016), conforme ilustra a figura 1.2.



Figura 1.2: Sistema de Abastecimento de Água

Fonte: ERSAR (2024)

O Sistema de Abastecimento de Água, é, de facto, uma estrutura complexa que envolve uma série de etapas e processos interligados, cada um com suas funções específicas. Detalharemos, de forma breve, a função de cada um dos componentes, e de acordo com a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR, 2024):

1.2.1. A Captação da Água

Um sistema de abastecimento de água inicia-se com a captação, que consiste num conjunto de estruturas e equipamentos responsáveis pela extração da água bruta de fontes hídricas superficiais ou subterrâneas. As captações podem ser de diferentes tipos, como torres, jangadas, drenos, furos ou poços.

1.2.2. O Tratamento da Água

A água captada é conduzida a uma Estação de Tratamento de Água (ETA), na qual passa por diversas operações e processos que ajustam suas propriedades físicas, químicas e microbiológicas, tornando-a adequada para o consumo humano.

1.2.3. A Elevação

Sempre que necessário, o sistema de abastecimento de água inclui estações elevatórias, que têm a função de adicionar energia ao escoamento, permitindo superar obstáculos topográficos e garantir a pressão adequada.

1.2.4. O Transporte

Ainda em conformidade com a ERSAR (2024), “a água tratada é transportada através de condutas adutoras até aos reservatórios de armazenamento, para posterior distribuição e utilização”.

1.2.5. O Processo de Armazenamento

A água tratada é armazenada em reservatórios para assegurar o abastecimento contínuo, compensar variações de consumo, servir como reserva para emergências, manter a pressão na rede de distribuição e regular o funcionamento das bombas, especialmente durante interrupções no sistema.

1.2.6. A Fase de Distribuição da Água

De acordo com a mesma entidade, a água tratada é fornecida aos usuários finais através de uma rede de distribuição por condutas e ramais de ligação, o processo deve ser eficiente no sentido de minimizar perdas e garantir que a água chegue em boas condições aos utilizadores finais.

1.3. A Rede de Distribuição de Água

Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e simulações hidráulicas são utilizados para analisar a distribuição de pressão e minimizar perdas de água em redes já existentes (Freitas *et al.*, 2022). Técnicas de setorização têm sido revistas de forma

sistemática como uma estratégia para melhorar a gestão das redes de distribuição de água e reduzir as perdas de água (Giffoni *et al.*, 2021). Além disso, estudos têm explorado sistemas de abastecimento de água em áreas rurais, destacando a importância do dimensionamento adequado e da gestão da pressão (Júnior & Pedreiro, 2023; Chaveiro & Isidoro, 2021).

As redes de distribuição de água são formadas por um conjunto de componentes distintos, incluindo tubagem e acessórios, que estão interligados para transportar água em quantidade e qualidade adequadas aos locais de consumo, que podem ser residenciais, industriais ou comerciais (Martinho, 2020; Martinho *et al.*, 2021, *Apud* Marques, 2023). A configuração da rede de abastecimento varia consoante o tamanho da área a ser servida, bem como as características topográficas e as vias públicas onde são instaladas. As condutas principais têm um diâmetro superior e alimentam as condutas secundárias, que possuem um diâmetro menor e fornecem água diretamente aos pontos de consumo (Heller & Pádua, 2010).

Segundo Tsutiya (2006), as redes podem ser classificadas em três categorias, sendo elas as ramificadas, as malhadas ou as mistas, cuja base assenta na disposição das tubulações principais e na direção do fluxo das condutas secundárias. A rede ramificada é caracterizada pelo abastecimento através de uma tubulação principal que se liga diretamente às tubulações secundárias, sendo que a direção do fluxo em todos os segmentos é conhecida, conforme ilustra adiante a figura 1.3. Esta configuração implica que um rompimento ou manutenção numa tubulação pode afetar todo o abastecimento a jusante (Tsutiya, 2006). Por esta razão, este tipo de rede é mais comum em pequenas comunidades, sistemas de irrigação por aspersão e em sistemas particulares (Porto, 2006).

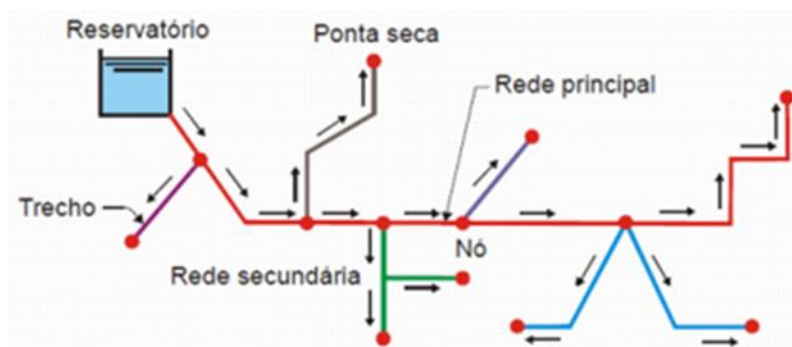


Figura 1.3: Rede Ramificada

Fonte: Sobrinho & Contrera (2013)

Por outro lado, a rede malhada é composta por tubulações principais que formam anéis, permitindo que os pontos de consumo sejam abastecidos por várias direções, conforme ilustra a figura 1.4. Esta estrutura oferece maior flexibilidade para atender à manutenção e à demanda da rede, pois a interrupção de pequenas partes do sistema não compromete o abastecimento total (Tsutiya, 2006). A reversibilidade do fluxo proporcionada por esta configuração assegura a entrega de água de qualidade, uma vez que o fluxo permanece constante (Heller & Pádua, 2010).

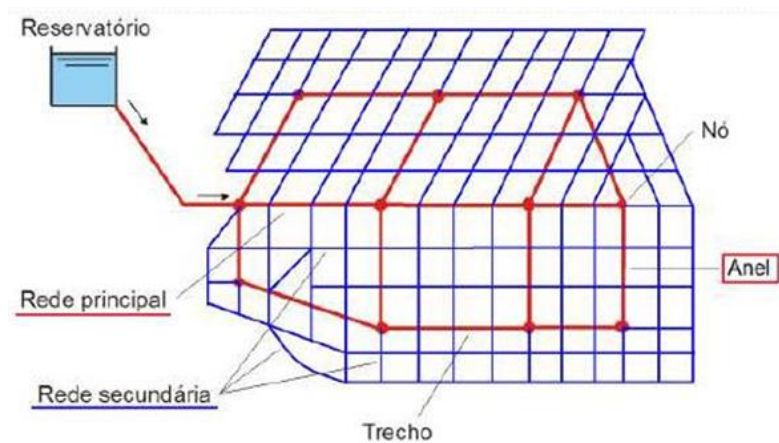


Figura 1.4: Rede Malhada

Fonte: Sobrinho & Contrera (2013)

A rede mista consiste numa combinação dos dois tipos mencionados, sendo composta por uma secção de rede malhada e outra de rede ramificada, conforme ilustra a figura 1.5. Normalmente, estas redes encontram-se em regiões de expansão do sistema ou em áreas periféricas (Porto, 2006).

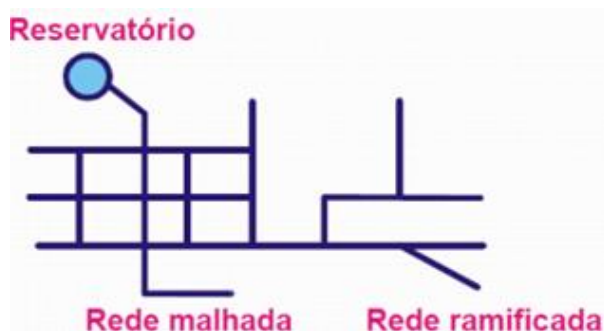


Figura 1.5: Rede Mista

Fonte: Sobrinho & Contrera (2013)

1.3.1. A Operacionalidade das Redes de Distribuição de Água

As redes de distribuição de água são constituídas essencialmente por reservatórios, estações elevatórias, tubulações e válvulas, que têm a função de transportar água das estações de tratamento até o consumidor final (Kurian *et al.*, 2018).

A alimentação pode ser realizada através de reservatórios elevados, apoiados, semienterrados ou enterrados, ou ainda por meio de estações elevatórias equipadas com bombas de rotação constante e/ou variável, ou tanques hidropneumáticos (Tsutiya, 2006). O fornecimento através de reservatórios pode ser instalado a montante da rede, conforme ilustra a figura 1.6 ou a jusante da rede, reproduzido na figura 1.7.

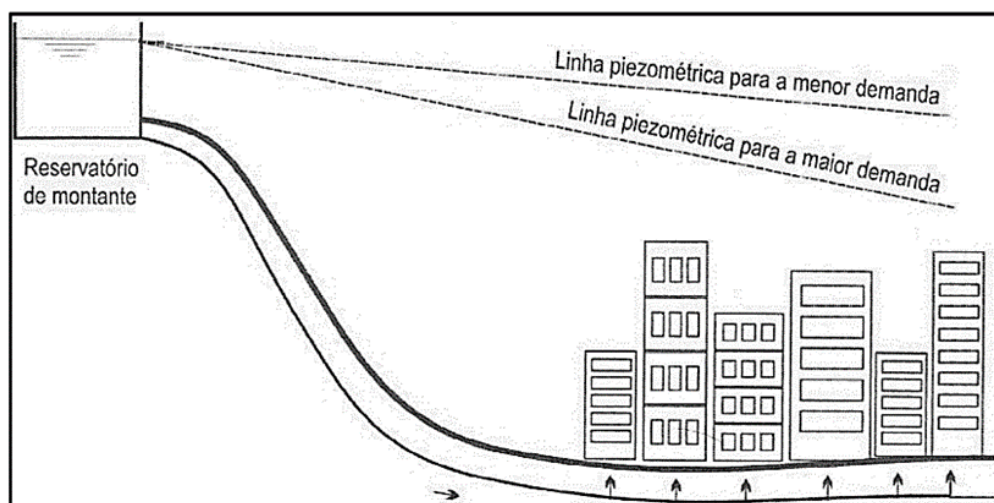


Figura 1.6: Reservatório de Montante

Fonte: Freire (2016)

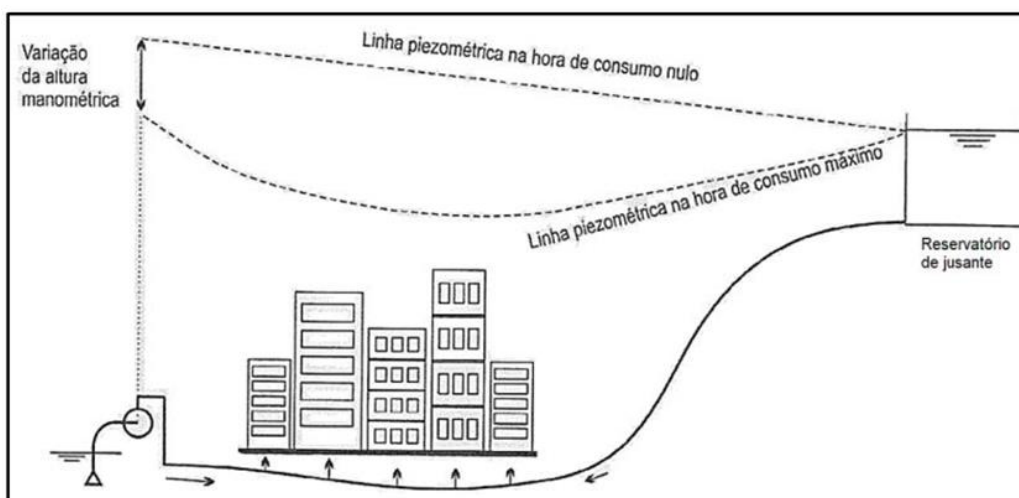


Figura 1.7: Reservatório de Jusante

Fonte: Freire (2016)

Neste tipo de abastecimento, pode ser necessária a instalação de um reservatório de reserva para garantir a pressão da rede durante os períodos de maior utilização (Tsutiya, 2006), conforme podemos ler na figura 1.8. que se segue.

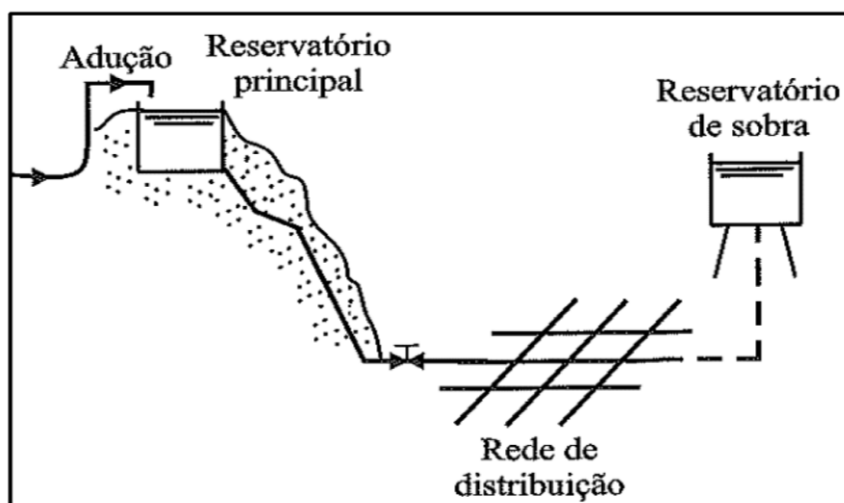


Figura 1.8: Reservatório de Reserva

Fonte: Tsutiya (2006)

Para além deste fator, no abastecimento por meio de bombas, a utilização de um reservatório de reserva pode ser fundamental para garantir o funcionamento adequado da bomba. Este sistema também possibilita o fornecimento direto à rede em diversos pontos (Tsutiya, 2006).

O abastecimento de água pode ser classificado em duas modalidades: contínuo ou intermitente. No modelo contínuo, a água é disponibilizada ao consumidor de forma constante. Neste sistema, as condutas permanecem pressurizadas durante todo o dia, e o consumo ocorre conforme as necessidades do usuário. Por outro lado, no abastecimento intermitente, a água é fornecida uma ou duas vezes por dia, durante algumas horas, o que obriga o consumidor a armazená-la. Esse tipo de fornecimento é adotado para restringir a quantidade de água disponibilizada, em razão da escassez hídrica (Kurian *et al.*, 2018).

Durante todo o processo dos sistemas de abastecimento de água, as redes de distribuição são as que mais sofrem com a falta de manutenção e operação adequadas, uma vez que estão enterradas em vias públicas e em locais de difícil acesso (Tsutiya, 2006).

1.4. Os Sistemas de Drenagem de Águas Residuais

Os sistemas de drenagem urbana são fundamentais para a gestão do escoamento das águas pluviais e para a prevenção de alagamentos nas cidades. Os sistemas de drenagem tradicionais costumam incluir tubos de betão, bueiros, bacias de retenção e calhas (Merenciano *et al.*, 2021). Contudo, esses sistemas podem ser ineficazes ou inadequados em certas regiões, resultando em problemas de escoamento superficial (Garcia *et al.*, 2023). Para abordar essas dificuldades, diversas estratégias têm sido investigadas, como a criação de modelos computacionais que visam otimizar o espaçamento dos drenos e avaliar a sua viabilidade económica (Júnior *et al.*, 2001). Intervenções sustentáveis, como a utilização de superfícies permeáveis e a captação de água da chuva, podem complementar os sistemas de drenagem convencionais e minimizar o escoamento superficial (França *et al.*, 2019). Ao planejar sistemas de drenagem, é crucial ter em conta fatores sociais, legais, institucionais, tecnológicos e ambientais (Merenciano *et al.*, 2021). A adoção dessas estratégias pode contribuir para a redução de inundações, a melhoria da qualidade da água e o aumento da qualidade de vida nas áreas urbanas (Garcia *et al.*, 2023; França *et al.*, 2019). A manutenção regular, que inclui a limpeza das redes de drenagem e dos acessos, é vital para a eficácia do sistema (Silva *et al.*, 2020). Além disso, iniciativas de educação ambiental podem contribuir para a resolução de problemas de drenagem em áreas urbanas (Silva *et al.*, 2020). Em suma, a drenagem urbana é essencial para prevenir enchentes e promover um desenvolvimento urbano sustentável (Caldeira & Lima, 2020).

Segundo a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), “as águas residuais devem ser tratadas de forma adequada antes de serem devolvidas à natureza” (ERSAR, 2024), pois não atende aos requisitos de qualidade necessários para consumo humano.

Após utilização, a água sofre mudanças e degradação na sua qualidade, sendo fundamental tratá-la antes de devolvê-la ao ambiente natural de modo a evitar impactos negativos na natureza. Quando o recetor não tem capacidade suficiente para purificar as águas residuais, é necessário encaminhá-las para uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) para receberem tratamento antes do descarte, conforme podemos verificar na figura 1.9.



Figura 1.9: Sistema de Drenagem

Fonte: ERSAR (2024)

1.5. A Manutenção de equipamentos e redes de água

Todo o equipamento ou bem está sujeito a um processo de desgaste, especialmente quando está em operação para a qual foi projetado. Assim, ao longo da sua vida útil, todos os equipamentos devem passar por reparações, inspeções programadas, rotinas preventivas adequadas, substituições de peças e componentes, trocas de óleo, lubrificações, limpezas, pinturas e correções de defeitos, sejam eles resultantes do processo de fabrico ou do seu uso. O conjunto dessas ações é conhecido como manutenção (Brito, 2003). A manutenção desempenha um papel fundamental na garantia da funcionalidade, segurança e durabilidade de edifícios e equipamentos industriais (Oliveira & Lima, 2022) e contribui para a redução de custos e o aumento da eficiência operacional (Pires & Okada, 2020). A manutenção é um conjunto de ações de gestão, técnicas e económicas que visam otimizar o ciclo de vida de um bem, garantindo que mantenha a sua função. Estas ações têm como objetivo assegurar o bom funcionamento de máquinas ou instalações, prevenindo a perda de rendimento e, se necessário, restaurando as suas condições operacionais (Ramalho, 2011, apud Gomes, 2018).

De acordo com Brito (2003), o propósito fundamental da manutenção é alcançar altos níveis de produtividade dos equipamentos ou bens, sendo definido como o conjunto de ações que possibilitam preservar ou regular a condição original de operação de um ativo. A manutenção das redes de distribuição de água é basilar para o assegurar de um abastecimento eficiente e minimização de perdas. A manutenção preventiva é, geralmente, mais eficaz do que as medidas corretivas (Reis *et al.*, 2018). A falta de uma manutenção adequada pode resultar em problemas em instalações hidráulico-sanitárias, acarretando custos financeiros e emocionais para os utilizadores (Bottega *et al.*, 2022), por outro lado, uma manutenção adequada pode reduzir a ocorrência de problemas em instalações hidráulico-sanitárias (Morais *et al.*, 2020). Fatores como as precipitações pluviométricas podem aumentar a necessidade de manutenção,

especialmente em sistemas de esgoto (Neto *et al.*, 2022). A manutenção preventiva regular, que inclui a limpeza de caixas de água e o tratamento de defeitos comuns é absolutamente essencial (Leal *et al.*, 2008). A gestão eficiente da manutenção é basilar para assegurar a disponibilidade e a segurança dos sistemas (Abreu, 2023). Além disso, a formação dos profissionais de manutenção é a base para uma garantia da qualidade e da eficácia das atividades (Leal *et al.*, 2008; Abreu, 2023).

1.6. Análise de Risco

1.6.1. Perigo

O perigo é a propriedade inerente a uma instalação, atividade, equipamento, agente ou outro elemento material do trabalho que tem o potencial de causar danos (Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro). Em geral, os perigos ou fatores de risco estão relacionados com a segurança, mas também têm implicações para a saúde psicológica e psicossocial (Freitas, 2019).

1.6.2. Risco

De acordo com Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, O risco refere-se à probabilidade de ocorrência de um dano, considerando as condições de utilização, exposição ou interação com o componente material do trabalho que possa representar perigo. Ele tornou-se cada vez mais relevante tanto na vida quotidiana quanto no âmbito das discussões profissionais, levando alguns críticos à afirmação de que vivemos numa "sociedade de risco" (Mendes, 2002). Compreender os fatores de proteção e resiliência é a base para desenvolver estratégias que reduzam o risco e promovam a segurança (Ribeiro & Sani, 2009). O estudo do risco abrange várias abordagens e pressupostos ontológicos que refletem a complexidade da sociedade moderna (Júnior & Hogan, 2004). A noção de "Sociedade de Risco" proposta por Ulrich Beck gerou debates sobre riscos sociais, ambientais e individuais na sociedade atual (Brüseke, 1996). Discussões mais recentes introduziram conceitos de sistemas dinâmicos não lineares, ampliando o discurso sociológico sobre risco além da abordagem de Beck (Brüseke, 1996).

Embora residam diferentes interpretações do conceito de risco, segundo as diretrizes da *International Organization for Standardization* (ISO/IEC) (Vd. Guide 68/2002), o termo "risco" refere-se à possibilidade de acontecimento de eventos negativos,

ou seja, da possível ocorrência de uma situação de perigo, bem como ads suas potenciais consequências.

Atualmente, uma multiplicidade de investigações do âmbito científico apelam à temática do risco, não obstante ainda não existir consenso na definição conceptual do mesmo. De acordo com Granjo (2006), no quotidiano, a ideia de risco está ligada à avaliação de probabilidades e envolve manipulação quantitativa, previsão probabilística e controlo do acaso. Outros autores concordam com a interpretação do conceito de risco ligado à análise de chances, como aborda Areosa (2008) "O conceito de risco está quase sempre ligado a pelo menos uma das seguintes dimensões: 1) probabilidade de um evento; 2) a combinação entre a possibilidade de ocorrência um evento qualquer ocorrer e as consequências desse evento".

1.6.3. Tratamento do Risco

Tratar o risco envolve escolher e aplicar uma ou mais opções adequadas para alterar a probabilidade e/ou as consequências de um evento norma portuguesa (NP EN ISO 31010:2016). As principais opções de tratamento dos riscos são:

- a) A eliminação ou rejeição do risco, que corresponde a decidir não realizar determinadas ações por se considerar que o risco inerente seria demasiado elevado;
- b) Já a redução do risco corresponde a reduzir a probabilidade de ocorrência ou as consequências de uma ocorrência;
- c) A transferência do risco, total ou parcialmente, caracteriza-se por transferir na globalidade ou a partilhar o risco com outras entidades. É, por exemplo, o que se passa quando se faz um seguro de vida, de responsabilidade civil, de acidentes de trabalho ou outros;
- d) A aceitação do risco consiste em decidir que não é necessária intervenção para alterar o nível de risco associado a um dado tipo de eventos.

1.6.4. Avaliação de Risco

A avaliação de risco envolve uma análise minuciosa dos potenciais danos que podem ocorrer em cada atividade, com o objetivo de identificar se as medidas de prevenção já adotadas são adequadas ou se é necessário implementar ações mais abrangentes para mitigar os riscos (Freitas, 2019). É uma ferramenta estratégica fundamental para a gestão de riscos em diferentes áreas. No setor financeiro, possibilita

a avaliação e o controlo de riscos, oferecendo estudos aprofundados que ajudam a identificar diversas categorias de riscos e a calcular o Value at Risk (Valor em Risco) de produtos financeiros (Lima, 2016). Na área da segurança pessoal, a Análise de Riscos de Pessoa (ARP) apresenta uma metodologia para planear a proteção individual, tendo em conta vulnerabilidades e ameaças potenciais (Andrade *et al.*, 2022). A norma portuguesa (NP ISO 31000:2018) afirma que um evento pode ter várias causas e impactos, afetando diferentes objetivos. O nível de detalhe e complexidade da análise varia conforme o propósito, a disponibilidade de informações e os recursos. As técnicas utilizadas podem ser qualitativas, quantitativas ou uma combinação de ambas, dependendo das circunstâncias e da finalidade (NP ISO 31000:2018).

De acordo com a mesma norma (NP ISO 31000:2018), o objetivo da avaliação de riscos é auxiliar na tomada de decisões. Esse processo consiste em comparar os resultados da análise de riscos com os critérios de risco definidos, a fim de identificar onde são necessárias medidas adicionais. A eficácia da avaliação de risco está ligada à sua contextualização e à integração de abordagens participativas (Freitas, 2002). Entre os desafios na estimativa de risco, destaca-se a escolha de marcadores de informação adequados, que podem impactar significativamente o nível de risco final (Ribeiro, 2013). De um modo geral, a avaliação de risco é valiosa em diversos setores, desde a segurança pública até à construção e à saúde ambiental, oferecendo uma abordagem sistemática para identificar e mitigar os perigos potenciais.

Segundo a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA, 2021) a avaliação de riscos é o processo que mede os riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores decorrentes de perigos no local de trabalho. É uma análise sistemática de todos os aspetos relacionados com o trabalho, que identifica aquilo que é suscetível de causar lesões ou danos, a possibilidade de perigos serem eliminados e, se tal não for o caso, as medidas de prevenção ou proteção que existem (ou deveriam existir) para controlar os riscos (EU-OSHA, 2021).

1.6.5. A Gestão de Risco

Segundo a norma NP ISO 31000:2018, a gestão de risco é um conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos. Pesquisas recentes evidenciam a relevância dos sistemas de gestão de riscos nas organizações. Silveira *et al.*, (2020) identificaram que a adoção de um sistema de gestão de riscos resultou em abordagens mais proativas e estratégicas, gerando resultados favoráveis para a entidade. No âmbito da implementação de ERP (Enterprise

Resource Planning), que é traduzido como Planeamento de Recursos Empresariais, Silva & Carvalho (2020) notaram variações na forma como as empresas abordam a gestão de riscos, sublinhando a importância de estratégias para avaliação e mitigação de riscos. Silva (2019) sugeriu uma metodologia sistemática para o gerenciamento de riscos em laboratórios abertos, a qual se mostrou eficaz na sua avaliação.

Estudos recentes têm apelado ao desenvolvimento de modelos de gestão de riscos para instituições do setor público. Silva (2015) sugeriu um modelo que inclui um módulo de sistema de informação orientado para a administração de riscos associados aos objetivos da instituição. Outras pesquisas abordaram temas semelhantes, como frameworks para processos de gestão de riscos no ensino superior (Oliveira *et al.*, 2020) e modelos para a identificação de riscos orçamentários e financeiros (Heinz *et al.*, 2019). Além disso, vários investigadores têm direcionado as suas pesquisas à análise e aplicação da gestão de riscos no planeamento académico (Ramos *et al.*, 2019) e na gestão de documentos (Silva *et al.*, 2018). Esses estudos, em conjunto, enfatizam a crescente relevância da gestão de riscos em diversos setores e os potenciais benefícios da implementação de sistemas estruturados para este fim.

A adoção da Gestão de Riscos Ocupacionais (GRO) e de Programas de Gestão de Riscos (PGR) tem sido destacada como essencial para aprimorar as condições de segurança e cumprir as novas exigências regulatórias (Luciano *et al.*, 2020). Medidas de gestão eficazes, como o fortalecimento de comités internos, a identificação de riscos e a realização de auditorias de segurança, resultaram em reduções significativas nos acidentes de trabalho (Ursulino *et al.*, 2019). Uma gestão de risco eficaz diminui os riscos de acidentes, aumenta a satisfação dos funcionários e melhora os resultados operacionais (Oliveira *et al.*, 2010).

Diversas ferramentas de gestão de riscos, como a Análise Preliminar de Riscos (APR), HAZOP e FMEA, ajudam a criar um ambiente de trabalho seguro e proativo, além de otimizar os resultados operacionais (Dinizio & Martins, 2020). Ademais, há um reconhecimento crescente da importância de incluir aspetos psicossociais nas avaliações de riscos ocupacionais, ampliando o foco além dos riscos físicos, químicos e biológicos. Esta abordagem destaca a necessidade de considerar dimensões subjetivas e de envolver os trabalhadores na cogestão da sua saúde, segurança e vida profissional (Ruiz & Araujo, 2012). A figura 1.10 ilustra o processo de gestão de risco.

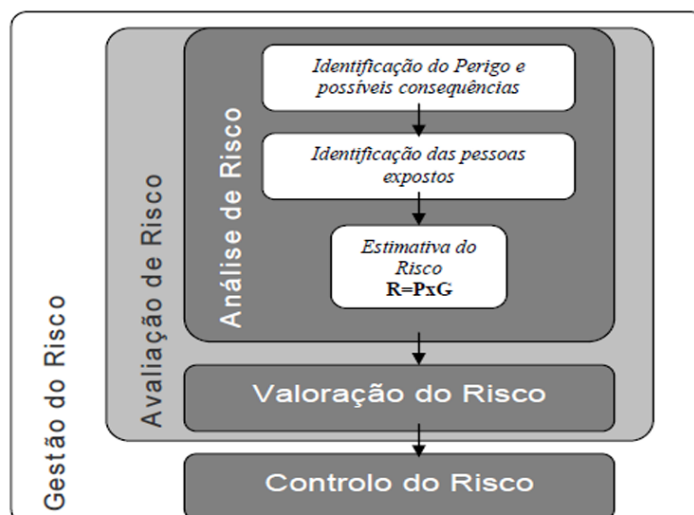


Figura 1.10: Avaliação e Controlo de Risco

Fonte: Roxo (2006).

1.6.6. Métodos de Avaliação de Risco

De acordo com Freitas (2019), há uma série de metodologias disponíveis para identificar, avaliar e controlar riscos, cada uma baseada em diferentes pressupostos e técnicas de qualificação variada. Os métodos podem ser classificados como qualitativos, quantitativos ou semiquantitativos, sendo que, entre os semiquantitativos, as técnicas matriciais são as mais comumente utilizadas (Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional, 2018), conforme ilustra a tabela 1.1.

Tabela 1.1: Métodos de Avaliação de Risco

Métodos	Tipo			Aplicação	Vantagens	Desvantagens
	Qualitativo	Semiquantitativo	Quantitativo			
Análise de modo de falhas e efeitos	X			Análise de que forma um equipamento ou sistema pode falhar e as consequências que daí podem resultar	Muito eficiente em sistemas simples	Mais adequada a indústrias de processo; pode falhar se o sistema não for conhecido ao pormenor; se o sistema for complexo são necessárias outras técnicas

Análise preliminar de riscos	X	X		Aplicável na fase de projeto; possibilita determinar os riscos e medidas preventivas antes da fase operacional; permite a análise de sistemas	Fácil de executar e razoavelmente rápido	Como se desenvolve numa fase inicial pode faltar alguma informação sobre alguns detalhes; necessita de ser complementada por técnicas mais exigentes; em sistemas bastante conhecidos deve utilizar-se outra técnica mais específica
Análise por árvore de eventos	X		X	Identifica quais os eventos que podem suceder a um evento iniciador; estuda sistemas de controlo de emergência; inicia-se com a falha de um componente do sistema	Identifica uma sequência de dados possível; é possível introduzir valores numéricos e proceder a uma avaliação quantitativa	Se o processo não for bem conhecido, poderá se perder informação relevante
Análise por árvore de falhas	X			Inicia-se com o dano e prossegue-se com as causas que lhe possam ter originado, calcula a probabilidade de ocorrência de acontecimentos básicos ou intermédios; permite a análise de sistemas	Permite revelar falhas críticas e um conhecimento mais completo do sistema; determina a sequência mais crítica; encontra a(s) combinação(ões) que precisam de ser prevenidas; pode ser usado para avaliar muitas falhas; não necessita de chegar a uma análise quantitativa	Exige conhecimentos de álgebra de Boole e uma equipa experiente; pode ser necessário realizar um estudo preliminar
Observação direta dos atos inseguros	X			Permite a identificação dos atos inseguros cometidos pelos trabalhadores; usa listas de verificação e faz análise aos postos	Carateriza os riscos associados ao comportamento dos trabalhadores; identifica necessidades	É facilmente influenciado pelas convicções prévias do avaliador

Análise da segurança das tarefas	X	X		Tem como alvo principal o ato inseguro; identifica os perigos através da análise das tarefas	Analisa as condições de segurança de todos os postos de trabalho; estabelece hierarquia na intervenção; engloba segurança, qualidade, ambiente e eficiência das tarefas	Podem escapar tarefas menos frequentes
Hazop	X			Estudo das falhas, erros ou desvios possíveis	Identifica as causas possíveis, desvios, consequências e ações necessárias para garantir a segurança do sistema	Demorado; em projetos novos deve ser completado com outras técnicas; necessita que o processo esteja já bem descrito; mais adequado a processos industriais
Método simplificado		X		Quantifica a amplitude dos riscos e dá hierarquia na intervenção	Fácil e rápido	O ponto de partida é a deteção de não conformidades
Método William T. Fine		X		Identifica os perigos e hierarquiza e controla os riscos	Estima probabilidade, exposição e consequências; justifica economicamente as ações	Há subjetividade no cálculo da perigosidade e depende da experiência de quem executa
Método Integrado		X			Estima probabilidade, exposição e consequências; justifica economicamente e calcula o risco residual	Há subjetividade das variáveis inseridas no cálculo do Risco Intrínseco e depende da experiência do investigador

Fonte: RPSO, (2018).

1.6.7. Método Qualitativo

Os métodos qualitativos utilizam dados estatísticos sobre riscos ocupacionais, como informações de acidentes e opiniões de especialistas e trabalhadores. São adequados para avaliações simples e podem ser complementados por outros métodos, descrevendo fatores de risco e medidas preventivas, mas não quantificando os dados (Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional, 2018).

1.6.8. Método Quantitativo

De acordo com Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional (2018), os métodos quantitativos visam fornecer uma medição numérica da magnitude do risco, utilizando cálculos complexos e dados sobre variáveis relevantes. Estes podem incluir modelos matemáticos para quantificar a gravidade e a probabilidade de ocorrência, além de estimar danos potenciais. Apesar da sua eficácia, estas técnicas podem ser complexas, custosas, para além de dependerem de dados confiáveis.

1.6.9. Método Semiquantitativo

Nos métodos semiquantitativos, são criados índices para identificar riscos e elaborar planos de ação no sentido de priorizá-los, como por exemplo no método de William Fine e no Sistema Simplificado de Avaliação de Risco de Acidente. Esses métodos são utilizados quando os qualitativos são insuficientes e os quantitativos não são viáveis. A magnitude do risco (R) é calculada pela multiplicação da frequência (F) pela gravidade (G) das lesões, podendo ser ajustada pelo número de trabalhadores expostos. O nível de probabilidade é determinado pelo produto dos níveis de exposição e deficiência (Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional, 2018).

Tabela 1.2: Classificação dos Métodos de Avaliação de Risco

Métodos	Vantagens	Desvantagens
Qualitativos	Simple, não requerem quantificações; permitem o envolvimento de diferentes elementos da organização	São subjetivos; dependem da experiência dos avaliadores; não permitem efetuar análise custo-benefício
Quantitativos	Proporcionam resultados objetivos/ mensuráveis; permitem a análise de medidas de controlo de risco; são objetivos e facilitam a sensibilização do empregador	Os cálculos são complexos, dispendiosos e morosos; necessitam de metodologias estruturadas e bases de dados fiáveis
Semiquantitativos	Relativamente simples; identificam as prioridades de intervenção através da identificação dos riscos; também facilitam a sensibilização do empregador	Dependem dos descritores inseridos e da experiência dos avaliadores

Fonte: RPSO, (2018).

Em síntese, os serviços de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais são fundamentais para a saúde pública, para o bem-estar social e para um desenvolvimento sustentável. O abastecimento de água garante o fornecimento de água

potável para o consumo humano, a higiene e as atividades económicas, prevenindo doenças e promovendo uma melhor qualidade de vida das populações. Já a drenagem de águas residuais assegura o tratamento e o descarte seguro dos esgotos, evitando a contaminação ambiental e a propagação de doenças. Estes serviços são cruciais para a proteção dos recursos hídricos, para o equilíbrio ambiental e para uma infraestrutura urbana eficiente, além de promoverem o desenvolvimento económico e social das comunidades (Hipólito & Vaz, 2011, *apud* Pires, 2020).

A manutenção do sistema de abastecimento de água e de drenagem é, portanto, determinante para garantir a distribuição contínua de água potável e o correto escoamento das águas residuais. Esta previne problemas como vazamentos, entupimentos e contaminações que podem comprometer a qualidade da água e a saúde pública. Além disso, uma manutenção regular evita danos às infraestruturas, reduz custos com reparos emergentes e assegura que o sistema funcione de forma eficiente e sustentável, atendendo às normas de segurança e proteção ambiental (Coelho, 2015).

A avaliação de riscos na operação e manutenção das redes de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais do Montijo é, neste sentido, a base para garantir a segurança, a eficiência e a continuidade dos serviços. Permite identificar potenciais problemas, como vazamentos, contaminações, falhas operacionais e impactos ambientais, antes que se tornem críticos. A antecipação destes riscos promove a organização no planeamento de ações preventivas e corretivas, garantindo a qualidade da água distribuída, a proteção da saúde pública e o correto tratamento e descarte das águas residuais. Além disso, a avaliação de riscos ajuda, da mesma forma, a reduzir custos com reparações emergentes, a melhorar a fiabilidade da infraestrutura e a assegurar o cumprimento dos regulamentos e das normas ambientais.

PARTE II – Processo Metodológico

Capítulo 2 – Metodologia

Este capítulo tem como propósito descrever os métodos, procedimentos e os instrumentos utilizados ao longo deste estudo, assim como relatar a maneira como os dados foram reunidos. Aqui incluímos os métodos de recolha dos dados, o método como procedemos ao tratamento dos dados e a amostra selecionada.

2.1. A opção Metodológica

Tendo em conta o presente estudo e, pelas suas características, optou-se no tipo de pesquisa qualitativa, porque é uma área de pesquisa diversificada, caracterizada por várias abordagens e métodos, tais como; analisar o significado da vida das pessoas nas suas circunstâncias reais, refletir as opiniões e visões dos participantes de uma pesquisa, considerar o contexto em que essas pessoas estão inseridas, fornecer *insights* sobre conceitos já estabelecidos ou novos que possam esclarecer o comportamento social humano e busca utilizar diversas fontes de evidência, ao invés de depender de uma única fonte (Yin, 2016). Este tipo de pesquisa gera resultados que não podem ser obtidos por meio de métodos estatísticos ou outras formas de quantificação (Strauss, & Corbin, 2008). Esta pesquisa é composta por três fases: a primeira, os dados, que podem ser coletados de diversas fontes, como entrevista, observação, documentação, registos e filmes; a segunda refere-se aos procedimentos que são utilizados para interpretar e organizar os dados, que geralmente envolvem a conceptualização e a redução dos dados, a criação de categorias com base nas suas características e dimensões, e a conexão entre elas por meio de uma série de afirmações; por fim, a terceira fase consiste nos relatórios, que podem ser escritos ou orais e podem ser divulgados na forma de artigos em revistas científicas, em conferências ou em publicações (Strauss, & Corbin, 2008).

2.2. Amostragem

Com o intuito de estudar, analisar e fazer a avaliação dos riscos na construção e manutenção de redes de abastecimento de água e drenagem do SMAS de Montijo, foi nesta organização que o realizamos, utilizando como amostra 32 trabalhadores da área de Serviço de Manutenção e Conservação das Redes de Água e de Drenagem de Águas Residuais Urbanas, é uma amostra selecionada de forma intencional. Abaixo, apresentamos uma explicação detalhada sobre as tarefas realizadas por estes trabalhadores:

A) Tarefa de Limpeza das Redes de Água e Drenagem

A limpeza de redes de água e drenagem é uma tarefa fundamental para garantir a qualidade e a eficiência do abastecimento de água potável, bem como para assegurar o correto escoamento das águas pluviais e residuais. Este processo envolve a remoção de sedimentos, obstruções e contaminantes que podem afetar o funcionamento desses sistemas.

Etapas do processo de limpeza são:

Planeamento – A primeira etapa consiste num planeamento detalhado, que inclui a identificação das áreas a serem limpas, a programação das intervenções e a comunicação aos utilizadores sobre possíveis interrupções no abastecimento de água ou na drenagem.

Isolamento da Rede – Durante a limpeza, a secção da rede a ser trabalhada deve ser isolada. No caso da rede de água, isso envolve o fecho de válvulas e a drenagem da água existente. Para a rede de drenagem, pode ser necessário desviar o fluxo de águas pluviais.

Métodos de Limpeza

Limpeza Hidráulica – Utiliza jatos de água sob pressão para remover sedimentos e obstruções. É um método eficaz para tubulações e condutas.

Limpeza Química – Em casos de incrustações mais difíceis, podem ser usados produtos químicos específicos para dissolver depósitos.

Limpeza Mecânica – Utiliza equipamentos como escovas e raspadores para remover detritos e sedimentos.

Inspeção Pós-Limpeza – Após a limpeza, é crucial realizar uma inspeção das tubulações e das condições da rede. Isso ajuda a identificar possíveis danos ou desgastes que necessitem de reparo.

Reabertura da Rede – Com a limpeza e as inspeções concluídas, a rede pode ser reaberta. É recomendável realizar testes de qualidade da água antes de retomar o abastecimento aos consumidores.

B) Tarefa de Execução e Manutenção de Redes de Água

A execução e manutenção de redes de água são processos cruciais para garantir o abastecimento contínuo e seguro de água potável às comunidades. Estas tarefas envolvem desde a instalação inicial das infraestruturas até à manutenção regular para assegurar o seu funcionamento eficiente ao longo do tempo. As principais atividades dessas tarefas são:

Escavação – Realização das escavações necessárias para o assentamento das tubulações, assegurando que o solo esteja adequado.

Nivelamento – Preparação do terreno para garantir uma instalação estável e correta das infraestruturas.

Assentamento das Tubagem – Colocação dos tubos de acordo com o projeto, respeitando o traçado definido.

Reaterro – Fechamento das valas e compactação do solo, garantindo a estabilidade do local.

Substituição de Componentes – Troca de válvulas, bombas e segmentos de tubulação que estejam danificados ou com desempenho insatisfatório.

O objetivo desta seleção foi garantir que a unidade de estudo escolhida proporcionasse os dados mais significativos e abundantes, levando em conta o tema em questão (Yin, 2016).

2.3. Técnica de Recolha de dados

2.3.1. Análise documental

Segundo Sá Silva, Almeida & Guindani (2009, *apud* Júnior *et al*, 2021), a análise documental é “[...] um processo que emprega métodos e técnicas para a obtenção, entendimento e avaliação de documentos de diferentes categorias”. Assim, a análise documental pode ser realizada a partir de diversas fontes e tipos de documentos (Júnior, *et al*, 2021). Com esta técnica procuramos aferir os procedimentos, leis, normas e os conceitos em matérias da segurança, execução e manutenção de redes de abastecimento de água e drenagem, bem como na obtenção de informações relevantes sobre a instituição achássemos relevante para o nosso trabalho e ainda as qualificações (e/ou capacitação dos trabalhadores) para o desempenho das suas funções. Considera-se, assim, que a partir da análise documental seja possível criar um mapa visual dos riscos, destacando aqueles que requerem uma atenção especial, como as áreas de trabalho com maior probabilidade de acidentes ou situações de exposição a agentes nocivos.

2.3.2. Trabalho de Campo

Neste trabalho recorreremos também ao estudo de campo pois os dados recolhidos em campo, seja por meio de observações diretas ou pela análise de documentos como diários ou registos dos participantes, das tarefas de limpeza, execução e manutenção de redes de água e drenagem, e que constituem uma parte significativa das evidências utilizadas nesta pesquisa.

2.3.3. Análise e tratamento de dados

Nesta fase do trabalho de avaliação de risco nos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) na área de Serviço de Manutenção e Conservação das Redes de Água e de Drenagem de Águas Residuais Urbanas, procedemos ao tratamento dos dados obtidos por meio da análise documental (relatório) e do estudo de campo. Esta etapa foi fundamental para transformar a informação recolhida em *insights* significativos que foram fundamentais na identificação e mitigação de riscos associados à operação dos serviços.

A análise documental permitiu reunir informações fundamentais sobre os procedimentos internos, normas de segurança e relatórios de incidentes anteriores, nos quais constatamos que a área de Serviço de Manutenção e Conservação das Redes de Água e de Drenagem de Águas Residuais Urbanas apresenta uma taxa de acidentes de trabalho moderada. Também aferimos que as principais atividades são executadas por trabalhadores qualificados e capacitados para o exercício das mesmas, bem como o forte interesse da direção da empresa pela segurança e saúde dos trabalhadores. Por outro lado, o estudo de campo proporcionou uma visão prática das condições operacionais e dos desafios enfrentados no dia a dia.

No entanto, a utilização desta técnica de recolha de dados neste trabalho permitiu colher informações que não estavam documentadas, tais como práticas inseguras, condições inadequadas de trabalho e as percepções dos trabalhadores sobre a segurança. Ao integrar estas duas abordagens, obtivemos uma compreensão abrangente dos riscos existentes, bem como das melhores práticas para a sua gestão.

Durante o tratamento dos dados, aplicamos técnicas de análise qualitativa (Yin, 2016), permitindo uma avaliação rigorosa dos riscos identificados. O objetivo é apresentar resultados que não apenas evidenciem os pontos críticos, mas que também sustentem recomendações práticas para a gestão eficaz dos riscos, promovendo a segurança e a eficiência no fornecimento de água e no saneamento.

De acordo com Freitas (2019) há diversas metodologias disponíveis para identificar, avaliar e controlar riscos, cada uma baseada em diferentes pressupostos e técnicas de qualificação variada e de vários parâmetros. Yin (2016) afirma que na decomposição dos dados qualitativos, pode-se aplicar o procedimento de codificação formal e o tratamento da recomposição, que é menos mecânico e depende da habilidade do investigador em reconhecer os padrões que surgem. Neste contexto, a avaliação de

risco deste projeto foi feita de acordo o método de Matriz de Falhas (Freitas, 2019), como já aqui expusemos. Escolhemos este método por ser um método que pode ser aplicado em qualquer etapa de qualquer sistema e representado de forma quantitativa (Freitas, 2019).

Ainda em conformidade com autor, a matriz descreve a situação em estudo, que recebe um número de ordem importante para a definição de prioridades de intervenção, detalha as causas, os efeitos resultantes, bem como a frequência e a gravidade estimada. A matriz é elaborada levando em consideração a frequência da exposição tabela 2.1 e as consequências, ou seja, a gravidade prevista tabela 2.2.

Tabela 2.1: Classificação de Frequência

Nível	Categoria	Designação
A	Frequente	Ocorre frequentemente ou várias vezes por dia
B	Provável	Probabilidade de ocorrência diária
C	Ocasional	Probabilidade de ocorrer ocasionalmente
D	Remota	Ocorrência muito rara
E	Improvável	Provavelmente nunca ocorrerá

Tabela 2.2: Classificação do Grau de Gravidade

Categoria	Gravidade	Designação
I	Catastrófico	Morte ou perdas assinaláveis
II	Crítico	Danos graves, incapacidade temporária ou definitiva relevante ou perda parcial do sistema
III	Marginal	Danos com alguma expressão, ainda que sem gravidade assinalável
IV	Leve	Danos pouco relevantes ou ausência de danos e lesões

Uma das maneiras de representar a matriz é através da utilização de cores que destacam o nível de segurança em cada situação e a prioridade de intervenção (Freitas, 2019), conforme ilustrado nas tabelas 2.3 e 2.4.

Tabela 2.3: Representação da Matriz

Grau de segurança	Medidas de ação	Prioridade de intervenção
Alto	Não requer ação específica	Recomenda-se monitoramento habitual das condições do trabalho
Médio	É necessário recorrer a verificação periódica de modo a assegurar que se mantém a eficácia das medidas de prevenção/controlo. Poderá exigir a melhoria da ação preventiva existente.	Justifica, logo que possível, a verificação das medidas corretivas.
Baixo	Deve-se estabelecer um plano com medidas para reduzir o risco, o qual deverá determinar as alterações necessárias e o tempo para estas medidas serem implementadas. O trabalho não deve ser iniciado até que o risco seja reduzido. Pode ser necessário recursos consideráveis para o controlo do risco. Quando corresponda a um trabalho que está a ser realizado, deve-se resolver o problema urgentemente e dar formação e informação a crescida aos trabalhadores sobre os riscos a que estão expostos. se não for possível reduzir o risco, deve-se proibir este trabalho.	Justifica, obrigatoriamente a implementação e avaliação das medidas corretivas. Requer intervenção imediata para o seu controlo e desenvolvimento de programa de prevenção. Pode justificar a paralisação imediata do trabalho até se obter a eliminação/controlo do risco.

→ **Frequência** →

		Improvável	Remota	Ocasional	Provável	Fequente
Gravidade ↓	Leve					
	Marginal					
	Crítico					
	Catastrófica					

Tabela 2.4: Grau de Segurança

Com base nestes pressupostos será possível elaborar a Matriz de Falhas.

PARTE III – Discussão dos Resultados

Capítulo 3 – Apresentação e Discussão dos Resultados

Tal como referimos anteriormente, a avaliação de risco foi feita nos SMAS do Montijo, no serviço de manutenção e conservação das redes de água e de drenagem de água residuais urbanas. A análise foi realizada em diferentes tarefas e em diversas estruturas da rede relacionadas com os trabalhos associados a limpezas, execução e manutenção de redes de água e drenagem. No entanto, os dados obtidos através das

observações de campo e análise documental careceram de uma análise contextual. Procurou-se compreender a realidade observada no estudo de campo com as informações obtidas na análise documental. Realizou-se uma comparação e uma integração dos dados com o objetivo de obtermos padrões e relações. Juntas, estas abordagens oferecem um panorama abrangente da situação atual na área de Serviço de Manutenção e Conservação das Redes de Água e de Drenagem de Águas Residuais Urbanas dos SMAS.

3.1. Construção da Matriz de Falhas

A construção da matriz de falhas seguiu duas etapas: a 1.^a etapa consistiu em descrever a situação, identificar possíveis causas de acidentes ou incidentes, avaliar o impacto do acidente e a frequência (probabilidade de ocorrência) e atribuir o grau de risco. Já a 2.^a etapa abrangeu a implementação de ações para eliminar ou reduzir o risco e a reavaliação dos mesmos. As tabelas abaixo ilustram este processo.

Tabela 3.1: Avaliação de Risco - Tarefa de Limpezas

Nº	Perigo	Risco	Efeito	Grau de Frequência	Grau de Gravidade	Grau de risco
1	Utilização de jatos de água sob pressão	Exposição a ruído	Perda de audição, fadiga auditiva,	Provável	Marginal	Amarelo
2		Exposição a vibrações	Danos neurológicos, Distúrbios musculoesqueléticos, Problemas auditivos e Efeitos psicológicos	Provável	Marginal	Amarelo
3		Cortes ou golpes	Lesões múltiplas	Ocasional	Leve	Verde
4	Utilização de caminhão de sucção	Exposição a ruído	Perda de audição, fadiga auditiva,	Provável	Marginal	Amarelo
5		Colisão ou Atropelamento	Acidente grave ou mortal	Remota	Catastrófico	Vermelho
6		Exposição a vibrações	Distúrbios musculoesqueléticos, Problemas auditivos	Provável	Marginal	Amarelo
7		Exposição a poeiras	Dificuldades respiratórias, outras doenças pulmonares.	Provável	Marginal	Amarelo
8	Limpeza em espaço confinado	Exposição a gases tóxicos ou inflamáveis	intoxicação, desmaios, asfixia, explosão ou incêndio	Remota	Catastrófico	Vermelho
9	Trabalho ao ar livre	Intempérie	desidratação, golpes de calor, exaustão e hipotermia	Provável	Marginal	Amarelo
10	Limpeza mecânica	Cortes ou golpes	Lesões múltiplas	Ocasional	Marginal	Amarelo
11		Exposição a poeiras	Dificuldades respiratórias, outras doenças pulmonares.	Provável	Marginal	Amarelo
12		Risco ergonômico	lesões musculoesqueléticas como distensões e dores nas costas.	Provável	Marginal	Amarelo

13		Queda em altura	lesões múltiplas ou mortal	Remota	Catastrófico	
14		Queda ao mesmo nível	Lesões múltiplas	Remota	Marginal	
15		Inalação de gases tóxicos	intoxicação, tonturas, desmaios e asfixia	Remota	Catastrófico	
16		Contato com substâncias químicas, biológicas	infecções, irritações ou doenças graves.	Ocasional	Crítico	
17		Risco elétrico	Eletrização, eletrocussão, explosão ou incêndio	Ocasional	Catastrófico	
18	Descarte inadequado de resíduos	Infiltração de substâncias tóxicas no solo	Contaminação do Solo, afetando a qualidade da terra e a saúde das plantas.	Ocasional	Crítico	
19		Poluição da Água	Contaminação de corpos d'água, como rios e lagos, prejudicando a fauna e a flora aquáticas, além de comprometer o abastecimento de água potável.	Remota	Crítico	
20		Riscos à Saúde Pública	O acúmulo de lixo pode atrair vetores, como mosquitos e roedores, que transmitem doenças como dengue, leptospirose e outras infecções.	Remota	Crítico	
21		Emissão de Gases Tóxicos	gerar gases como o metano, que é um potente gás de efeito estufa, tóxico e pode ser explosivo.	Ocasional	Crítico	
22		Impacto na Biodiversidade	destruição de habitats naturais, afetando a fauna e a flora locais e contribuindo para a perda de biodiversidade	Ocasional	Crítico	
23		Desregulação do Ciclo Natural	O descarte inadequado pode perturbar ciclos naturais, como o ciclo da água e o ciclo de nutrientes, levando a desequilíbrios ecológicos.	Improvável	Crítico	

Na análise de risco realizada na tarefa de limpeza, foram identificados 23 riscos, sendo que os que apresentam maior preocupação e que devem ser prioritários a resolver incluem: queda em altura, inalação de gases tóxicos, contacto com substâncias químicas e biológicas, risco elétrico, infiltração de substâncias tóxicas no solo, poluição da água, riscos à saúde pública, emissão de gases tóxicos e impacto na biodiversidade.

Tabela 3.2: Avaliação de Risco – Tarefa de Execução e Manutenção de Redes

Nº	Perigo	Risco	Efeito	Grau de Frequência	Grau de Gravidade	Grau de risco
1	Escavações	Exposição a poeira	Problemas respiratórios	Ocasional	Marginal	
2		Risco elétrico	Eletrização, eletrocussão, explosão ou incêndio	Ocasional	Catastrófico	
3		Exposição a ruído	Perda de audição,	Provável	Marginal	
4		Soterramento	Lesões múltiplas ou morte	Improvável	Catastrófico	

5		Perfuração de tubagem de gás	Explosão ou incêndio, corte de abastecimento de gás	Improvável	Catastrófico	
6		Perfuração de tubagem de água	Inundação, corte de abastecimento de água	Remota	Crítico	
7		Colisão ou atropelamento	Destruição de infraestrutura, lesões graves ou morte	Remota	Catastrófico	
8		Exposição a vibrações	distúrbios musculoesqueléticos,	Provável	Marginal	
9	Assentamento e ligações de tubos e equipamentos	Cortes ou golpes	Lesões múltiplas	Ocasional	Leve	
10		Quedas de objetos	Lesões múltiplas	Ocasional	Marginal	
11		Exposição a gases tóxicos ou inflamáveis	intoxicação, desmaios, asfixia, explosão ou incêndio	Remota	Catastrófico	
12		Risco psicossocial	Diminuição da Produtividade, aumento do absentismo	Ocasional	Crítico	
13		Risco ergonómico	lesões musculoesqueléticas	Frequente	Marginal	
14	Utilização de máquina compactador	Exposição a vibrações	Danos neurológicos, Distúrbios musculoesqueléticos, Problemas auditivos e Efeitos psicológicos	Provável	Marginal	
15		Exposição a ruído	Perda de audição, fadiga auditiva,	Provável	Marginal	
16	Trabalho ao ar livre	Intempérie	desidratação, golpes de calor, exaustão e hipotermia	Provável	Marginal	
17	Trabalho em altura	Queda em altura	lesões múltiplas ou mortal	Remota	Catastrófico	

Na análise de risco realizada na tarefa de execução e manutenção de redes de águas, foram identificados 17 riscos, sendo que os que apresentam maior preocupação e que devem ser prioritários a resolver incluem: soterramento, queda em altura, risco elétrico, perfuração de tubagem de gás, risco psicossocial e exposição a gases tóxicos ou inflamáveis.

Concluída a 1.ª etapa do processo de avaliação de risco, verifica-se que a tarefa de limpeza é a que apresenta maior preocupação, devido à combinação de riscos físicos, químicos e biológicos, assim como ao impacto potencial sobre os trabalhadores, a comunidade e o meio ambiente. Desta forma, a tarefa de limpeza exige atenção prioritária. É essencial implementar medidas de segurança adequadas, proporcionar formação aos trabalhadores e garantir o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados para mitigar esses riscos e proteger a saúde e o bem-estar de todos os envolvidos. A 2.ª etapa do processo de avaliação de risco apresentará as medidas para mitigar esses riscos.

A aplicação das medidas de controlo de risco na tarefa de limpeza de redes de águas é fundamental para garantir a segurança dos trabalhadores, a qualidade da água

e a integridade do sistema de abastecimento. Na tabela 3.3 abaixo, são detalhadas as práticas recomendadas, os equipamentos de proteção necessários e os procedimentos a seguir para assegurar que a limpeza seja realizada de forma eficiente e segura.

Tabela 3.3: Medidas de Controlo de Risco - Tarefa de Limpeza

Nº	Perigo	Risco	Grau de Frequência	Grau de Gravidade	Grau de risco	Medidas de Ação	Grau de Frequência	Grau de Gravidade	Grau de risco
1	Utilização de jatos de água sob pressão	Exposição a ruído	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Capacetes, luvas, botas de segurança, óculos de proteção e respiradores quando necessário. Uso de protetores auriculares e monitoramento de níveis de ruído.	Provável	Leve	
2		Exposição a vibrações	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de EPIs: luvas anti vibração e pausas regulares para evitar fadiga.	Provável	Leve	
3		Cortes ou golpes	Ocasional	Leve		Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Capacetes, luvas, óculos de proteção e botas	Remota	Leve	
4	Utilização de caminhão de sucção	Exposição a ruído	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Capacetes, luvas, botas de segurança, óculos de proteção e respiradores quando necessário. Uso de protetores auriculares e monitoramento de níveis de ruído.	Provável	Leve	
5		Colisão ou Atropelamento	Remota	Catastrófico		Sinalização adequada na área de trabalho e controlo de tráfego: Delimitação das vias de circulação para pessoas e viaturas, devidamente sinalizadas dotadas de iluminação; as máquinas devem possuir os dispositivos de segurança (aviso sonoro de marcha atrás e pirlampo).	Improvável	Catastrófico	
6		Exposição a vibrações	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de EPIs: luvas anti vibração e pausas regulares para evitar fadiga.	Provável	Leve	
7		Exposição a poeiras	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): óculos de proteção, máscaras respiratórias e controlo de poeira com aspersão de água.	Provável	Leve	
8	Limpeza em espaço confinado	Inalação de gases tóxicos ou inflamáveis	Remota	Catastrófico		Seguir rigorosamente as normas para trabalho em espaços confinados, como ter um sistema de resgate pronto e supervisão externa. Monitorização de gases, uso de detectores de gases para verificar a presença de gases tóxicos e a concentração de oxigénio antes e durante a entrada em espaço confinado. Garantir que os trabalhadores estejam bem treinados para lidar com os perigos específicos dessa atividade.	Improvável	Catastrófico	

9	Trabalho ao ar livre	Intempérie	Provável	Marginal		É importante garantir que os trabalhadores tenham acesso a água potável e sejam incentivados a hidratar-se regularmente, especialmente em dias quentes. É essencial o uso de vestuário adequado às condições climáticas. Os trabalhadores devem suspender as atividades sempre que houver condições atmosféricas adversas, como chuva ou ventos fortes.	Provável	Leve	
10	Limpeza Mecânica	Cortes ou golpes	Ocasional	Marginal		Formação e informação em técnicas de manuseio seguro de ferramentas e uso de EPIs,: Capacetes, luvas, botas de segurança, óculos de proteção	Remota	Leve	
11		Exposição a poeiras	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): óculos de proteção, máscaras respiratórias e controlo de poeira com aspersão de água.	Provável	Leve	
12		Risco ergonómico	Provável	Marginal		Informação sobre os riscos associado a tarefa, formação no manuseamento seguro e uso de equipamentos de auxílio. Manter posturas corretas nos postos de trabalho; Realização de pausas regulares e rotatividade para descanso do pessoal e para alongamento.	Ocasional	Leve	
13		Queda em altura	Remota	Catastrófico		É fundamental garantir que os trabalhadores tenham formação adequada para trabalhos em altura e estejam equipados, além de estarem cientes dos riscos associados. Os trabalhos devem ser suspensos em caso de condições atmosféricas adversas. A proteção coletiva ou individual deve ser assegurada a partir de 2,5 metros de altura.	Improvável	Catastrófico	
14		Queda ao mesmo nível	Remota	Marginal		É fundamental utilizar os EPI's adequados. É importante verificar se o pavimento é apropriado para a utilização e manter os espaços limpos, arrumados e organizados, com apenas o equipamento necessário. As vias de circulação devem ser delimitadas e devidamente sinalizadas, assim como as aberturas e desníveis que necessitem de proteção.	Remota	Leve	
15		Inalação de gases tóxicos	Remota	Catastrófico		Assegurar que as áreas de trabalho estejam bem ventiladas para dispersar qualquer gás tóxico. Fornecer máscaras respiratórias adequadas e outros EPIs para proteger os trabalhadores em áreas com risco de gases.	Improvável	Catastrófico	
16		Contato com substâncias químicas, biológicas	Ocasional	Crítico		Implementar procedimentos de trabalho seguros para manuseio e descarte de substâncias químicas e biológicas, utilizar EPI's, apropriado para prevenir o risco. A utilização de produtos de limpeza deve sempre respeitar as diretrizes de segurança e as recomendações dos fabricantes e optar por produtos biodegradáveis e menos agressivos sempre que possível, para minimizar o impacto ambiental.	Remota	Crítico	

17	Limpeza Mecânica Cont.	Risco elétrico	Ocasional	Catastrófico		É essencial realizar inspeções regulares em equipamentos elétricos para identificar e corrigir potenciais problemas. Deve-se EPI's e implementar procedimentos para garantir que os equipamentos elétricos estejam desligados e desenergizados antes da manutenção. As áreas e equipamentos com risco elétrico devem ser claramente sinalizados.	Improvável	Catastrófico	
18	Descarte inadequado de resíduos	Infiltração de substâncias tóxicas no solo	Ocasional	Crítico		Para mitigar esses riscos, é essencial implementar práticas adequadas de gestão de resíduos, incluindo a reciclagem, a compostagem e o tratamento adequado de resíduos perigosos. Educação e Sensibilização: Podem ser promovidas campanhas educativas para sensibilizar a população sobre a importância da correta destinação de resíduos, os cuidados com os coletores, e a necessidade de não deitar lixo nas sarjetas, mantendo as vias públicas limpas.	Remota	Crítico	
19		Poluição da Água	Remota	Crítico			Improvável	Crítico	
20		Riscos à Saúde Pública	Remota	Crítico			Improvável	Crítico	
21		Emissão de Gases Tóxicos	Ocasional	Crítico			Improvável	Crítico	
22		Impacto na Biodiversidade	Ocasional	Crítico			Remota	Crítico	
23		Desregulação do Ciclo Natural	Improvável	Crítico			Improvável	Crítico	

Ao implementar estas medidas, observam-se vários resultados positivos. A utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados como luvas, óculos de proteção e máscaras, diminuiu a exposição dos trabalhadores a substâncias nocivas e a contaminantes que podem estar presentes nas redes de águas. Isso resulta numa diminuição significativa de acidentes e doenças ocupacionais.

Portanto, a adoção de medidas de controlo de risco assegura que as operações de limpeza estejam em conformidade com as normas de saúde e segurança ocupacional, bem como com as regulamentações ambientais. Isso não só protege os trabalhadores, mas também reforça a imagem da entidade responsável pelo abastecimento de água.

Na apresentação da tabela 3.4, são detalhadas as ações necessárias para assegurar a eficácia e a segurança na tarefa de execução e manutenção de redes de água.

Tabela 3.4: Medidas de Ação - Tarefa de Execução e Manutenção de Redes

Nº	Perigo	Risco	Grau de Frequência	Grau de Gravidade	Grau de risco	Medida de Ação	Grau de Frequência	Grau de Gravidade	Grau de risco
1	Escavação	Exposição a poeira	Ocasional	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's): óculos de proteção, máscaras respiratórias e controlo de poeira com aspersão de água.	Ocasional	Leve	
2		Risco elétrico	Ocasional	Catastrófico		Realizar inspeções regulares em equipamentos elétricos e fiações para identificar e corrigir problemas potenciais. Fornecer treinamento aos trabalhadores sobre segurança elétrica e procedimentos de emergência. Garantir o uso de equipamentos de proteção isolantes, como luvas e botas de segurança. Implementar procedimentos para garantir que equipamentos elétricos estejam desligados e desenergizados antes de realizar manutenção. Sinalizar claramente áreas e equipamentos que apresentam risco elétrico.	Improvável	Catastrófico	
3		Exposição a ruído	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's): Capacetes, luvas, botas de segurança, óculos de proteção e respiradores quando necessário. Uso de protetores auriculares e monitoramento de níveis de ruído.	Provável	Leve	
4		Soterramento	Remota	Catastrófico		É importante realizar um estudo geotécnico do terreno a escavar para compreender as suas características e comportamento. A planificação dos trabalhos deve considerar a natureza do terreno e as medidas de prevenção, como a entivação da frente escavada, a previsão de uma zona para depósito das terras extraídas e a demarcação da área de segurança para a circulação da escavadora. Além disso, é fundamental proporcionar formação adequada aos trabalhadores.	Improvável	Catastrófico	
5		Perfuração de tubagem de gás	Remota	Catastrófico		Inspeção de redes subterrâneas: Fazer uma avaliação prévia para identificar redes elétricas, de água ou gás que possam ser afetadas durante a escavação. Capacitar os trabalhadores sobre os riscos da atividade e procedimentos seguros. Assegurar que o condutor da máquina esteja habilitado e certificado para manobrar a máquina.	Improvável	Catastrófico	
6		Perfuração de tubagem de água	Remota	Crítico		Fazer uma avaliação prévia para identificar redes elétricas, de água ou gás que possam ser afetadas durante a escavação. Capacitar os trabalhadores sobre os riscos da atividade e procedimentos seguros. Assegurar que o condutor da máquina esteja habilitado e certificado para manobrar a máquina.	Improvável	Crítico	
7		Colisão ou atropelamento	Remota	Catastrófico		Sinalização adequada na área de trabalho e controlo de tráfego: - Delimitação das vias de circulação para pessoas e viaturas; - As vias de circulação devem estar dotadas de iluminação; - As máquinas devem possuir os dispositivos de segurança (aviso sonoro de marcha atrás e pirilampo).	Improvável	Catastrófico	

8		Exposição a vibrações	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de EPIs: luvas anti vibração e pausas regulares para evitar fadiga.	Provável	Leve	
9	Assentamento e ligações de tubos e equipamentos	Cortes ou golpes	Ocasional	Leve		Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Capacetes, luvas, óculos de proteção e botas	Remota	Leve	
10		Quedas de objetos	Ocasional	Marginal		Todos os materiais e objetos de qualquer natureza devem ser retirados da frente de trabalho e ser devidamente arrumados; Delimitar a área de trabalho; Utilização de EPI's adequados (botas, capacete).	Remota	Leve	
11		Exposição a gases tóxicos ou inflamáveis	Remota	Catastrófico		Deve ser feita monitorização de gases com detetores para verificar a presença de gases e a concentração de oxigénio na área de trabalho. É também essencial utilizar EPI's adequados.	Improvável	Catastrófico	
12		Risco psicossocial	Ocasional	Crítico		É importante realizar avaliações periódicas para identificar fatores de risco psicossocial, como cargas de trabalho excessivas e ambientes de trabalho tóxicos. Devem ser implementadas políticas de trabalho flexível, como horários ajustáveis, para ajudar os colaboradores a equilibrar responsabilidades profissionais e pessoais. Além disso, é fundamental disponibilizar serviços de apoio psicológico.	Ocasional	Marginal	
13		Risco ergonômico	Provável	Marginal		Informação sobre os riscos associado a tarefa, formação no manuseamento seguro e uso de equipamentos de auxílio. Manter posturas corretas nos postos de trabalho; Realização de pausas regulares e rotatividade para descanso do pessoal e para alongamento.	Ocasional	Leve	
14	Utilização de máquina compactador	Exposição a vibrações	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de EPIs: luvas anti vibração e pausas regulares para evitar fadiga.	Provável	Leve	
15		Exposição a ruído	Provável	Marginal		Formação e informação sobre os riscos associado a tarefa, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Capacetes, luvas, botas de segurança, óculos de proteção e respiradores quando necessário. Uso de protetores auriculares e monitoramento de níveis de ruído.	Provável	Leve	
16	Trabalho ao ar livre	Intempérie	Frequente	Marginal		É importante garantir que os trabalhadores tenham acesso a água potável e sejam incentivados a hidratar-se regularmente, especialmente em dias quentes. É essencial o uso de vestuário adequado às condições climáticas. Os trabalhadores devem suspender as atividades sempre que houver condições atmosféricas adversas, como chuva ou ventos fortes.	Provável	Leve	
17	Trabalho em altura	Queda em altura	Remota	Catastrófico		É fundamental garantir que os trabalhadores tenham formação adequada para trabalhos em altura e estejam equipados, além de estarem cientes dos riscos associados. Os trabalhos devem ser suspensos em caso de condições atmosféricas adversas. A proteção coletiva ou individual deve ser assegurada a partir de 2,5 metros de altura.	Improvável	Catastrófico	

Nota-se na tabela 3.4 que, após a aplicação das medidas de controlo de risco na tarefa de execução e manutenção de redes de água, houve uma alteração no grau de frequência de exposição ao risco, no grau de gravidade do risco e, conseqüentemente, no grau de risco. Esta mudança demonstra que a aplicação das medidas de controlo de risco traz uma série de resultados positivos que contribuem para a segurança dos trabalhadores, a eficiência das operações e a qualidade do abastecimento de água. A utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e a formação dos trabalhadores sobre procedimentos seguros resultam na diminuição de acidentes e lesões. Porque os trabalhadores estão mais bem preparados para lidar com riscos associados a tarefas específicas, como a manipulação de ferramentas e o trabalho em altura, o que leva a um ambiente de trabalho mais seguro.

Em resumo, a avaliação de risco realizada nos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) visa identificar e analisar os perigos associados a esta atividade, garantindo a segurança dos trabalhadores e a integridade das infraestruturas e da comunidade. Foram identificados 40 riscos principais, incluindo riscos químicos, biológicos, elétricos, de incêndio, de contaminação da água, físicos (como quedas e exposição a ruído) e ergonômicos (resultantes de movimentos repetitivos e posturas inadequadas). Em resposta a esses riscos, foram adotadas Medidas de Prevenção e Controlo, que incluem a sensibilização e formação regular dos trabalhadores, o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequados e a implementação de protocolos para a execução segura das tarefas. A adoção dessas medidas garante a conformidade com as normas de saúde e segurança e as regulamentações ambientais, protegendo os trabalhadores e a comunidade, e melhorando a imagem da entidade responsável, aumentando a confiança do público nos serviços prestados.

Limitações do Estudo

A avaliação de risco realizada nos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) apresentou algumas limitações. Não foi possível visitar e acompanhar todas as atividades das tarefas que foram alvo de avaliação de risco. A categorização dos riscos em graus de frequência e gravidade, embora útil, pode ter sido subjetiva e influenciada pela experiência dos avaliadores.

Propostas para Investigação Futura

Para aprofundar a compreensão dos riscos associados aos serviços de água e saneamento, propomos as seguintes linhas de investigação:

Formação e Sensibilização: Desenvolver programas de formação contínua focados na sensibilização dos trabalhadores sobre segurança e na promoção de uma cultura de prevenção.

Análise de Acidentes: Investigar acidentes ou quase-acidentes para identificar falhas nos procedimentos de segurança e áreas que necessitam de melhoria.

Monitorização Contínua: Implementar um sistema de monitorização contínua dos riscos, utilizando tecnologia, como sensores de gases ou medidores de ruído, para fornecer dados em tempo real sobre as condições de trabalho.

Ao adotar estas propostas, os SMAS poderão melhorar a segurança dos seus trabalhadores e garantir a continuidade e eficiência das suas operações.

Conclusões

Este estudo centrou-se na relevância da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) na operação e manutenção das redes de abastecimento de água e drenagem de águas residuais nos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) do Montijo. Com recurso a uma abordagem metodológica qualitativa, baseada na análise documental, observações em campo e entrevistas não estruturadas, foi possível identificar os principais riscos associados às atividades desenvolvidas, assim como propor medidas para a sua mitigação.

As conclusões apontam para a existência de riscos significativos nas tarefas analisadas, incluindo soterramento, quedas em altura, exposição a gases tóxicos e inflamáveis, contacto com substâncias químicas e biológicas, risco elétrico, inalação de poeiras e potenciais impactos ambientais decorrentes de descartes inadequados. Para além destes, foram identificados riscos psicossociais, como o stress ocupacional, que afetam diretamente a saúde mental e física dos trabalhadores. Estas situações não comprometem apenas a segurança dos profissionais, mas também podem ter repercussões na saúde pública, na qualidade ambiental e na eficiência dos serviços.

A utilização da Matriz de Falhas demonstrou ser uma ferramenta indispensável para a avaliação e priorização de riscos, permitindo a categorização das situações mais críticas e a definição de estratégias de intervenção. Entre as medidas sugeridas destacam-se: a implementação de programas de formação contínua e capacitação dos trabalhadores, o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e coletiva (EPCs), a realização de manutenção preventiva regular e a supervisão constante das condições de trabalho. Estas ações são essenciais para o desenvolvimento de uma cultura de segurança dentro da organização, promovendo o cumprimento da legislação aplicável, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 102/2009, e assegurando o bem-estar dos trabalhadores.

O estudo revelou ainda limitações que devem ser colmatadas em investigações futuras. A ausência de um técnico qualificado em SST nos SMAS do Montijo constitui um desafio relevante, dificultando a implementação de práticas preventivas de forma consistente. Para além disso, a análise quantitativa mais detalhada e o uso de tecnologias avançadas de monitorização, como sensores ambientais e sistemas integrados de gestão de riscos, poderão enriquecer a compreensão das problemáticas identificadas. Recomenda-se também a realização de estudos comparativos com outras organizações similares, de modo a identificar boas práticas e soluções inovadoras.

A nível teórico, este trabalho contribui para o aprofundamento do conhecimento sobre SST em setores de infraestrutura urbana, realçando a sua importância em serviços essenciais como o abastecimento de água e o saneamento. Em termos práticos, oferece um quadro de referência para a formulação de políticas organizacionais e públicas, enfatizando a necessidade de integrar a SST na estratégia global de gestão operacional.

Em síntese, conclui-se que a promoção de uma cultura organizacional que valorize a SST é imprescindível para garantir a proteção dos trabalhadores, a continuidade e eficiência dos serviços e a sustentabilidade ambiental. Este trabalho evidencia que, apesar dos desafios existentes, as medidas preventivas e o cumprimento rigoroso das normas legais constituem o caminho mais eficaz para a construção de um ambiente de trabalho seguro, saudável e eficiente.

Bibliografia

Abreu, R. A. (2023). Eficácia da manutenção preventiva. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 9(3). <https://doi.org/10.51891/rease.v9i3.9085>

Sobrinho, P. A., & Contrera, R. C. (2013). *Introdução e concepção de sistemas de abastecimento de água*. Disciplina: Saneamento Básico II. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. <https://www.docsity.com/pt/01-abastecimento-e-concepcao-2014-1-1/4843629/> Acesso em 13 de agosto de 2024.

Andrade, F. S., Reis, A. R., & Sanches, M. C. (2022). Análise de risco de pessoa. *Revista do Sistema Único de Segurança Pública*. Editora Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP). <https://doi.org/10.56081/2763-9940/revsusp.v1i2.a7>

Areosa, J. (2008). O risco no âmbito da teoria social. *VI Congresso Português de Sociologia. Mundos Sociais: Saberes e Práticas*, 1–16.

Bottega, G. S., Roscoff, N., Pilz, S. E., Dalcanton, F., & Costella, M. F. (2022). Manutenção predial com ênfase em sistemas hidrossanitários: Revisão sistemática da literatura. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. <https://doi.org/10.1590/s1413-415220190332>

Brito, M. (2003). *Manutenção: Manual pedagógico*. ISBN 972-8702-12-4.

Bruseke, F. J. (1996). *Risco social, risco ambiental, risco individual*. Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP).

Caldeira, L. A., & Lima, D. P. (2020). *Drenagem urbana: uma revisão de literatura*. *Engineering Sciences*. Editora Universidade Federal do Paraná (UFPR). <https://doi.org/10.6008/cbpc2318-3055.2020.002.0001>

Cardoso, A. C., & Morgado, L. P. (2019). *Trabalho e saúde do trabalhador no contexto*

Chaveiro, P., & Isidoro, J. M. (2021). *Modelação e calibração da rede de abastecimento de água de Reguengos de Monsaraz*. *Revista Recursos Hídricos*. Editora ABRH (Associação Brasileira de Recursos Hídricos). <https://doi.org/10.5894/rh42n1-cti5>

Coelho, R. W. S. (2015). *Aplicação do conceito de gestão de ativos físicos numa estação elevatória de águas* (Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica). <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/5533/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em 27 de setembro de 2024.

Costa, C. (2009). *Formação em contexto profissional: Análise da importância da formação contextualizada no desenvolvimento de actos seguros num grupo de operadores do sector do saneamento* (Tese de mestrado). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa.

Dinizio, M. D., & Martins, P. E. (2020). *Ferramentas de gerenciamento de riscos na engenharia de segurança do trabalho: um estudo de revisão bibliográfica*. Editora Blucher.

- França, E. F., Cauduro, F., Müller, C. R., & Ramos, J. (2019). *Sistema de drenagem complementar com estudo comparativo de métodos para a Avenida Santos Dumont, Criciúma, SC – Estudo de caso. Águas Subterrâneas*. Editora Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS). <https://doi.org/10.14295/RAS.V33I3.29574>
- Freire, F. B. F. (2016). *Sistemas hidráulicos urbanos*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. <https://repositorio.utfpr.edu.br>. Acesso em 02 de abril de 2024.
- Freitas, C. M. (2002). *Avaliação de riscos como ferramenta para vigilância ambiental em saúde*. Editora Fiocruz. <https://doi.org/10.5123/S0104-16732002000400005>
- Freitas, L. C. (2016). *Segurança e saúde no trabalho*. Lisboa: Sílabo.
- Freitas, L. C. (2019). *Manual de segurança e saúde no trabalho* (4.^a ed.). Editora Sílabo, Lda. ISBN 978-989-561026-6.
- Freitas, C. L., Silva, F. D., Silva, A. L., & Barbedo, M. D. (2022). *Análise do sistema de distribuição de água real no sul de Minas Gerais com o uso do sistema de informação geográfica. Engenharia Sanitária e Ambiental*. Editora ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental). <https://doi.org/10.1590/s1413-415220200380>
- Garcia, A. L., Zapparoli, M. L., & Barros, A. M. (2023). *Análise da eficiência do sistema de desvio de Paulistânia-SP. Revista Científica ANAP Brasil*. Editora ANAP (Associação Nacional de Profissionais em Água e Saneamento). <https://doi.org/10.17271/19843240163820233767>
- Giffoni, T. F., Silva, F. M., Soares, A. K., Reis, J. A., & Silva, A. L. (2021). *Setorização em redes de distribuição de água: uma revisão bibliográfica sistemática. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*. Editora Ibero-Americana. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20330>
- Gomes, P. M. A. (2018). *Definição de um plano de manutenção preventiva para um sistema de abastecimento de água* (Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). <https://hdl.handle.net/10316/97921> Acesso em 04 de setembro de 2024.
- Granjo, P. (2006). Quando o conceito de «risco» se torna perigoso. *Análise Social*, 41(181), 1167–1179. <http://www.jstor.org/stable/41012444>
- Heinz, G., Alves, E. B., Roratto, R., & Dias, E. D. (2019). *Riscos orçamentários na administração universitária: um estudo de caso no setor público*. Editora Blucher. <https://doi.org/10.1590/s1414-40772019000300008>
- Heller, L., & Pádua, V. L. (2010). *Abastecimento de água para o consumo humano* (3. ed.). Editora UFMG.
- Júnior, J. C., Ferreira, P. A., Pruski, F. F., & Júnior, A. G. (2001). *Sistemas de drenagem agrícola. Parte I: desenvolvimento do modelo e análise de sensibilidade. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5, 369-375. Editora Associação Brasileira de Engenharia Agrícola (SBEA). <https://doi.org/10.1590/S1415-43662001000300001>

Júnior, B., & Starling, P. R. (2001). *Dimensões subjetivas da biossegurança nas unidades de saúde*. Editora Fiocruz. <https://doi.org/10.5123/S0103-460X2001000200009>

Júnior, E. J., & Hogan, D. J. (2004). *O risco em perspectiva: tendências e abordagens*. Editora Atlas.

Júnior, F. G. S., & Pedreiro, M. R. (2023). *Avaliação e dimensionamento hidráulico de um sistema de abastecimento de água em zona rural*. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*. Editora Ibero-Americana. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.12191>

Júnior, E. B., Oliveira, G. S., Santos, A. C. O., & Schnekenberg, G. F. (2021). *Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa*. v. 20 n. 44 (2021): <https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.12191> *Cadernos da Fucamp* – Acesso em 27 de setembro de 2024.

Kurian, V., Chinnusamy, S., Natarajan, A., Narasimhan, S., & Narasimhan, S. (2018). *Optimal operation of water distribution networks with intermediate storage facilities*. *Computers and Chemical Engineering*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.04.017> Acesso em 20 de setembro de 2024.

Leal, C. M., Batista, A. R., Fusari, D. G., & Padilha, W. W. (2008). Diagnóstico de manutenção preventiva das instalações prediais de água fria do CEFET-PB, unidade João Pessoa. *Revista Princípios - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, 1(16), 47-56. <https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n16p47-56>

Lima, F. G. (2016). *Análise de riscos*. Editora Blucher.

Luciano, É. L., Röhm, D. G., Rosa, J. L., Tirelli, M. A., Okano, M., & Ribeiro, R. B. (2020). *Gerenciamento de riscos ocupacionais: uma nova proposta de segurança do trabalho*. Editora Blucher. <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v6i17p156-174>

Marques, S. M. (2023). *Aplicação de algoritmos genéticos em operação de redes de distribuição de água com o uso de softwares R e EPANET visando ao controle de perdas de água – estudo em uma rede teórica* (Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/3531>

Mendes, França. (2002). *Risco: um conceito do passado que colonizou o presente*. Editora UNESP.

Merenciano, G. B., Pierri, A. C., Florian, F., & Oliveira, M. R. (2021). *Estudo de caso do sistema de drenagem urbana e sua relação com o meio ambiente em um bairro no município de Araraquara - SP*. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*. Editora RECIMA21. <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i2.985>

Morais, L., Paula, H. E., & Reis, R. (2020). Manutenção e patologias de instalações hidráulico-sanitárias – um mapeamento sistêmico. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. <https://doi.org/10.46421/entac.v18i.1249>

Neto, J. F. A., Medeiros, I. D., Aguiar, G. J., Duarte, A. D., & Silva, G. L. (2022). Avaliação dos impactos das precipitações pluviométricas na manutenção da rede de esgotamento sanitário no Município de Caruaru, Agreste de Pernambuco. *Revista Brasileira de*

Nóbrega, G. D., Andrade, L. M., & Lemos, N. D. (2019). *A pedagogia do ciclo da água urbano: formas de abordagem para promover cidades sensíveis à água*. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo. Editora da Universidade de Brasília (UnB). <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n23.2019.10>

Oliveira, O. J., Oliveira, A. B., & Almeida, R. A. (2010). *Gestão da segurança e saúde no trabalho em empresas produtoras de baterias automotivas: um estudo para identificar boas práticas*. *Production Journal*, 20, 481-490. Editora Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO). <https://doi.org/10.1590/S0103-65132010005000029>

Oliveira, T. D., Santos, P. L., Medeiros Júnior, J. V., Gurgel, A. M., & Silva, B. P. (2020). *Proposta de framework para o processo de gestão de riscos no setor público (PROGERIS)*. Editora Blucher. <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2020v13n3p256>

Oliveira, C. C., & Lima, D. P. (2022). *Manual de manutenção preventiva e corretiva em edificações*. Ciências Tecnológicas. Editora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). <https://doi.org/10.6008/cbpc2674-6425.2022.001.0002>

Peña-Guzmán, C., Melgarejo, J., & Prats, D. (2016). *O ciclo urbano da água em Bogotá, Colômbia: estado atual e desafiador para a sustentabilidade*. *Tecnologia e Ciências da Água*, 7, 57-71. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Pires, C. A., & Okada, R. H. (2020). *Manutenção preditiva*. Editora Blucher. <https://doi.org/10.31510/inf.v17i1.781>

Pires, W. D. F. (2020). *Gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. <https://hdl.handle.net/10216/128555>

Ramos, V. C., Lima, J. A., Andrade, R. C., & Vasconcelos, G. S. (2019). *Uma proposta de utilização de gestão de risco para o planejamento acadêmico de uma universidade pública*. *Revista de Gestão e Projetos*. Editora Unisinos. <https://doi.org/10.5585/GEP.V10I1.11000>

Reis, A. L., Alódio, F., Mota, T.C., Oliveira, D., Moreira, J. S., & Belderrain, M. C. N., (2018). Redução do impacto das intervenções na rede de distribuição de água potável utilizando o método Strategic Choice Approach. *Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. <https://doi.org/10.59254/sbpo-2018-85460>

Ribeiro, M. D., & Sani, A. I. (2009). *Risco, proteção e resiliência em situações de violência*. Editora Universidade do Minho.

Ribeiro, A. A. (2013). *Avaliação de riscos: estimativa qualitativa da probabilidade e da gravidade em contexto de risco elevado*. Editora Blucher.

Rodrigues, M., & Antunes, C. (2020). *Desenho urbano sensível à água: gestão do ciclo urbano da água para uma cidade de Quarteira sensível à água*. *Revista Recursos*

Hídricos. Editada pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). <https://doi.org/10.5894/rh41n2-cti3>

Roxo, M. (2006). *Segurança e saúde do trabalho: Avaliação e controlo de riscos* (2ª ed.). Almedina.

Ruiz, V. S., & Araujo, A. L. (2012). *Saúde e segurança e a subjetividade no trabalho: os riscos psicossociais*. Editora Fiocruz. <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100020>

Silva, B. P. (2015). *Proposta de modelo de gestão de riscos para uma IFES que envolve a realização de auditorias baseadas em riscos*. Editora Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Silva, D. E., Araújo, S. L., & Campello, L. D. (2018). Gestão de riscos. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*. Editora Universidade Federal da Bahia (UFBA). <https://doi.org/10.20396/rdbci.v19i0.8660794>

Silva, T. R. (2019). *Caracterização e análise do sistema de abastecimento de água do perímetro urbano do município de Timon, MA, Brasil*. *Acta Geográfica*. Editora Universidade Federal do Maranhão (UFMA). <https://doi.org/10.5654/ACTA.V13I33.4730>

Silva, R. S. (2019). *Sistematica para o gerenciamento de riscos em laboratórios abertos na fase de operação*. *Processos de Engenharia Blucher*. Editora Blucher. <https://doi.org/10.5151/cbqdp2019-52>

Silva, L. E., Souza, F. D., Carmo, M. R., Cruz Junior, H. E., Cunha, E. J., Cunha, M. M., Lopes, E. E., & Quadros, J. (2020). *Sistema de drenagem urbana e as inundações na unidade hidrográfica do Canal do Anhaia – Paranaguá - Brasil*. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 8, 065-073. Sociedade Brasileira de Biotecnologia e Biodiversidade. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n2.silva>

Silva, J. I., & Farias, T. (2020). *A tutela jurídica do ciclo urbano da água: Linhas preliminares*. *Revista de Direito da Cidade*, 12, 366-389. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). <https://doi.org/10.12957/rdc.2020.39551>

Silva, A. N., & Carvalho, A. M. (2020). *Gestão de riscos na implementação de sistemas integrados de gestão (ERP)*. Editora Atlas. <https://doi.org/10.5748/17contecsi/pse-6584>

Silveira, M. M., Matte, J., Machado, V. D., Costa, L. F., Miri, D. H., Chais, C., Ganzer, P. P., & Olea, P. M. (2020). *Riscos corporativos: Um estudo de caso em uma empresa prestadora de serviços*. *Saber Humano: Revista Científica da Faculdade Antonio Meneghetti*. Faculdade Antonio Meneghetti. <https://doi.org/10.18815/SH.2020V10N17.454>

Sousa, A. (2016). *Metodologia de otimização energética da operação de sistemas de abastecimento de água com base num caso de estudo* (Dissertação de mestrado). Porto.

Strauss, A., & Corbin, J. (2008). *Pesquisa qualitativa: Técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada* (2.ª ed.). Artmed Editora.

Tsutiya, M. T. (2006). *Abastecimento de água* (3. ed.). Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Ursulino, B. A., Kloeckner, N. V., & Peixoto, A. B. (2019). *Aplicação do modelo de gestão em departamento de saúde e segurança do trabalho em uma empresa de transformação de plásticos*. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*. Editora Brasileira de Desenvolvimento. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-202>

Yin, R. K. (2016). *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. BMC Public Health.

Webografia

Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. (2023). *Livro de resumos do 16º Congresso da Água*. ISBN 978-989-8509-32-1. <https://www.aprh.pt/pt/16ca/> Acesso em 20 de setembro de 2024.

Bureau Internacional do Trabalho. (2009). *Título do documento* (Coleção). <https://www.ilo.org/pt-pt/media/331041/download>. Acesso em 16 de setembro de 2024.

Autoridade para as Condições do Trabalho. (2013). *Guia para micro, pequenas e médias empresas*. <https://portal.act.gov.pt/AnexosPDF/Documenta%C3%A7%C3%A3o/Publica%C3%A7%C3%B5es/Gest%C3%A3oSST/Guia%20para%20micro,%20pequenas%20e%20m%C3%A9dias%20empresas.PDF>. Acesso em 16 de setembro de 2024.

International Organization for Standardization. (n.d.). *Guide 68/2002*. <https://www.iso.org/standard/29363.html>. Acesso em 02 de abril de 2024.

Município de Montijo. (n.d.). *Serviços Municipalizados de Água e Saneamento*. <https://www.mun-montijo.pt/municipio/smas>. Acesso em 02 de abril de 2024.

Empresa Portuguesa das Águas Livres, SA (EPAL, 2024) <https://www.epal.pt/EPAL/images/default-source/Educa%C3%A7%C3%A3o-Ambiental/ciclo-urbano-da-%C3%A1gua.jpg>. Acesso em 19 de setembro de 2024

Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. (n.d.). *Saneamento de águas residuais*. <https://www.ersar.pt/pt/setor/caracterizacao/saneamento-de-aguas-residuais>. Acesso em 19 de setembro de 2024.

Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA). (2021). *Avaliação de riscos: funções e responsabilidades*. https://osha.europa.eu/sites/default/files/2021-10/Factsheet_80_-_Avaliacao_de_riscos_funcoes_e_responsabilidades.pdf. Acesso em 19 de setembro de 2024.

Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional. (2018). Métodos para a avaliação de riscos laborais: Introdução genérica. <https://www.rpso.pt/metodos-avaliacao-riscos-laborais-introducao-generica/>. Acesso em 02 de abril de 2024.

Legislação

Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de agosto. *Serviços municipais de abastecimento público de água, saneamento e resíduos urbanos*.

Decreto-Lei n.º 69/2023, de 21 de agosto. *Regime jurídico da qualidade da água destinada ao consumo humano.*

Decreto-Lei n.º 441/91, de 14 de novembro. *Estabelece o regime jurídico do enquadramento da segurança, higiene e saúde no trabalho.*

Diretiva 2007/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de junho de 2007.

Diretiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1989, *relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho.*

Instituto Português da Qualidade. (2016). *NP EN 31010: Gestão do risco - Técnicas de apreciação do risco.* IPQ.

Instituto Português da Qualidade. (2018). *NP ISO 31000: Gestão do risco - Princípios e linhas de orientação.* IPQ.

Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro. *Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho.*

Portaria n.º 762/2002, de 1 de julho: *Regulamento de segurança, higiene e saúde no trabalho na exploração dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais.*