



Fernando Rui Castanheira Pinto

CONTRIBUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE SEGURANÇA DE ÁGUAS RESIDUAIS

CONTRIBUTION FOR THE DEVELOPMENT OF
WASTEWATER SAFETY PLANS

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Gestão Sustentável do Ciclo Urbano da Água na Especialidade de Saúde Pública,
orientada pelo Professor Doutor António Armando Lima Sampaio Duarte

Coimbra, Março, 2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Universidade do Minho
Escola de Engenharia



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Fernando Rui Castanheira Pinto

CONTRIBUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE SEGURANÇA DE ÁGUAS RESIDUAIS

CONTRIBUTION FOR THE DEVELOPMENT OF WASTEWATER SAFETY PLANS

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Gestão Sustentável do Ciclo Urbano da Água na Especialidade de Saúde Pública,
orientada pelo Professor Doutor António Armando Lima Sampaio Duarte

Esta dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

Coimbra, Março, 2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento de um trabalho desta natureza só se torna possível com o contributo e empenho de múltiplos intervenientes passivos e ativos, que de uma forma ou de outra, intervêm no nosso trabalho.

Ao professor Doutor António Armando de Lima Sampaio Duarte, orientador científico desta dissertação, que me foi mostrando o “caminho das pedras” e demonstrou uma total e incondicional disponibilidade para comigo colaborar;

Aos coordenadores do Curso de “Mestrado em Gestão Sustentável do Ciclo Urbano da Água” que com a orientação deste curso me proporcionaram o aumento de conhecimentos num ambiente de excelência;

À Empresa Águas do Norte S.A. pela disponibilidade que me proporcionou e genericamente aos seus colaboradores, que sempre que necessitei, disseram “presente”. Particularmente à Alda Pereira, Anabela Fernandes, Carla Morais, Guilherme Santos e Rui Leite cuja ajuda na recolha de elementos considero preciosa;

Aos meus colegas de Curso pelo caminho saudável que juntos percorremos;

Às Entidades Públicas que consultei, nomeadamente a Autoridade Ambiental, Autoridade de Saúde e Centro Hospitalar de Trás os Montes e Alto Douro pela ajuda e interesse que manifestaram;

À Ana e à Rita que, lá em casa, tiveram a compreensão e paciência para os meus momentos menos bons.

A todos deixo aqui o meu mais sincero agradecimento

RESUMO

Grande parte da população mundial dos países em desenvolvimento corre o risco de poder ser afetada por doenças diretamente relacionadas com a utilização de água “não segura” ou escassez de água, com saneamento inadequado ou inexistente, ou com uma inadequada gestão de recursos hídricos.

Na prossecução dos objetivos do milénio, aumentar o acesso e melhorar as condições de saneamento básico continua a ser uma prioridade de intervenção crítica para salvaguarda da saúde pública e melhoria da qualidade de vida das populações. A Organização Mundial de Saúde continua empenhada na prevenção de doenças e pandemias relacionadas com o uso da água (de abastecimento e das águas residuais), principalmente nos países menos desenvolvidos. Nesse sentido, têm sido desenvolvidos esforços técnicos e científicos, a nível mundial, para o desenvolvimento e implementação de Planos de Segurança, enquanto instrumentos de prevenção e análise do risco associado aos perigos e eventos perigosos, visando a mitigação dos efeitos nocivos da presença de poluentes e contaminantes na saúde pública e no meio ambiente.

A presente dissertação insere-se nesta intenção de contribuir para o desenvolvimento dos Planos de Segurança, nomeadamente os relacionados com a operação de sistemas de drenagem, tratamento, rejeição e reutilização de águas residuais urbanas (PSAR), onde, contrariamente aos Planos de Segurança da Água, ainda há um longo caminho a percorrer, conforme se constatou após a conclusão da pesquisa bibliográfica efetuada no domínio dos PSAR e das metodologias usualmente utilizadas, neste tipo de planos, para avaliação do risco.

Os principais contributos metodológicos centram-se quer numa abordagem abrangente dos sistemas de águas residuais, que inclui a bacia hidrográfica onde se inserem e os potenciais impactos da sua descarga nesse meio hídrico, quer na proposta dum método semi-quantitativo “inovador” de avaliação do risco, por integração duma terceira variável, e foram aplicados a um caso de estudo: o Sistema de Águas Residuais de Vila Real, gerido pela empresa Águas do Norte S.A.

Neste trabalho, efetuou-se ainda monitorização de alguns parâmetros mais relevantes para a caracterização da situação atual da qualidade da água na bacia do Rio Corgo, para onde a ETAR de Vila Real e outras pertencentes ao Sistema Multimunicipal rejeitam os seus efluentes, de modo a realçar a importância de se considerar esses impactos no meio hídrico recetor, no âmbito dos PSAR, integrando-os no processo de gestão do risco, face aos diversos usos da água existentes a jusante das várias descargas. A análise dos dados obtidos veio reforçar a necessidade de, na elaboração de Planos de Segurança de Águas Residuais serem integradas as respetivas bacias hidrográficas, sujeitando o conjunto à aplicação duma abordagem estratégica de barreiras múltiplas, no sentido de eliminar ou minimizar os riscos para os utilizadores da água (comunidades locais, agricultores, viticultores, consumidores, quer para os colaboradores e operadores da entidade gestora desse sistema urbano de águas residuais).

Palavras-chave: Planos de Segurança; Sistemas de Águas Residuais; Avaliação do Risco; Saúde Pública.

ABSTRACT

Most of the world population under development takes the risk of being affected by diseases related to the use of “unsafe” water, waterless, inadequate or lack of wastewater or inadequate hydric resources management.

In pursuit of the millennium goals, increasing access and improving the conditions of continuous basic sanitation to be a priority of critical intervention to safeguard public health and the average life of the populations

The World Health Organization remains committed to the prevention of water-related diseases and pandemics (water supply and waste water), especially in the least developed countries.

In this sense, worldwide technical and scientific efforts have been development and implementation of Safety Plans, as instruments of prevention and risk analysis associated with hazards and hazardous events, with a view to mitigating the harmful effects of the presence of pollutants and contaminants on public health and the environment.

This dissertation is part of this intention to contribute to the development of the Safety Plans, namely those related to the operation of drainage systems, treatment, rejection and reuse of urban waste water.

Contrary to the Water Safety Plans, there is still a long way to go, as it was found after the conclusion of the bibliographical research carried out and the methodologies usually used in this type of plans, for risk assessment.

The main methodological inputs focus on a comprehensive approach to wastewater systems, which includes the river basin where they are inserted and the potential impacts of their discharge into that water bodies and the proposal of an "innovative" semi-quantitative risk assessment method, by integrating a third variable, and applied to a case study: the Vila Real Wastewater System, managed by the company Águas do Norte S.A.

In this work, we also monitored some parameters that are more relevant for the characterization of the current water quality situation in the Corgo River basin, where the Vila Real WWTP and others belonging to the Multimunicipal System reject their effluents in order to highlight the importance of considering these impacts in the water bodies, within the scope of the PSAR, integrating them in the process of risk management.

The analysis of the data obtained reinforced the need to integrate the respective river basins in the preparation of Wastewater Safety Plans, subjecting the whole to the application of a strategic approach of multiple barriers, in order to eliminate or minimize risks to water users (local communities, farmers, winegrowers, consumers, or to the employees and operators of the managing entity of this urban wastewater system

Keywords: Safety Plans; Wastewater Systems; Risk Assessment; Public Health.

ÍNDICE

Conteúdo

Erro! Marcador não definido.

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice	iv
Índice das Figuras.....	vii
Índice dos Quadros.....	viii
Abreviaturas	ix
Glossário	x
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e relevância do tema	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura.....	3
2 Estado da Arte	5
2.1 Planos de Segurança	5
2.1.1 Planos de Segurança da Água.....	5
2.1.2 Planos de Segurança de Águas Residuais.....	6
2.2 Metodologias de avaliação do risco	11
2.3 Impactos de descargas nos meios hídricos	16
2.3.1 Indicadores da qualidade da água.....	17
2.3.2 Degradação de poluentes em meios hídricos.....	17
2.3.3 Distribuição de oxigénio dissolvido em rios	20
2.3.4 Descargas de águas residuais em rios.....	20
3 Metodologia.....	21
3.1 Preparação de um Plano de Segurança de Águas Residuais.....	22
3.1.1 Definição da área de atuação	22
3.1.2 Objetivos do PSAR.....	23
3.1.3 Fronteiras do sistema e organização líder.....	24
3.1.4 Constituição da equipa	24
3.2 Descrição do sistema	24

3.2.1	Mapeamento do sistema	25
3.2.2	Identificação dos potenciais grupos expostos aos perigos em SAR.....	28
3.2.3	Informação de contexto e de conformidade	29
3.2.4	Validação da descrição do sistema	30
3.3	Identificação de eventos perigosos e perigos.....	31
3.4	Avaliação e nível do risco.....	32
3.5	Plano de melhoria	36
3.6	Monitorização de medidas de controlo e avaliação do seu desempenho.....	39
3.6.1	Definição e implementação da monitorização operacional.....	39
3.6.2	Verificação do desempenho do sistema.....	40
3.6.3	Auditoria ao sistema	40
3.7	Desenvolvimento de planos de suporte e regras de revisão.....	41
3.7.1	Identificação e implementação de programas de suporte	41
3.7.2	Revisão e atualização periódica do PSAR.....	42
4	Caso de Estudo	43
4.1	Plano de Segurança de Águas Residuais do Sistema de Vila Real.....	43
4.1.1	Área de estudo e uso dos solos	43
4.1.2	Constituição da equipa do PSAR	47
4.1.3	Descrição do sistema de águas residuais de Vila Real	47
4.1.4	Identificação de perigos, eventos perigosos e nível de risco.....	59
4.1.5	Avaliação de medidas de controlo e priorização dos riscos	61
4.1.6	Plano de melhoria	63
4.2	Controlo da qualidade na bacia do rio Corgo	64
4.2.1	Caraterização física e usos predominantes	64
4.2.2	Gestão operacional das estações de tratamento.....	66
4.2.3	Monitorização da qualidade das linhas de água	67
4.2.4	Análise e avaliação dos riscos	70
5	Conclusões e Desenvolvimentos Futuros.....	72
5.1	Conclusões	72
5.2	Desenvolvimentos futuros	74
	Referências Bibliográficas	75
	Anexo A.....	A-1
	Anexo B.....	B-1
	Anexo C.....	C-1

Anexo D.....	D-1
Anexo E.....	E-1

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 2.1 – Ciclo Urbano da Água e grupos expostos aos riscos de contaminação	8
Figura 2.2 – Estratégias de barreiras múltiplas na gestão do risco.....	11
Figura 2.3 – Diagrama de processo da gestão do risco	13
Figura 2.4 – Gráfico da distribuição do risco	16
Figura 2.5 – Evolução do OD num processo de desoxigenação dos meios hídricos	18
Figura 2.6 – Curva “SAG” de OD após uma descarga.....	19
Figura 3.1 – Planeamento da Segurança em Sistemas de Saneamento	21
Figura 3.2 – Quadro de referência para o saneamento (adaptado de WHO,2004).....	22
Figura 3.3 – Diagrama Tipo dos sistemas de águas residuais	26
Figura 3.4 – Representação 3D dos níveis do risco.....	35
Figura 4.1 – Bacias de drenagem do Sistema de Vila Real.....	43
Figura 4.2 – Ocupação global do solo (a) e das zonas urbanas (b)	44
Figura 4.3 – Ocupação do solo com vinha a) e olival (b).....	45
Figura 4.4 – Rega gota a gota na vinha	46
Figura 4.5 – Ocupação do solo, floresta e matos (a), culturas (b).....	46
Figura 4.6 – Vista aérea da ETAR de Vila Real.....	47
Figura 4.7 – Planta do sistema de recolha em “alta” das águas residuais de Vila Real	48
Figura 4.8 – Obra de Entrada da ETAR de Vila Real	50
Figura 4.9 – Diagrama de fluxo do sistema de tratamento da ETAR de Vila Real.....	54
Figura 4.10 – Mapeamento do sistema de Águas Residuais de Vila Real	55
Figura 4.11 – Bacia do rio Corgo e localização das Etar da AdNorte.....	65
Figura 4.12 - Ocupação do solo. Aglomerados (a) e parcelas agrícolas (b).....	66
Figura 4.13 - Rega com água residual	70
Figura 4.14 - Rio Corgo (proximidade com as povoações).....	71

ÍNDICE DOS QUADROS

Quadro 3.1 – Identificação dos grupos expostos aos perigos.....	29
Quadro 3.2 – Estrutura da tabela de identificação de perigos e avaliação dos riscos	32
Quadro 3.3 – Tabela de Probabilidade (P) e seus critérios.....	33
Quadro 3.4 – Tabela de Severidade (S) e seus critérios	33
Quadro 3.5 – Tabela de Magnitude (M) e seus critérios	34
Quadro 3.6 – Matrizes de risco para valores da Probabilidade =1, 2 e 3	34
Quadro 3.7 - Matrizes de risco para valores da Probabilidade = 5 e 8.....	34
Quadro 3.8 – Escalonamento da classificação do risco.....	35
Quadro 3.9 – Tipificação das ações a desenvolver.....	36
Quadro 3.10 – Mapa tipo do plano de melhoria.....	39
Quadro 4.1 – Tipificação dos pontos de recolha do Sistema de Vila Real.....	48
Quadro 4.2 – Dados de base de dimensionamento da ETAR.....	49
Quadro 4.3 – Volumes de afluente bruto tratado.....	52
Quadro 4.4 – Controlo analítico do afluente bruto (entrada da ETAR)	52
Quadro 4.5 – Controlo analítico do efluente tratado (saída da ETAR).....	53
Quadro 4.6 – Frações dos resíduos tipo e potenciais perigos para a saúde humana	58
Quadro 4.7 – Identificação dos grupos expostos ao risco no SVR	59
Quadro 4.8 – Tabela de identificação de perigos e avaliação do risco no SVR.....	60
Quadro 4.9 – Eventos perigosos com risco elevado no SVR.....	62
Quadro 4.10 – Plano de melhoria	63
Quadro 4.11 - Plano de monitorização das medidas de controlo	64
Quadro 4.12 – Características físicas da bacia.....	64
Quadro 4.13 – Tipificação das ETAR existentes na bacia do rio Corgo.....	65
Quadro 4.14 – Valores-limite para avaliação do estado ecológico das águas superficiais	67
Quadro 4.15 - Estado ecológico dos principais rios da bacia do rio Corgo	67
Quadro 4.16 – Valores críticos da monitorização efetuada.....	69

ABREVIATURAS

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

AR – Águas residuais

ARH_N – Administração da Região Hidrográfica do Norte

ATMAD – Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro

EMARVR - Água e Resíduos de Vila Real E.M., S.A.

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

E.E. – Estação Elevatória

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

HACCP - Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos (Hazard Analysis and Critical Control Point)

HST – Higiene e Segurança no Trabalho

OMS – Organização Mundial de Saúde

PSA – Plano de Segurança da Água

PSAR – Plano de Segurança de Águas Residuais

SAR – Subsistema de Águas Residuais

TURH – Título de Utilização de Recursos Hídricos

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

GLOSSÁRIO

Água Residual – Afluente resultante do esgoto de proveniência doméstica constituída por dejetos humanos, urina, lavagens e sabonárias (águas cinzentas), com origem em habitações, comércio e serviços e ainda os afluentes de origem pluvial e industrial

Análise de perigos – Processo de recolha e interpretação de informação sobre perigos associados a acontecimentos que podem ter impacto na qualidade do efluente recebido, tratado e descarregado num sistema de águas residuais e, conseqüentemente, no ambiente e/ou na saúde pública (e.g. zonas balneares e captações de água para consumo humano a jusante da descarga do efluente tratado).

Avaliação do riscos – É o processo que avalia a probabilidade de ocorrência de um efeito negativo na qualidade da água residual tratada, com possíveis efeitos adversos no ambiente e/ou para a saúde pública, como resultado da exposição a um ou mais perigos.

Avaliação do impacto na saúde – A estimativa de qualquer ação específica (planos, políticas ou programas) em qualquer ambiente sobre a saúde de uma população.

Rede “em baixa” – Vulgarmente designada pela rede de coletores que tem como finalidade a recolha e transporte a partir dos ramais domiciliários das habitações, comércio, serviços e indústria.

Barreira múltipla – Elementos do sistema onde se estabelecem procedimentos para prevenir, reduzir ou minimizar o risco de exposição.

Culturas altas em linha – As culturas que crescem acima do solo e não tocam no chão (árvores de fruto).

eGAR – Guia eletrónica de Acompanhamento de Resíduos

Exposição – Contacto de uma substância química, física ou biológica com o exterior de um organismo vivo (inalação, ingestão e contacto cutâneo).

HACCP - Metodologia de análise e prevenção de riscos desenvolvida para controlo da qualidade na manufatura de produtos alimentares (Hazard Analysis and Critical Control Point).

Helminto – Organismos que incluem vermes, parasitas intestinais: trematódeos (*Platelmintos*, *Schistosoma*), nematóides (lombrigas, *ascaris*, *Trichuris* e as ténias humanas) ou cestódeos (*Taenia solium*).

HST – Higiene e Segurança no Trabalho

Infeção – Entrada e desenvolvimento ou multiplicação de um agente infeccioso num hospedeiro. A infeção pode ou não levar a sintomas da doença (por exemplo a diarreia).

Medida de controlo – Ação ou processo estabelecido para prevenir ou eliminar um perigo, ou reduzi-lo a um nível aceitável. Ação implementada para eliminar a causa de uma potencial não conformidade ou outra situação potencialmente indesejável.

Monitorização operacional – Sequência planeada de observações e/ou medições que permitem verificar se as medidas de controlo estão implementadas.

Ocorrência – Evento, situação ou ação que pode ter impacto negativo na descarga da água residual tratada.

Ponto de controlo (PC) – Elemento do SAR onde se estabelecem procedimentos para prevenir, reduzir, eliminar ou minimizar o risco.

Risco – Possibilidade de ocorrência de acontecimento com impacto negativo no ambiente e/ou na saúde pública. O risco é avaliado em termos de probabilidade de ocorrência, de severidade das suas consequências para o ambiente e/ou saúde pública e da sua magnitude por grupo exposto.

Saneamento – Para efeitos do presente trabalho entende-se por saneamento o conjunto de águas residuais, subprodutos e águas reutilizadas.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e relevância do tema

Quase metade da população dos países em desenvolvimento no mundo será afetada, nalgum momento, por enfermidades ou doenças diretamente relacionadas com água não segura ou escassez de água, com saneamento inadequado ou inexistente, entendendo-se por saneamento o conjunto de águas residuais, subprodutos e águas reutilizadas, ou com uma inadequada gestão de recursos hídricos. Aumentar o acesso a saneamento básico, continua a ser uma área de intervenção crítica na saúde pública, para prevenir doenças relacionadas com o saneamento, em particular a diarreia, os vermes intestinais, a esquistossomose e a tracoma, que afetam milhões de pessoas.

No entanto, proporcionar um saneamento acessível e seguro é cada vez mais complexo. Prevenir a exposição a águas residuais ou dejetos humanos, especialmente em áreas urbanas mais densas, exige uma gestão segura de todo o sistema, envolvendo múltiplas partes interessadas e grupos expostos na recolha, transporte, tratamento, eliminação e utilização de subprodutos de saneamento. Embora com evidência limitada, as estimativas da incidência mundial da diarreia mostram que um nível de serviço de maior qualidade é eficaz e pode alcançar grandes ganhos para a saúde quando comparado com a existência de apenas saneamento a um nível mais básico.

À medida que aumenta a pressão da urbanização, a procura de alimentos e a escassez de água, a reutilização de subprodutos de saneamento torna-se mais atrativa e viável. Várias entidades e empresas têm desenvolvido modelos de cadeia de valor dos serviços de saneamento tirando proveito dos nutrientes, água e energia de forma a rentabilizar a prestação destes serviços.

Estes modelos oferecem benefícios para a saúde ao remover dejetos do ambiente e aumenta a produção de alimentos. Geralmente quem os implementa opera em contextos políticos fragmentados, com pouco suporte e com fraca ligação à vertente da saúde pública. Ao mesmo tempo, é necessário ultrapassar a perceção pública negativa relativamente aos riscos associados ao uso e rejeição de águas residuais ou dejetos humanos.

O Planeamento da Segurança do Saneamento é uma ferramenta que pretende ajudar as entidades gestoras de Sistema de águas residuais a minimizar os malefícios para a saúde e a minimizar os riscos nos seus sistemas. Fornece orientações para priorizar e direcionar os esforços na gestão do risco, nos locais identificados como mais críticos, e no sentido de melhorar os resultados da sua avaliação. Os resultados podem servir para promover a confiança do público em geral e das autoridades responsáveis pela garantia da saúde pública e assegurar que o desempenho do Sistema é baseado numa boa gestão do risco.

O Planeamento da Segurança do Saneamento pode ser também utilizado para coordenar os esforços de todas as Partes Interessadas envolvidas no Sistema de Saneamento – incluindo as Autoridades de Saúde, do Ambiente e da Agricultura, as Entidades Gestoras e o Setor Privado de modo a maximizar os benefícios de saúde e estimular o diálogo político e a mudança. (WHO, 2015)

Esta problemática da saúde pública tem tido até hoje um maior enfoque na segurança da água para consumo humano, focada apenas num agente único, o consumidor. Considerou-se assim, e também na sequência de recentes preocupações da Organização Mundial de Saúde (OMS), que se tornava necessário dar a necessária importância e atenção à gestão dos Sistema de Saneamento e as consequências que os mesmos poderão estar a causar nos diversos grupos expostos.

Torna-se assim necessário compatibilizar as orientações observadas nos Guias da OMS de 2006 para o Uso Seguro de Águas Residuais, Dejetos e Águas Cinzentas com o desenvolvimento do presente Plano, numa abordagem abrangente dos sistemas de águas residuais, que inclui a bacia hidrográfica onde se inserem e os potenciais impactos da sua descarga nesse meio hídrico, quer na proposta dum método semi-quantitativo “inovador” de avaliação do risco, por integração duma terceira variável. Esses contributos foram aplicados a um caso de estudo: o Sistema de Águas Residuais de Vila Real, gerido pela empresa Águas do Norte S.A.A gestão e os investimentos em melhorias nos sistemas de tratamento devem ser feitas com base na compreensão adequada dos riscos reais para o ambiente e para a saúde pública, colocados pelos sistemas e como esses riscos podem ser controlados de forma eficiente.

Pretende-se assim efetuar uma abordagem holística do tema, relevando a sua importância no quotidiano da sociedade contemporânea em que nos inserimos.

Embora o objetivo global deva sempre referir-se à melhoria dos resultados na saúde pública, outros objetivos podem estar relacionados com a gestão das águas residuais e da sua utilização, ou ter grande importância a nível regional ou nacional (ex. a utilização segura dos biossólidos como seja a criação de um composto para utilização na agricultura).

Este documento tem como objetivo o estabelecimento de regras e procedimentos para uma recolha, transporte, tratamento e descarga segura de águas residuais e a deposição adequada dos seus respetivos subprodutos.

Com o objetivo de desenvolver este Plano, de uma forma concertada com os principais decisores e responsáveis pelo ambiente e para a garantia da saúde pública, tomou-se por base principal o manual publicado em 2016 pela OMS, bem como as diretrizes publicadas em 2006 já anteriormente referidas.

1.2 Objetivos

O objetivo subjacente às intervenções em Sistema de Saneamento é proteger o ambiente e/ou a saúde pública, melhorando a qualidade do efluente descarregado nos meios hídricos, e, assim, minimizar os impactos nos ecossistemas e os riscos para a qualidade de vida das populações.

O objetivo geral desta dissertação é o de contribuir para o desenvolvimento e implementação de Planos de Segurança das Águas Residuais (PSAR), através da apresentação prática a um caso de estudo: o Sistema de Águas Residuais de Vila Real.

De modo a atingir aquele objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- 1- Definir os níveis do risco associados à operação dos Sistemas de Águas Residuais, com o objetivo de identificar as barreiras existentes e resultados obtidos.
- 2- Definir nova metodologia “inovadora” de avaliação do risco tendo em conta a magnitude dos impactos de eventos perigoso, com o objetivo de efetuar uma seriação por grupo exposto, sendo para tal necessário efetuar a análise de várias combinações de cenários.
- 3- Compreender a atividade das populações residentes e o uso do solo na área do plano com o objetivo de identificar os possíveis eventos perigosos e perigos que poderiam estar associados à atividade. Foi necessário recorrer a uma aplicação informática de cartografia e base de dados denominada QGIS. Considera-se este objetivo essencial para a avaliação futura, conjuntamente com as entidades de saúde e ambiental, das repercussões que determinado “acidente” ambiental possa causar.
- 4- Priorizar o nível do risco associado a cada evento perigoso e perigo existente, com o objetivo de avaliar a premência da necessidade de intervir e respetivo apoio à decisão.
- 5- Efetuar a monitorização da qualidade da água na bacia do rio Corgo para caraterizar a situação atual e identificar zonas mais críticas bem como o impacto cumulativo no meio hídrico recetor causado pelas sucessivas descargas de efluentes provenientes de vários subsistemas existentes ao longo da bacia. Para esse efeito, pretende-se desenvolver/aprofundar programas de monitorização da qualidade da água no meio recetor e nos principais locais de descarga, bem como uma recolha dos dados existentes junto das entidades gestoras desses sistemas.
- 6- Efetuar uma avaliação de conjunto analisando o comportamento da rede em “baixa” com o objetivo de perceber a necessidade de elaborar planos conjuntos e integrados.

1.3 Estrutura

A dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos. O presente capítulo compreende uma breve exposição da relevância da problemática em estudo, sintetiza os objetivos de caráter geral e específicos dos Planos de Segurança de Águas Residuais, bem como a descrição da estrutura da dissertação.

No **Capítulo 2** relativo ao estado da arte é realizada uma síntese da pesquisa bibliográfica efetuada para compreender o estado de conhecimento nesta temática. É descrita a principal cronologia desta matéria, desde os primeiros conceitos de Planos de Segurança com especial enfoque nos Planos de Segurança da Água. De seguida efetua-se uma análise dos trabalhos desenvolvidos no âmbito dos Planos de Segurança do Saneamento. Por último apresentam-se os principais conceitos e metodologias de avaliação do risco, na sequência da pesquisa bibliográfica efetuada, e mais especificamente na vertente do risco para a saúde pública.

No **Capítulo 3** é apresentada a metodologia para o desenvolvimento de um Plano de Segurança de Águas Residuais, tomando como base o Manual de PSS publicado pela Organização Mundial de Saúde em 2015. A metodologia apresenta em detalhe os aspetos fundamentais das seis fases que compõem o Plano.

No **Capítulo 4** é apresentado um caso de estudo, relativo à elaboração do Plano de Segurança das Águas Residuais do Sistema de Vila Real, sistema esse cuja gestão pertence à empresa Águas do Norte S.A. Foram utilizados e tratados dados e resultados fornecidos pela Empresa retirados do seu histórico de anos de exploração, bem como do conhecimento pessoal do autor, relativamente ao sistema operadores que nele trabalham.

O caso de estudo foi ainda complementado com a análise de toda a bacia do Rio Corgo, numa perspetiva de conjunto, englobando as restantes instalações de recolha e tratamento de águas residuais que a Águas do Norte também gere na área desta bacia.

No **Capítulo 5** sintetizam-se as principais conclusões retiradas ao longo da elaboração deste trabalho e particularmente as relacionadas com o desenvolvimento do caso de estudo, na perspetiva de o mesmo constituir, no futuro, uma ferramenta preciosa para a mitigação do risco na atividade da empresa Águas do Norte. Apresentam-se ainda os principais trabalhos que se considera ser importante realizar nesta matéria principalmente relacionados com a necessidade de melhorar o presente trabalho, considerando que o tempo foi escasso para o âmbito e abrangência do mesmo

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Planos de Segurança

Segundo a (OSHA, 1999) o Plano de Segurança é um documento que descreve o processo para identificar os riscos físicos e de saúde que podem prejudicar os trabalhadores, os procedimentos para prevenir os acidentes e as etapas a serem tomadas quando ocorrem acidentes

O Plano de Segurança deve caracterizar-se pela sua exequibilidade, pelo que tem que ser um documento flexível, admitindo adaptações a situações não previstas; dinâmico, permitindo uma constante actualização; objectivo, na atribuição de funções e responsabilidades e realista, face aos meios existentes.

2.1.1 Planos de Segurança da Água

O progresso no acesso a água potável a nível mundial tem-se traduzido num incremento de infraestruturas que necessitam de ser adequadamente geridas por forma a garantir água segura às populações. Embora a qualidade da água para consumo humano seja um fator fundamental para a proteção da saúde pública, a sua garantia revela-se de uma grande dificuldade por razões técnicas e económicas. A implementação de Planos de Segurança da Água, estabelecendo um processo sistemático para a identificação de perigos e procedimentos de gestão efetivos para o seu controlo, em sistemas de abastecimento de água, constitui uma nova abordagem a esta problemática. (Vieira, 2013)

O início de experiências de aplicação de Planos de Segurança da Água remonta aos finais dos anos 90 (Melbourn Water, 1999) com resultados animadores e satisfatórios para o bom desempenho das entidades responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água.

A Organização Mundial de Saúde (OMS), através das suas Guidelines for Drinking Water Quality, (2004), propõe às entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água um conceito de gestão do processo de produção e distribuição de água potável baseado na gestão do risco, através da implementação de Planos de Segurança da Água para consumo humano (PSA). Estes planos constituem uma análise sistemática dos perigos para a saúde pública existentes num determinado sistema de abastecimento e os processos de gestão necessários ao seu efetivo controlo. Promove-se, assim, a mudança de abordagem de um processo de monitorização de conformidade de “fim-de-linha” para um processo de gestão de segurança de barreiras múltiplas, compreendendo todas as etapas que compõem o sistema de abastecimento, desde a fonte até ao consumidor. Esta metodologia tem vindo a ser referida internacionalmente como uma forma mais segura de controlar a qualidade da água fornecida aos consumidores, sendo objeto de significativas publicações institucionais (EPA, 2004; IWA, 2004).

Também a Bonn Charter for Safe Drinking Water (IWA, 2004) propõe princípios gerais para garantir a segurança do abastecimento de água para consumo humano, incorporando a aplicação de PSA e a conformidade com padrões de qualidade.

O primeiro PSA em Portugal, diz respeito ao Sistema de Abastecimento de Água de Areias de Vilar, à data pertencente à empresa Águas do Cávado; foi elaborado em 2003 e publicado em 2004 (Vieira *e al*, 2004).

No contexto nacional foi dado mais um passo importante nesta matéria com o envolvimento do Regulador (ERSAR) através da publicação dos Guia Técnico 7 – Planos de Segurança da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento (Vieira e Morais, 2005).

Em 2010, a OMS e a IWA publicaram o documento Water Safety Plan Manual para auxiliar as Entidades Gestoras de Abastecimento de Água na elaboração dos seus PSA. De acordo com este manual, a forma mais eficaz de garantir sistematicamente a segurança de um sistema de abastecimento de água para consumo humano consiste numa metodologia integrada de gestão de riscos que englobe todas as etapas do abastecimento de água.

Em Portugal, a empresa Águas de Portugal SGPS adaptou o documento referido para uma versão portuguesa e integra as experiências da implementação de PSA no país.

Com a publicação das Guidelines for Drinking Water Quality, (2011), a OMS faz recomendações que incorporam conceitos de gestão de riscos para aplicação ao processo de produção e fornecimento de água para consumo humano baseados em Planos de Segurança da Água (PSA). Estes planos constituem, como já atrás referido, uma análise sistemática dos perigos para a saúde pública existentes num determinado sistema de abastecimento e os processos de gestão necessários ao seu efetivo controlo, tendo como objetivo principal a prevenção da contaminação nas fontes naturais de água, a redução ou remoção de contaminação durante o processo de tratamento e a prevenção da contaminação durante o transporte e a reserva da água, garantindo boas práticas no abastecimento público.

O objetivo dos Planos de Segurança da Água é o de fornecer água de qualidade que permita atingir metas baseadas na saúde. As três componentes-chave de um PSA são:

- A avaliação do sistema, que envolve a avaliação da capacidade da cadeia de abastecimento de água potável (desde a fonte de água até ao ponto de consumo), para fornecer água de qualidade que atenda aos alvos identificados e avaliar os critérios para novos sistemas;
- A identificação de medidas de controlo num sistema de água potável que controle coletivamente os riscos identificados e assegure que os objetivos de saúde sejam atendidos. Para cada medida de controlo identificada, deve-se definir um meio adequado de monitorização operacional, que assegure que qualquer desvio do desempenho exigido seja rapidamente detetado em tempo oportuno;
- Planos de gestão que descrevem as ações a serem tomadas durante o funcionamento normal ou condições extremas e incidentes, e a avaliação do sistema de documentos (incluindo atualização e melhoria), monitorização, planos de comunicação e programas de apoio. (Vieira, 2005)

2.1.2 Planos de Segurança de Águas Residuais

Em 2006, a Organização Mundial de Saúde (OMS), através da sua publicação "Guidelines for Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater", propôs às Entidades Gestoras de Sistema de Saneamento um conceito de gestão do processo de recolha, transporte, tratamento e descarga de águas residuais, através da implementação de Planos de Segurança de Saneamento.

As orientações da OMS de 2006 para a utilização segura de águas residuais, subprodutos e águas reutilizadas fornecem um quadro abrangente para a gestão dos riscos de saúde associados

à utilização de resíduos resultantes da recolha, transporte, tratamento e rejeição de águas residuais e outros resíduos sólidos resultantes da atividade humana, na agricultura e aquicultura.

Estas orientações (2006) substituíram as de 1973 e 1989 e, pela primeira vez, não são referidos limites à qualidade dos efluentes. Em vez disso, é oferecida uma flexibilidade para selecionar uma gama de opções de tratamento ou não, ao longo de toda a cadeia de um Sistema de Saneamento para alcançar objetivos ambientais e de proteção da saúde pública.

Esta alteração reconhece que os altos níveis de tratamento não são sempre viáveis, ou que o custo-benefício não é atrativo, e que o uso de efluentes não tratados ou parcialmente tratados, bem como os seus subprodutos, podem ser equacionados. Não existe uma avaliação rigorosa do grau de utilização formal e informal de águas residuais. No entanto, é claro que a prática da sua reutilização é já significativa e crescente em todo o mundo.

A reutilização de águas residuais tratadas, está a tornar-se cada vez mais atraente para os decisores políticos e utilizadores de água, face à crescente escassez deste bem público e ao crescente consumo pelos diversos sectores de atividade. Esta utilização também tem muitas vantagens de mercado nas atividades agrícola e aquícola.

Além de ser uma fonte confiável de água durante todo o ano, as águas residuais também contêm nutrientes valiosos que podem aumentar a produtividade das culturas e reduzir custos em fertilizantes artificiais e em fontes alternativas de água.

No entanto, a expansão da reutilização formal é normalmente complicada pela fraca coordenação, complexidade na inter-operacionalidade das políticas e regulamentações para a reutilização e dificuldades em identificar e gerir os riscos de saúde pública associados à reutilização.

As orientações da OMS de 2006 visaram promover o desenvolvimento de abordagens nacionais e internacionais, e fornecer linhas de orientação para os centros de decisão nacionais e locais, para a identificação e avaliação dos riscos ambientais e de saúde pública associados à utilização das águas residuais, e respetivos subprodutos na agricultura e aquicultura.

Fundamentalmente, as orientações de 2006 reconhecem que as mudanças na política e investimento em melhorias, sejam elas em medidas operacionais ou comportamentais, envolvem múltiplos intervenientes e, conseqüentemente, requerem tempo.

Ao contrário dos sistemas de abastecimento de água, em que a exposição é apenas de um grupo (consumidores), sem estar em causa a sua importância e dimensão, no que respeita aos sistemas de águas residuais a exposição é múltipla (figura 2.1, Stenström, 2013), considerando estarem em causa vários grupos (e.g. comunidade local, agricultores, consumidores e trabalhadores dos sistemas de recolha e tratamento).

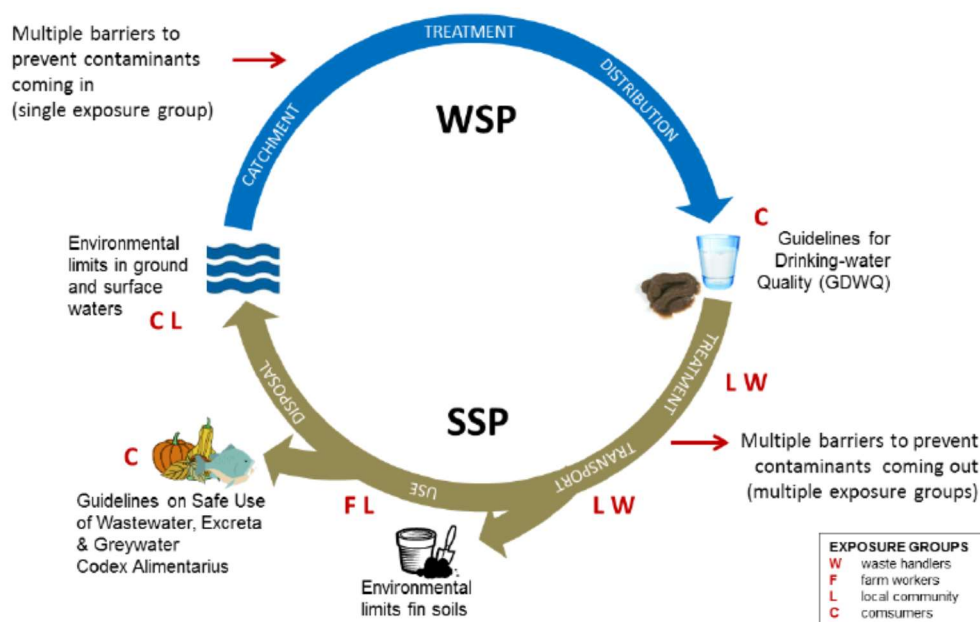


Figura 2.1 – Ciclo Urbano da Água e grupos expostos aos riscos de contaminação (Stenström, 2013)

No ano de 2015 a OMS publicou o documento “*Sanitation safety planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta*”, que foi republicado e traduzido para várias línguas em 2016. Apesar do documento referir um caso de estudo de Portugal, considera-se que o mesmo demonstra e valoriza preocupações com problemas de saúde pública sobretudo existentes em países subdesenvolvidos, onde a exposição ao esgoto bruto é de maior dimensão e perigosidade, bem como nas questões de escassez de água, onde a utilização das águas residuais para rega são mais frequentes.

Muitos agricultores, em regiões áridas e em países em desenvolvimento, usam águas residuais para irrigar vegetais e outras culturas agrícolas; uma prática que se pode expandir e intensificar com os efeitos das mudanças climáticas. Há uma série de riscos para a saúde associados à irrigação com águas residuais de culturas alimentares humanas, particularmente com técnicas de irrigação superficial comuns nos países em desenvolvimento. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a utilização de avaliação quantitativa do risco microbiano (QMRA) para determinar se o esquema de irrigação atende aos padrões de saúde (Mok *et al*, 2014).

A introdução de Planos de Segurança de Saneamento tem como objetivo promover acesso a um Sistema de Saneamento seguro, gerindo de forma segura os resíduos e protegendo as comunidades de riscos associados.

Os principais objetivos dos Planos de Segurança de Saneamento são:

- O uso seguro de instalações sanitárias, incluindo aspetos técnicos e comportamentais;
- A criação de barreiras eficazes principalmente no tratamento;
- A implementação de valores de referência e melhores práticas para garantir o uso seguro de águas residuais, dejetos e águas cinzentas na agricultura e na aquicultura.

Como ferramenta, os Planos de Segurança de Saneamento devem ser abrangentes e flexíveis. Devem permitir todos os tipos de Sistema de Saneamento, sejam eles organizados por grandes municípios, utilizadores regionais ou comunidades. Quanto às comunidades, o conceito de escala em saneamento, proposta pelo Programa Conjunto de Monitorização OMS / UNICEF sobre Abastecimento de Água e Saneamento (WHO / UNICEF 2008) pode ser integrado, a fim de permitir que as comunidades possam desenvolver um plano adequado de segurança do saneamento. Esses planos servirão, em particular, abordagens de gestão do risco nas águas residuais e noutros resíduos de saneamento que são utilizados na agricultura ou aquicultura. Uma abordagem HACCP para o saneamento deve igualmente ser aplicado aos sistemas existentes e a novos sistemas sendo que os seus conceitos devem ser integrados nos planos. O alcance dos Planos de Segurança de Saneamento pode-se estender para além do uso na agricultura das águas residuais e dejetos, considerando, por exemplo, também a identificação e eliminação de resíduos sólidos e químicos.

No entanto, o uso na produção agrícola dos resíduos é um ponto de partida importante, trazendo questões do valor económico dos nutrientes e da água em relação ao saneamento. O uso seguro de águas residuais e dejetos na agricultura e na aquicultura tem um grande potencial para o uso sustentável da água e melhoria da segurança alimentar. Usando resíduos do saneamento como fertilizantes, de forma estruturada, permitirá aumentar a produção agrícola de um modo sustentável. A comparação de práticas agrícolas que utilizam águas residuais e que não utilizam águas residuais na mesma área revelou que a renda anual do primeiro pode ser 30 a 50 por cento maior (IWMI, 2006).

Além disso, a produção de alimentos melhorada e segura resulta em maior oportunidade de trabalho para comerciantes e outros fornecedores de serviços. O uso de águas residuais para irrigação também reduz a necessidade de fertilizantes químicos, limitando os custos e os riscos para a saúde.

Para usar os Planos de Segurança de Saneamento como meio de garantir saneamento seguro, de forma coerente e sustentável, é necessário um quadro legal para o estabelecimento de uma política de Planos de Segurança de Saneamento, considerando que, no caso dos Planos de Segurança da Água, as autoridades reguladoras são responsáveis. De salientar que o uso de águas residuais na agricultura é prática informal em muitas regiões; a sua regulamentação é necessária para estabelecer práticas que garantam a proteção da saúde pública. (Eva e Stenström, 2010)

O *Stockholm Framework* (2006) estrutura o PSS da seguinte forma:

- Baseado numa abordagem para a avaliação e gestão preventiva do risco;
- Utiliza os métodos e procedimentos de análise de perigos e pontos críticos de controlo (HACCP).
- Proporciona uma harmonização para o desenvolvimento de diretrizes e padrões baseados na saúde em termos dos riscos microbianos relacionados com a água e o saneamento.
- Desenvolve a avaliação dos riscos antes da definição de metas baseadas na saúde e no desenvolvimento de valores de orientação;
- Define abordagens básicas de controlo e avaliação do impacto dessas abordagens combinadas.

- Fornece a estrutura conceptual para essas diretrizes e outras relacionadas com a água, emanadas pela OMS. (Guidelines for Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, 2006)

Três tipos de identificações são utilizadas para avaliar o risco: análises laboratoriais microbiológicas e químicas, estudos epidemiológicos e avaliação do risco quantitativo microbiano e químico. A água residual contém agentes patogénicos, muitos dos quais são capazes de sobreviver no meio ambiente (nas águas residuais, nas culturas ou no solo) o tempo suficiente para serem transmitidos aos seres humanos.

Estima-se que mais de um bilhão de pessoas estejam infetadas com helmintos, transmitidos pelo solo (STHs) sendo a grande maioria nas regiões tropicais e subtropicais do mundo.

A lombriga (*Ascaris lumbricoides*), Trichuris (*Trichuris trichiura*) e Ancylostomas (*Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*) são as principais espécies que infetam as pessoas. Estas infeções surgem através da exposição à água, solo ou alimentos contaminados fecalmente, com o aumento do risco de infeções devido à reutilização de lixo e lamas na agricultura. Foram desenvolvidos diferentes métodos para a deteção e quantificação de ovos de helmintos em amostras ambientais, mas não existe uma técnica universalmente aceite, que permita efetuar avaliações comparativas das concentrações de ovos dos helmintos. (Isaac *et al*, 2016)

As estratégias de gestão do risco normalmente são desenvolvidas para garantir os objetivos de saúde pública. No entanto a prevenção dos aspetos da poluição deverá também ser considerada nas estratégias de gestão do risco. As medidas e intervenções serão diferentes com base no objetivo do uso de águas residuais.

A forma mais eficaz de garantir consistentemente a segurança no uso de águas residuais na agricultura é através de uma abordagem abrangente da gestão dos riscos que abranja todas as etapas do processo, desde a produção e uso das águas residuais até ao consumo dos produtos. (Stockholm Framework, 2006)

Três componentes desta abordagem são importantes para a consecução dos objetivos baseados na saúde: avaliação do sistema, identificação de medidas de controlo e métodos para monitorar e desenvolver um plano de gestão.

Os objetivos de desempenho para alcançar reduções de exposição para irrigação sem restrições versus com restrições variam. Por exemplo, pode-se determinar que uma redução de 99,99% na exposição a agentes patogénicos é necessária para atingir o objetivo de saúde para determinado tipo de irrigação. Os alvos no primeiro caso poderiam ser atendidos por uma combinação de tratamento mais irrigação localizada e, no segundo caso, apenas pelo tratamento.

A figura 2.2 (Adaptada de Guidelines, 2006) apresenta exemplos de estratégias de gestão de riscos para o uso de águas residuais na agricultura para prevenir a exposição a agentes patogénicos e químicos tóxicos, através da utilização de barreiras múltiplas.

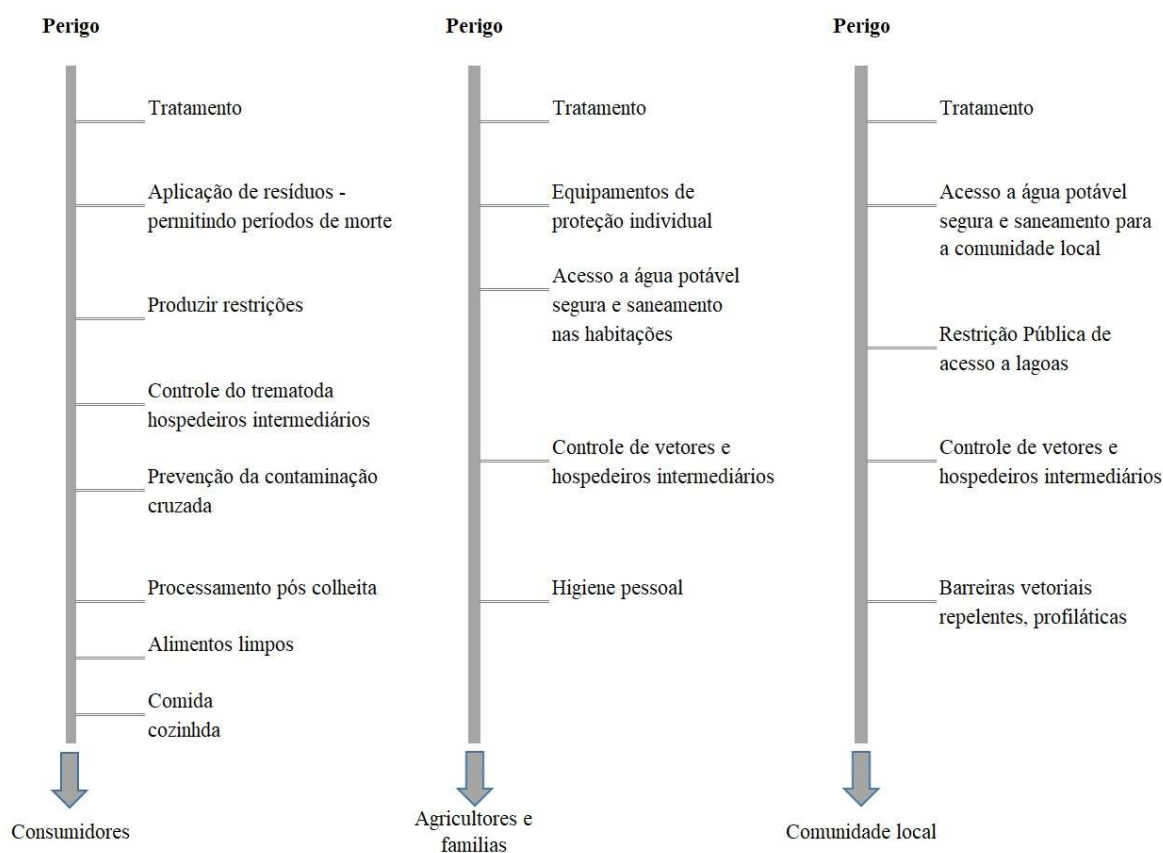


Figura 2.2 – Estratégias de barreiras múltiplas na gestão do risco (adaptada de WHO,2006)

As abordagens de um PSS estabelecem que o mesmo representa:

- Um foco preciso na proteção da saúde pública
- Uma avaliação rigorosa de agentes biológicos, químicos, físicos e radiológicos
- Uma orientação baseada na saúde, para mais de 100 produtos químicos (Schmoll, 2011)

Mais recentemente as questões relacionadas com os PSS foram abordadas na “Global Water Safety Conference 2016 - IWA” que decorreu em Palawan nas Filipinas mais concretamente sobre a sua implementação e a sua integração com os PSA.

2.2 Metodologias de avaliação do risco

Um evento perigoso define-se como um incidente ou situação que ocorre num determinado local, durante um determinado período de tempo, que pode causar perigos com consequências diretas na qualidade do efluente tratado, com impacto no ambiente e/ou na saúde pública.

Considerando o ciclo urbano da água, os eventos perigosos podem ser:

- ao nível de proteção da saúde pública;
- ao nível de segurança pública;
- ao nível de proteção do ambiente.

Segundo a norma ISO/FDIS 31000 (ISO, 2013), a definição de critérios do risco, para além de ter em conta alguns fatores, deve estar de acordo com a política de gestão do risco da organização em foco. É, também, essencial ter em linha de conta a perspectiva das partes interessadas.

Os fatores da definição de critérios de risco passam, em primeiro lugar, pela estipulação da natureza e tipos de eventos perigosos que possam vir a acontecer, assim como, a sua forma de contabilização. É estipulado como será definida a probabilidade e a severidade associada. A definição da determinação do nível de risco, e do nível a partir do qual o risco passa a ser considerado aceitável ou tolerável são também importantes. Por fim, para a definição dos critérios de risco é também importante considerar, se pertinente, a combinação de múltiplos perigos e, se tal for tido em conta, é importante saber como serão combinados e quais serão as combinações a serem consideradas.

O processo de gestão do risco ilustra-se na figura 2.3 e cada fase resume-se da seguinte forma:

- A Comunicação e consulta às Partes Interessadas, internas e externas, deverão ocorrer durante todas as fases do processo da gestão do risco;
- No estabelecimento do contexto a Organização enuncia os seus objetivos, define os parâmetros internos e externos a ter em consideração quando se gere o risco;
- A apreciação do risco é o processo global de análise e avaliação do risco;
- O tratamento do risco implica a seleção de uma ou mais opções para o modificar e a implementação dessas opções. Implica um processo cíclico que inclui a identificação de eventos perigosos e respetivos perigos, a avaliação do risco e a decisão se os níveis de risco são toleráveis. Sempre que o nível de risco seja superior a moderado, deverão ser implementadas ações imediatas para reduzir o risco até um nível aceitável. Por fim, deverá ser apreciada a eficácia desse tratamento;
- A monitorização e revisão deverão ser uma parte planeada do processo da gestão do risco e envolver verificação ou vigilância regular. As responsabilidades pela monitorização e revisão deverão estar claramente definidas.

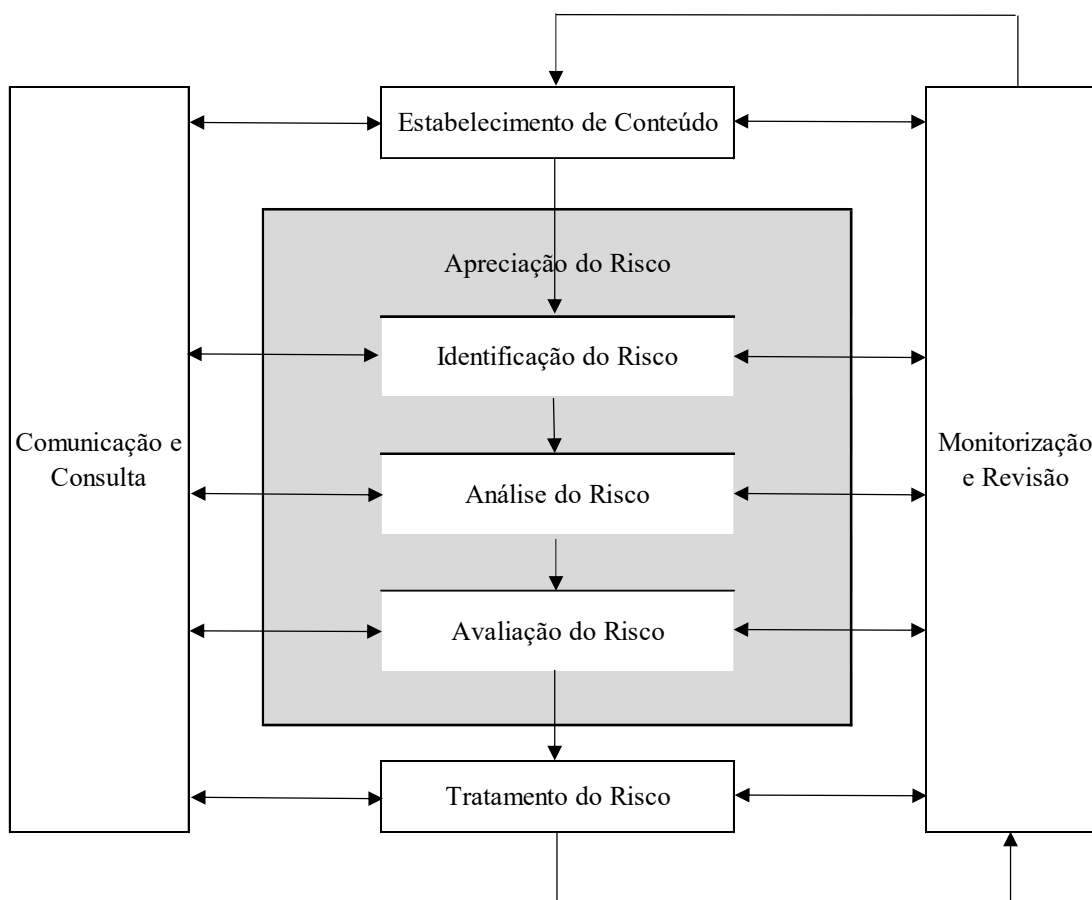


Figura 2.3 – Diagrama de processo da gestão do risco (NP ISO 31000, 2013)

Existem várias metodologias de análise do risco das quais se destacam e classificam em:

- Métodos de Análise Multicritério
- Métodos Qualitativos
- Métodos Quantitativos
- Métodos Semi-quantitativos

Da pesquisa bibliográfica efetuada concluiu-se que os métodos semi-quantitativos se tornam mais adequados para a análise deste tipo de risco e de mais fácil aplicabilidade em situações como a do caso de estudo, em que não existem dados e históricos consistentes.

➤ **Métodos de Análise multicritério**

A análise multicritério, enquanto instrumento de apoio à decisão, é aplicada na análise comparativa de projectos alternativos ou medidas heterogéneas. Através desta técnica podem ser tidos em conta diversos critérios, em simultâneo, na análise de uma situação complexa. O método destina-se a ajudar os decisores políticos a integrar diferentes opções nas suas ações, refletindo sobre as opiniões de diferentes atores envolvidos num quadro prospetivo ou retrospectivo. A participação dos decisores políticos no processo é um dos elementos centrais da abordagem. Os resultados são, em geral, orientados para decisões de natureza operacional ou para a apresentação de recomendações para futuras atividades.

A avaliação multicritério pode ser organizada com vista a produzir uma conclusão sintética simples no final da avaliação ou, pelo contrário, com vista a produzir conclusões adaptadas às preferências e prioridades de diferentes parceiros. No caso dos programas socioeconómicos da União Europeia, poderão estar envolvidos diferentes níveis de parceria (europeu, nacional e regional). Cada um destes níveis tem legitimidade para estabelecer as suas próprias prioridades e expressar as suas próprias preferências entre os critérios.

A análise multicritério é similar às técnicas adoptadas no campo do desenvolvimento organizacional ou gestão de sistemas de informação. Também se assemelha à análise custo-benefício, embora não reduza os fenómenos díspares a uma base unitária (monetária) comum. (Saaty et al., 1984)

➤ **Métodos Qualitativos**

A aplicação de métodos qualitativos de estimativa e valoração dos riscos tem por base o histórico dos dados estatísticos de cada risco (e.g., estatística da sinistralidade da empresa, relatórios de acidentes e incidentes, estatística da sinistralidade do setor de atividade, etc.) ou a opinião de peritos, dos trabalhadores e dos seus representantes quanto ao esperado relativamente a determinado risco. (Cabral, 2012). É exemplo deste método o QMRA - Quantitative Microbial Risk Assessment (WHO, 2016).

Os métodos qualitativos são adequados para avaliações simples, pelo que uma avaliação do riscos pode ser iniciada por uma avaliação qualitativa e posteriormente complementada com outro tipo de métodos (Mendonça, 2013), de modo a obter informação de suporte à decisão mais detalhada e quantificada.

➤ **Métodos Quantitativos**

São métodos que visam obter uma resposta numérica da magnitude do risco, pelo que, o cálculo da probabilidade faz recurso a técnicas sofisticadas de cálculo que integram dados fiáveis sobre o comportamento das variáveis em análise. Na quantificação da severidade recorre-se a modelos matemáticos de simulação das consequências dum evento, de forma a obter o universo de um dado agente agressivo e o cálculo da capacidade agressiva em cada um dos pontos desse universo, estimando então os resultados esperados (Roxo, 2006). Ainda segundo este autor, a avaliação quantitativa dos riscos pode apresentar-se bastante onerosa e implicar a necessidade de dispor de bases de dados experimentais ou históricos com adequada fiabilidade e representatividade. (Mendonça, 2013)

➤ Métodos Semi-quantitativos

A avaliação semi-quantitativa do risco é uma transição de forma entre a análise quantitativa e qualitativa. Comparada com a análise quantitativa caracteriza-se por velocidade, simplicidade de design, exigências menores nos dados de entrada e exigências menores nos recursos. A precisão e a confiabilidade dos resultados são menores em comparação com a análise quantitativa.

Este método baseia-se numa estimativa especializada da probabilidade de acontecimento e severidade do perigo. A probabilidade e a severidade são referidos num certo intervalo de valores (índices). Permite identificar de forma fácil e rápida os riscos críticos para os Sistemas e pode ser recomendado especialmente para os quais ainda não foi implementada a análise do risco.

As características gerais da análise semi-quantitativa são:

- Fornecer uma abordagem mais consistente e rigorosa para avaliar e comparar riscos, incluindo estratégias de gestão dos riscos, em comparação com uma avaliação qualitativa.
- Eliminar certas ambiguidades e inconsistências, que podem produzir análises qualitativas de risco
- . Exigir, pelo menos, o mesmo *quantum* de dados de entrada da análise qualitativa.
- Utilizar métodos semelhantes de atividades de aquisição e análise de dados como uma análise qualitativa, complementada por outros procedimentos especiais.
- É frequentemente categorizado em grupos de avaliação qualitativa, o que não é correto porque existem diferenças significativas entre os dois procedimentos em ordem, estrutura e níveis relativos de objetividade, transparência e reprodutibilidade.
- É baseada num sistema de pontuação predeterminado, que permite a inclusão de uma perceção de risco em categorias, entre as quais existe uma hierarquia lógica e explícita. A análise quantitativa pode ser usada para avaliar uma série de diferentes tipos de risco, não exige um modelo matemático completo. A avaliação do risco cobre uma maior variedade de probabilidade de ocorrência e severidade das consequências.
- Aplica-se a uma ampla gama de sistemas de risco.

O processo de análise semi-quantitativa é baseado na descrição da categoria do nível de probabilidade de ocorrência e severidade das consequências (uma combinação de probabilidade e impacto). Utiliza designações verbais e por letras. Os intervalos das categorias não se podem sobrepor, devem ser claramente definidos e todas as condições categóricas devem ser esgotadas.

Matriz de risco em análise Semi-quantitativa- Nas células da matriz de risco é registado o efeito combinado da probabilidade de ocorrência $P(\tau)$ e da severidade das consequências $N(\tau)$ e num determinado tempo τ , de acordo com a equação (1):

$$R(\tau) = p(\tau) \times N(\tau) \quad (1)$$

Com esta metodologia de avaliação do nível do risco, obtêm-se uma matriz de duas entradas (P) e (N) e cujo produto (nível do risco) quantitativo se distribui conforme o gráfico da figura 2.4. (Božek e Urban, 2008). Da análise do mesmo é visível a gradação dos vários valores do nível do risco bem como a sua distribuição ao longo da mesma faixa para diversas combinações de (N) e (P)

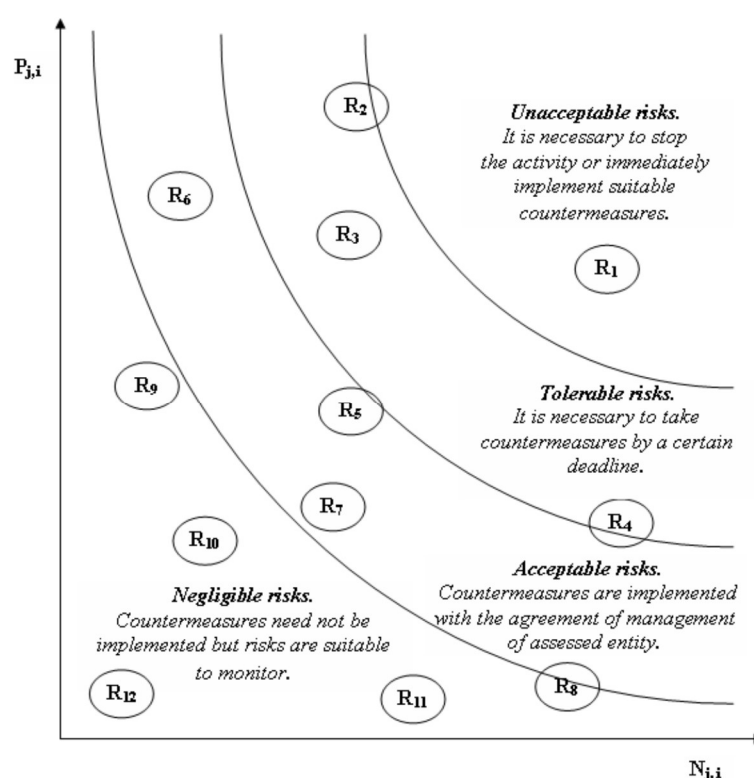


Figura 2.4 – Gráfico da distribuição do risco (Božek e Urban, 2008)

Nos pontos 3.3 e 3.4 será desenvolvida com mais pormenor a metodologia utilizada no âmbito deste trabalho tomando como base também um método semi-quantitativo, segundo uma visão de aplicabilidade mais direcionada para a saúde pública.

2.3 Impactos de descargas nos meios hídricos

Como recurso natural, a água é um dos fatores ecológicos com particular importância na subsistência do Homem e no seu desenvolvimento socioeconómico. Ao contrário de outros recursos naturais, a água é constantemente renovável pelo ciclo natural da água - ciclo hidrológico - cujo movimento é mantido pela energia solar radiante e pela ação da gravidade.

Este ciclo determina a quantidade de água doce disponível para a utilização humana, que representa apenas 2,5% da existente na superfície terrestre.

Os critérios de qualidade a adotar não são indissociáveis dos usos a que a água se destina, já que a qualidade dum água resulta da natureza e quantidade dos seus constituintes, as quais poderão ser limitativas de determinadas utilizações.

Daí que não exista um critério único para valoração da qualidade dum água (superficial ou subterrânea), mas sim valores-padrão de certos parâmetros utilizados como indicadores da adequabilidade dessa água a um dado uso. Dum maneira geral, a avaliação da qualidade da água baseia-se nos dois aspetos seguintes:

➤ Seleção de indicadores:

Inicialmente, utilizaram-se indicadores valorativos da capacidade dessa água em suportar um ecossistema, assentes quer em fatores subjetivos, de carácter organoléticos (odor, paladar, cor e turvação), quer em fatores de natureza físico-química, com realce para o oxigénio dissolvido por ser um elemento indispensável ao equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Porém, este parâmetro apresenta duas limitações: não fornece qualquer indicação referente a substâncias tóxicas, tais como os metais pesados; e, sendo global, não permite reconstituir as interações dos processos ecológicos, físicos e químicos ocorridos no seio dessa água. Face à progressiva degradação das águas naturais, comprometedora da sua utilização pelo Homem, incrementou-se, na avaliação da qualidade, a adoção de indicadores ecológicos, resultantes de parâmetros químicos e biológicos específicos.

➤ Tratamento da informação dada pelos indicadores:

Além do conhecimento dos valores dos vários parâmetros, é necessário estabelecer correlações entre os indicadores, de modo a permitir a fixação das exigências mínimas correspondentes a cada utilização. Presentemente, os índices de qualidade adotados resultam da combinação algébrica dos valores obtidos para uma série de indicadores. Este critério apresenta a vantagem de permitir a comparação direta de diferentes situações, através de um único valor, mas tem como desvantagens a perda de informação inerente a uma síntese e a subjetividade da seleção e do peso relativo dos diversos indicadores que constituem esse índice.

2.3.1 Indicadores da qualidade da água

Os principais indicadores da qualidade da água são a temperatura, cor, sólidos em suspensão, turvação, pH, alcalinidade, sulfatos, fosfatos, detergentes, nitratos, nitritos, azoto amoniacal, oxigénio dissolvido, carência bioquímica de oxigénio (CBO), sódio, potássio, cálcio e magnésio, dureza, ferro, cádmio, cobre, crómio, chumbo, cianeto, compostos fenólicos e mercúrio.

2.3.2 Degradação de poluentes em meios hídricos

Após o seu lançamento no meio recetor, as águas residuais sofrem um conjunto complexo de transformações físicas, químicas e biológicas que irão determinar a qualidade final da mistura.

A importância relativa de cada um desses fenómenos na qualidade da água resultante, depende das características e composição das águas residuais e das características biofísicas das águas

recetoras. Em relação às primeiras, os processos que ocorrem, dependem dos seus constituintes serem de origem orgânica ou inorgânica ou de se apresentarem dissolvidos, suspensos ou em estado coloidal. O ambiente biofísico das águas recetoras, depende das espécies biológicas, do plâncton e dos sedimentos, bem como das características geomorfológicas e geofísicas da bacia de drenagem e do canal do rio.

O controlo da poluição da água, resultante das descargas de águas residuais, pressupõe, portanto, um adequado conhecimento dos processos a que os poluentes são submetidos após a sua integração no meio recetor, os quais são resumidamente os seguintes:

➤ Desoxigenação

A desoxigenação das águas recetoras verifica-se quando sofrem descargas com carência de oxigénio, química (CQO) e bioquímica (CBO). A CBO de uma água (descarga de águas residuais ou sistema fluvial) é definida como a quantidade de oxigénio necessária para a estabilização (oxidação) da matéria orgânica presente, através da ação de microrganismos aeróbios, e constitui um dos mais importantes indicadores de poluição das águas superficiais. (figura 2.5)

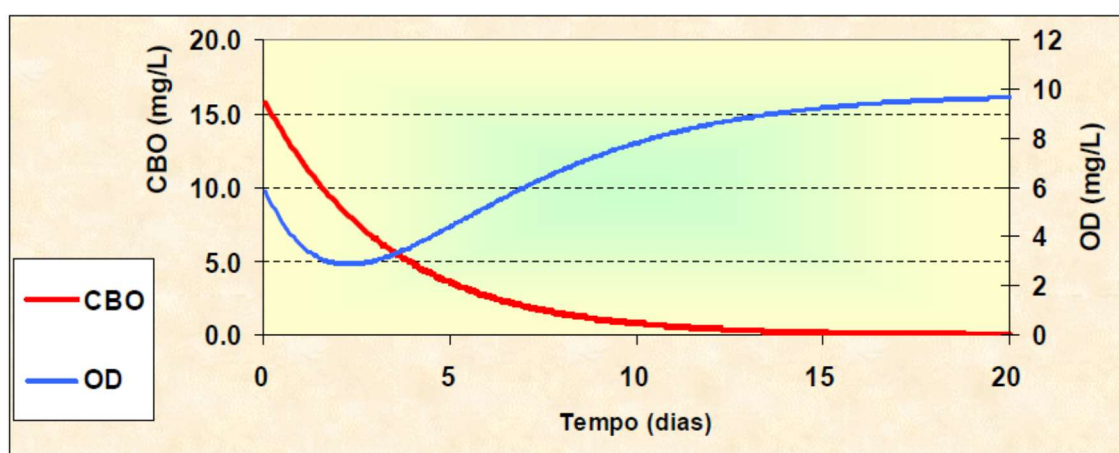


Figura 2.5 – Evolução do OD num processo de desoxigenação dos meios hídricos

O indicador usado para caracterizar esta carência, que em laboratório é determinado a uma temperatura de incubação de 20°C e para um período de tempo de 5 dias (CBO5), não reflete, no entanto, a totalidade das reações que ocorrem na natureza num período necessariamente mais prolongado.

A CBO exerce-se geralmente em dois estágios: no primeiro são essencialmente biodegradados os compostos de carbono, por hidrólise, (CBO carbonácea) e, no segundo, dá-se uma nitrificação mais ou menos completa dos compostos de azoto (CBO nitrogenada), correspondente à oxidação da amónia e do amoníaco por ação de bactérias aeróbias, transformando-os em nitrito e nitrato. O desfasamento de tempo entre o início das duas reações depende da temperatura e da quantidade de matéria orgânica presente. Para águas muito

poluídas, este desfasamento pode assumir grande significado, sendo apenas de um ou dois dias no caso de águas pouco poluídas ou em efluentes com alto grau de tratamento. (Duarte, 1997)

➤ Rearejamento

O rearejamento atmosférico constitui um dos fenómenos físicos mais determinantes na oxidação bioquímica da matéria orgânica presente nas águas superficiais. A introdução de ar (e, portanto oxigénio) na água por processos mecânicos ou naturais, tem sido objeto de inúmeros trabalhos de investigação, tendo sido apresentadas diferentes teorias para descrever o fenómeno.

A absorção de oxigénio da atmosfera na massa de água é limitada pelo valor da sua concentração de saturação, a qual é determinada pela percentagem de oxigénio na atmosfera em contacto com a água (aproximadamente 21%), da temperatura, da pressão barométrica e da existência de impurezas na água. Devido a processos físicos, químicos e biológicos, o oxigénio dissolvido pode ser removido ou adicionado às águas superficiais.

Quando é removido (consumido na degradação de matéria orgânica, por exemplo), dá-se uma compensação por transferência, a partir da atmosfera para o fluido, através da interface gás/líquido (Figura 2.6). Se, pelo contrário, é adicionado (ou produzido) oxigénio, ultrapassando-se a sua concentração de saturação na água, observa-se o fenómeno inverso de transferência do fluido para a fase gasosa.

Este processo estabiliza quando é atingido um equilíbrio dinâmico em torno do valor de saturação. Em ambos os casos, o gás passa de uma fase para a outra devido à força motriz criada pelo desvio da situação de equilíbrio. As forças motrizes para a transferência são os gradientes de pressão parcial de oxigénio no ar e de concentração na água, respetivamente nas fases gasosa e líquida.



Figura 2.6 – Curva “SAG” de OD após uma descarga

2.3.3 Distribuição de oxigénio dissolvido em rios

A concentração de oxigénio dissolvido em rios depende basicamente de dois tipos de fatores: características geofísicas da bacia de drenagem e fatores físicos e bioquímicos das águas. No primeiro, incluem-se o caudal escoado, a geomorfologia do rio e a temperatura da região, enquanto, no segundo, se consideram as várias fontes e sumidouros de oxigénio que ocorrem num determinado curso de água. A temperatura influencia a concentração de oxigénio de duas formas distintas: condicionando as taxas das reações físicas e bioquímicas e determinando a taxa de rearejamento, através do valor da concentração de saturação de oxigénio na água (CS), como indicado na expressão:

$$CS=14,64-0,4106\times T+0,00795\times T^2-0,0000776\times T^3 \quad (2)$$

O rearejamento atmosférico, a produção fotossintética e o oxigénio dissolvido pré-existente no rio e/ou nos seus afluentes, constituem as principais fontes de oxigénio dissolvido nas águas dos rios. Por outro lado, o seu consumo é normalmente repartido pela biodegradação de matéria orgânica (compostos de carbono e azoto oxidados por bactérias de vários tipos), pela respiração de algas, pelos depósitos bênticos e pela oxidação química. (Duarte, 1997)

As equações de *Streeter-Phelps* (1925) constituíram a base matemática de partida para a formulação de modelos de simulação da qualidade da água. A complexidade dos fenómenos simulados e dos parâmetros considerados, evoluíram rapidamente dando origem a várias “gerações” de modelos matemáticos.

2.3.4 Descargas de águas residuais em rios

Assumindo mistura completa na secção de descarga duma fonte pontual, os princípios da conservação da massa e da continuidade são expressos do seguinte modo:

$$Q_{jus} \times C_{jus} = Q_{desc} \times C_{desc} + Q_{mont} \times C_{mont} \quad (3)$$

$$Q_{jus} = Q_{des} + Q_{mont} \dots \dots \dots \quad (4)$$

Se a substância lançada no meio hídrico é conservativa (cloretos, sulfatos, sólidos dissolvidos alguns metais, etc.) não haverá perdas devido a reações químicas ou degradação bioquímica. Assume-se nesta análise, além da mistura completa, a constância do caudal no rio e o regime estacionário do escoamento e das cargas poluentes. A variação da concentração da substância no meio recetor varia apenas com a entrada de novas descargas dessa substância e com as alterações de caudal a elas associadas.

No caso de substâncias não conservativas (CBO, nutrientes, compostos voláteis e bactérias) assume-se um decaimento da sua concentração devido a reações químicas, degradação biológica, sedimentação das partículas em suspensão e radioatividade. Assume-se usualmente que esse decaimento é traduzido por reações de primeira ordem, ou seja, que a constante de decaimento da concentração da substância é proporcional à concentração em qualquer instante.

3 METODOLOGIA

O PSAR permite auxiliar na implementação das linhas de orientação da OMS, apresentando abordagens baseadas na avaliação dos riscos, num processo faseado.

Os conceitos de coordenação e melhoria contínua são fundamentais nos PSAR, os quais deverão ser estruturados em seis etapas (Figura 3.1), de acordo com o preconizado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2015)



Figura 3.1 – Planeamento da Segurança em Sistemas de Saneamento (WHO, 2015)

De acordo com esta abordagem, proposta pela OMS, a Entidade Gestora deve assegurar a qualidade das águas residuais descarregadas com a adoção de um processo de gestão dos riscos, através da aplicação de um “Quadro de referência para o saneamento em segurança”, ilustrado na Figura 3.2. (adaptado de WHO, 2004))

O PSAR é uma ferramenta essencial para se alcançarem bons resultados ao nível da qualidade das descargas de águas residuais, uma vez que, tal como os PSA, incorpora metodologias de avaliação e gestão dos riscos ao longo do processo de recolha, transporte e tratamento de águas residuais, constituindo uma análise sistemática dos perigos para a saúde pública existentes no Sistema e dos processos de gestão necessários ao seu efetivo controlo, garantindo a qualidade das descargas de água residual tratada.

Promove-se, assim, a mudança de abordagem de um processo de monitorização de conformidade de “fim-de-linha” para um processo de gestão de segurança pró-ativa, compreendendo todas as etapas que compõem o Sistema de Águas Residuais.

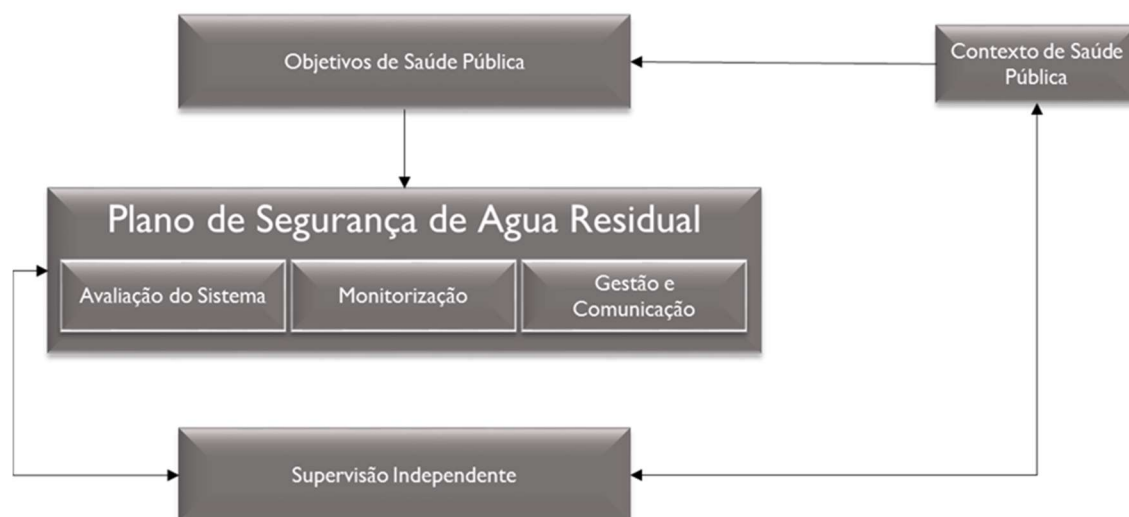


Figura 3.2 – Quadro de referência para o saneamento (adaptado de WHO, 2004)

Esta metodologia foi desenvolvida para organizar e sistematizar um extenso histórico de aplicação de diversas práticas nos Sistema de Saneamento e é considerada como sendo o meio mais eficaz para garantir a segurança dos sistemas públicos de saneamento de forma consistente.

3.1 Preparação de um Plano de Segurança de Águas Residuais

3.1.1 Definição da área de atuação

A definição da área de atuação, em cada zona do Sistema de Saneamento, pretende identificar áreas prioritárias de maior risco para o sistema e, conseqüentemente para a saúde pública.

Para a seleção das áreas ou atividades prioritárias deve ter-se em consideração o seguinte:

a) Desempenho dos Sistema de Saneamento de águas residuais:

- Todas as descargas de resíduos, tratamento e recolha, processamento e eliminação e reutilização, com particular ênfase para os fluxos de resíduos que recebem tratamento inadequado (por exemplo, hospitais e descargas industriais) e que podem apresentar um risco elevado;
- Gestão de lamas, localização da produção e descarga, bem como a sua utilização;

-
- Gestão de águas residuais não tratadas ou parcialmente tratadas, por exemplo de origem pluvial, e avaliação no meio recetor dessas descargas;
 - Análise da adequabilidade do Sistema, quer no transporte, quer na capacidade de tratamento (por exemplo, obstruções nas redes de drenagem).

b) Fatores de relevância

- Áreas de alta densidade populacional;
- Áreas com suspeita de elevado registo de doenças relacionadas com a presença de águas residuais (por exemplo, helmintíase transmitida pelo solo, infeções por protozoários intestinais, etc);
- Populações vulneráveis (por exemplo, zonas de habitações sociais ou degradadas)
- Áreas sujeitas a inundações;
- Captações de Bacias de abastecimento de água afetadas por descargas de águas residuais a montante;
- Áreas com atividades de uso de águas residuais formais ou informais (por exemplo, agricultura e aquicultura);
- Áreas para lazer, especialmente as praias (fluviais e marítimas)

3.1.2 Objetivos do PSAR

O Plano de Segurança de Águas Residuais permitirá:

- Identificar sistematicamente e avaliar os riscos para a saúde pública ao longo de todo o Sistema;
- Orientar o investimento necessário, na sequência da avaliação do risco, promovendo assim benefícios para a saúde pública e minimizando os impactos sobre as populações e os colaboradores;
- Garantir às Autoridades Competentes e à População, a segurança dos produtos e serviços relacionados com o saneamento.

Em resumo, o Plano de Segurança de Águas Residuais deverá ser responsável por:

- Constituir uma equipa responsável e sensível para as questões de saúde pública, empenhada na minimização das consequências dos eventos perigosos que podem ocorrer;
- Identificar os eventos perigosos e perigos ao longo do Sistema, permitindo escalonar os riscos inerentes através de uma hierarquização dos mesmos;
- Elaborar planos de melhoria e monitorizá-los tendo como objetivo a redução do risco para níveis aceitáveis;
- Melhorar os resultados de saúde pública a partir da recolha, tratamento, reutilização e/ou eliminação de resíduos em contextos formais ou informais;

- Aumentar a segurança do impacto na utilização das águas residuais tratadas;
- Proteger a saúde dos consumidores no que respeita ao consumo de vegetais, provenientes de explorações onde os agricultores utilizam efluente reutilizado;
- Proteger a saúde humana e melhorar a proteção ambiental;
- Promover a segurança dos trabalhadores, garantindo a sua integridade e proteção, dada a sua maior exposição, nomeadamente através da utilização de água residual tratada;

3.1.3 Fronteiras do sistema e organização líder

É necessário definir fronteiras claras e identificar uma organização líder. A organização líder não tem que ser responsável por todas as etapas do sistema. Como exemplo podemos considerar como organização líder, uma entidade gestora do sistema de águas residuais se as fronteiras do sistema começarem no fluxo de um resíduo desde a sua produção até ao ponto de rejeição, passando pelo transporte, tratamento e valorização.

A definição de limites do Sistema deve ser o mais objetiva possível.

Os limites serão definidos para que se possa adequar:

- O âmbito das operações da organização;
- A área de influência do saneamento;
- A área onde os resíduos são utilizados;
- A proteção de exposição de um eventual grupo específico de pessoas.

3.1.4 Constituição da equipa

Como premissa essencial para o sucesso dos resultados de um PSAR e concretização dos objetivos definidos, é fundamental o envolvimento da Gestão de Topo das Organizações. Se por um lado a sua coresponsabilização no projeto é fundamental e enriquecedora, por outro lado, facilita a alocação da equipa e de recursos ao projeto.

A título orientativo indicam-se as Partes Interessadas que se consideram mais relevantes para direta ou indiretamente pertencerem à equipa do PSAR.

- Autoridade de Saúde, Agência Portuguesa do Ambiente, Direções Regionais de Agricultura, Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Municípios abrangidos, Proteção Civil, Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA), Associações de Agricultores e outras Entidades Gestoras com impacto direto na qualidade de efluente tratado descarregado.

3.2 Descrição do sistema

O objetivo principal será conseguir uma descrição completa do Sistema de Águas Residuais dentro dos limites considerados no capítulo anterior. O conhecimento de todas as partes do

Sistema e dos seus requisitos de desempenho dá suporte ao processo subsequente de avaliação do risco.

3.2.1 Mapeamento do sistema

Cada Sistema de Águas Residuais é único e tem as suas especificidades próprias. A sua descrição e mapeamento devem, portanto, ser específicos.

O método escolhido para o mapeamento dependerá da dimensão e complexidade do Sistema. A elaboração de um diagrama de fluxo do Sistema (figura 3.3), que identifica todas as etapas do processo de recolha, tratamento e rejeição de águas residuais, permite uma apreciação global de todos os componentes do Sistema.

O mapa do Sistema deve representar o(s) fluxo(s) de resíduo(s) desde a sua produção até ao seu uso ou descarga. Stenström *et al.* (2011) apresentam numerosos exemplos de mapas, desde sistemas locais de saneamento (descentralizados) aos sistemas convencionais (soluções centralizadas) de drenagem e tratamento de águas residuais.

Devem ser realizadas visitas de campo tanto para mapear o sistema como para recolher a informação necessária a ser utilizada posteriormente no seu desenvolvimento. Em cada etapa deve ser registada a informação quantitativa sobre os fluxos de resíduos, tais como caudais e capacidade projetada de cada componente de tratamento. Também é útil conhecer a variabilidade do sistema (ex., a variabilidade do efluente, tanto em termos de quantidade como concentrações, durante chuvas fortes ou cheias).

Os Sistemas de Águas Residuais (SAR) estão basicamente divididos em três tipos diferentes: sistemas unitários, separativos e mistos.

Os SAR unitários recolhem todos os tipos de águas residuais num único sistema, em que estas são misturadas nas condutas, encaminhadas para as estações de tratamento e tratadas como um todo, antes de ser descarregado no meio hídrico.

Já os SAR separativos são constituídos por duas redes independentes, tal como o próprio nome indica. Assim temos uma rede de águas residuais pluviais destinada a recolher as águas provenientes da chuva, e uma outra rede de águas residuais, que englobam o de origem doméstico, comércio e serviços e ainda industriais (mesmo que estes últimos sejam sujeitos a um pré-tratamento).

Os SAR mistos são uma conjugação dos dois anteriores que pressupõem que parte da rede funciona como um SAR unitário e a restante como separativo. É uma situação muito comum em aglomerados urbanos onde previamente existia uma rede de saneamento unitária, que foi alargada. A parte nova do sistema é construída como separativa.

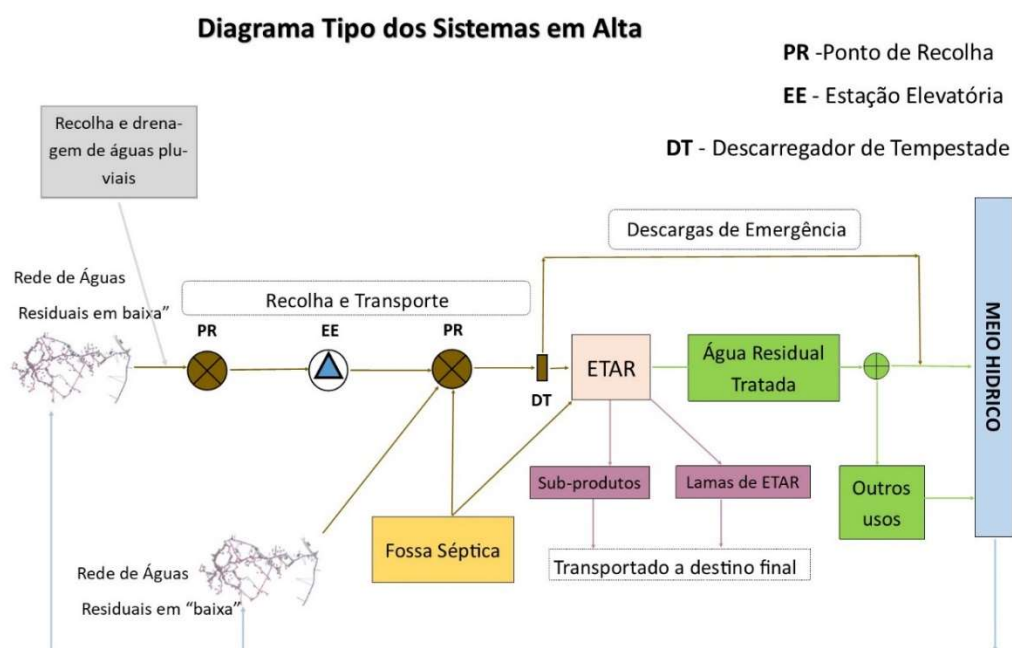


Figura 3.3 – Diagrama Tipo dos sistemas de águas residuais

Caraterização das frações de resíduos

O exercício de mapeamento identifica diferentes frações dos resíduos num Sistema de Saneamento.

Esta é uma importante etapa preparatória para a identificação dos perigos, que será tratado noutra fase posterior do Plano, pois ajuda a identificar os fatores que podem afetar o desempenho do sistema, especialmente o desempenho das etapas de tratamento. Uma vez conhecida a caracterização dos fluxos de resíduos, a equipa do PSAR pode focar-se mais na compilação e validação de dados sobre os perigos para a saúde pública que são suscetíveis de serem associados ao uso de águas residuais ou de subprodutos do tratamento de águas residuais.

A caracterização dos fluxos de resíduos tem como objetivo identificar todos os diferentes fluxos no Sistema de Saneamento. Por exemplo, o termo águas residuais é abrangente, descreve uma mistura de diferentes tipos de resíduos, tais como águas residuais domésticas, águas pluviais por infiltração ou que se encontram ligadas ao sistema e ainda águas residuais industriais. A descrição do Sistema deve definir os fluxos de resíduos nas suas componentes principais.

➤ Fração Líquida

Água Residual Urbana (Afluente Bruto) – Afluente resultante do esgoto de proveniência doméstica constituída por dejetos humanos, urina, lavagens e sabonárias (águas cinzentas), com origem em habitações, comércio e serviços. Fazem ainda parte dos mesmos, os afluentes de

origem pluvial e industrial. No caso deste último, depreende-se que apenas seja lançado na rede aquele que tenha uma tipificação idêntica ao doméstico, quer pela sua origem quer por ter sido sujeito a pré-tratamento. Inclui uma vasta gama de constituintes diluídos: nutrientes, metais, agentes patogénicos, matéria orgânica e resíduos sólidos.

Água Residual Urbana (Efluente Tratado) – Efluente com origem no Afluente Bruto, após tratamento em estação de tratamento de águas residuais. Por norma, a constituição deste resíduo será menos nociva do que o afluente bruto, com características adequadas à rejeição dos mesmos nos meios hídricos.

Águas Pluviais – Águas superficiais, incluindo as águas resultantes de escoamento urbano. Inclui uma vasta gama de constituintes diluídos: nutrientes, metais, agentes patogénicos, hidrocarbonetos e resíduos sólidos.

Linhas de Água – Água superficial em escoamento, que acolhe as águas provenientes de uma determinada bacia hidrográfica e para onde são rejeitadas as águas residuais urbanas tratadas ou parcialmente tratadas. Inclui uma vasta gama de constituintes diluídos: nutrientes, metais, agentes patogénicos, matéria orgânica e resíduos sólidos.

Água Residual Industrial – Água residual proveniente do processo produtivo ou de transformação de uma determinada indústria. A sua constituição deve ser avaliada caso a caso, no sentido da necessidade do seu pré tratamento antes da sua recolha pela rede de esgotos urbanos.

Resíduos de Reagentes do Tratamento – Resíduos resultantes de processos de diluição no tratamento ou de escorrências dos mesmos. Inclui constituintes diluídos: produtos tóxicos e metais pesados.

➤ **Fração Sólida**

Areias, Gradados e Gorduras – Subprodutos do tratamento, retirados na fase de gradagem, desarenamento e tamisagem. Inclui uma vasta gama de constituintes incorporados: metais pesados, agentes patogénicos, matéria orgânica, hidrocarbonetos e resíduos sólidos.

Lamas de ETAR – Subproduto do tratamento, retirados na fase de decantação. Inclui uma vasta gama de constituintes incorporados: metais pesados, agentes patogénicos, matéria orgânica, hidrocarbonetos e resíduos sólidos.

Resíduos de Reagentes – Resíduos sólidos resultantes de vasilhame ou produtos sobrantes do processo. Inclui os seguintes constituintes: produtos tóxicos e metais pesados.

Resíduos Agrícolas – Resultantes da atividade agrícola, não biodegradável, e não levados a destino final. Inclui os seguintes constituintes: agentes patogénicos, produtos tóxicos e metais pesados e sólidos.

Resíduos Hospitalares – Resíduos provenientes da atividade hospitalar, não retidos no pré-tratamento, antes de rejeitados na rede. Inclui uma vasta gama de constituintes incorporados: metais pesados, químicos tóxicos, agentes patogénicos, matéria orgânica, e resíduos sólidos perfurantes.

Resíduos Industriais – Resíduos provenientes da atividade industrial, não retidos no pré-tratamento, antes de rejeitados na rede. Inclui uma vasta gama de constituintes incorporados: metais pesados, químicos tóxicos, agentes patogénicos, matéria orgânica, e resíduos sólidos.

➤ **Fração Gasosa**

Ácido Sulfídrico (H₂S) – Gás proveniente de processos anaeróbios nas águas residuais. Inclui um fração tóxica.

Gás Metano (CH₄) – Gás proveniente de processos de digestão anaeróbia das lamas. Inclui um fração tóxica.

Dióxido de Carbono (CO₂) – Gás proveniente de processos de digestão anaeróbia das lamas, e de outros processos de transformação de afluentes com elevada carga orgânica. Inclui um fração tóxica.

Resíduos de Reagentes – Gases provenientes da reação de reagentes com o oxigénio no ar ambiente. Inclui um fração tóxica.

3.2.2 Identificação dos potenciais grupos expostos aos perigos em SAR





Considerando que a elaboração do Plano tem como principal objetivo a proteção e ações preventivas no que respeita à saúde pública e salvaguarda do bem-estar das populações, torna-se assim imprescindível o conhecimento e tipificação dos grupos de pessoas expostas bem como a sua dimensão.

A identificação dos potenciais grupos expostos tem por objetivo categorizar as pessoas que podem estar expostas a um dado perigo. Permite uma posterior priorização, tanto das estratégias de controlo como dos potenciais grupos expostos, na avaliação dos riscos a realizar no ponto 3.3.

No quadro 3.1 identificam-se as categorias habituais de grupos expostos utilizadas no PSAR. As categorias dos grupos expostos são adicionadas ao mapa do sistema, desenvolvido anteriormente, através da simbologia indicada no quadro. No caso de estudo estes grupos serão mais detalhados e divididos em subgrupos para facilitar a avaliação do risco.

Refira-se que para o grupo dos colaboradores que operam e fazem a manutenção do SAR, quer internos quer externos, os riscos associados à sua atividade são normalmente tratados ao nível da segurança no trabalho e como tal no âmbito das equipas responsáveis pela Higiene e Saúde no Trabalho (HST). No entanto, considera-se importante e essencial inclui-los neste plano dado que a abrangência dos perigos, principalmente os biológicos, não têm o tratamento adequado e tão profundo quanto necessário, quando se trata dos procedimentos no âmbito de HST.

Quadro 3.1 – Identificação dos grupos expostos aos perigos

Sigla	Grupo Exposto	Simbolo	Descrição
R	Comunidade Local		Pessoas que vivem nas imediações das instalações de recolha, tratamento ou a jusante da descarga. Consideram-se as que são suscetíveis de ser afetadas de uma forma passiva, quer pelo sistema quer pelos produtos e resíduos resultantes da utilização das águas residuais tratadas
C	Trabalhadores		Pessoas que trabalham na exploração do sistema, nomeadamente os que se encontram afetos ao controlo da rede de recolha, processo de tratamento ou manutenção de instalações e equipamentos. Incluem-se os que manipulam qualquer fração de resíduos, sejam internos ou externos à empresa
A	Agricultores		Pessoas que utilizam água residual tratada ou semi-tratada, linhas de água onde as mesmas são descarregadas ou subprodutos do tratamento, nomeadamente compostos de lamas de etar's
U	Consumidores		Pessoas que consomem ou utilizam produtos que são produzidos usando recurso aos subprodutos ou águas residuais, nomeadamente a rega

3.2.3 Informação de contexto e de conformidade

Considera-se importante reunir e compilar toda a informação de contexto e conformidade, essencialmente de caráter legal, que se considere contextualizada com o tema e que terá impacto sobre o desenvolvimento e implementação do PSAR.

Deverá ser considerada:

- Toda a documentação relacionada com os referenciais de certificação em vigor na entidade gestora, nomeadamente SA 8000, ISO 9001, ISO 14001 e ISO 18001;
- Legislação em vigor no que respeita às normas de descarga dos efluentes, caracterização de zonas sensíveis, qualidade das linhas de água, regulamentação de segurança no trabalho e intervenções com impacto no meio ambiente;
- Dados existentes na autoridade ambiental, relacionados com programas de monitorização ambiental, nomeadamente no que respeita à concentração de poluentes nos diferentes meios;
- Práticas e tarefas em vigor nas Entidades Gestoras dos Sistema de Saneamento, nomeadamente registos e ocorrências de caráter operacional;
- Relatórios e registos de ocorrências existentes na Autoridade de Saúde Pública, bem como possíveis dados de surtos epidemiológicos;

- Dados demográficos da área de intervenção, nomeadamente populações residentes e flutuantes, uso do solo e atividades dominantes na zona;
- Alterações climáticas e outras condições sazonais;
- Referenciação dos títulos de utilização dos recursos hídricos a jusante da descarga;

A informação atrás elencada tem importância fulcral para a avaliação posterior dos riscos e identificação de perigos, essencialmente a que se basear em históricos fiáveis e devidamente fundamentados. O conhecimento de determinada ocorrência, presença de qualquer tipo de agente com potencial de perigosidade ou alteração de hábitos ou usos torna-se numa ajuda determinante na elaboração do plano.

A caracterização das frações dos resíduos, por exemplo, evidencia quais os potenciais perigos para a saúde, associados aos diversos resíduos que compõem o sistema. Quando disponível, dados epidemiológicos e ambientais são preferíveis para caracterizar os potenciais perigos para a saúde que foram identificados anteriormente. Por exemplo, se determinadas bactérias forem identificadas como um potencial perigo para a saúde, a caracterização deve ter como objetivo determinar quais as espécies que são endémicas e em que extensão.

A qualidade dos dados e possíveis fontes de informação variam conforme as diferentes categorias de potenciais perigos. A inexistência de dados relevantes, aconselha a uma recolha futura tão profunda quanto possível, nomeadamente em etapas de revisão do plano.

3.2.4 Validação da descrição do sistema

A validação do Sistema é uma fase crucial nesta etapa de desenvolvimento do Plano. Se por um lado conforta para o seu integral desenvolvimento de uma forma mais fiável, por outro permite que conjuntamente com as restantes Partes Interessadas exista um melhor e maior conhecimento do Sistema. A validação do sistema também deve fornecer evidências das características e do desempenho do mesmo (e.g., alegada eficiência de tratamento).

A validação deve essencialmente assentar em investigação de campo bem como em evidências das características e do desempenho do Sistema. Há uma série de métodos para realizar as investigações de campo, tais como inspeções e vigilância sanitária, discussões em grupo, entrevistas com pessoas relevantes e recolha de amostras para análises laboratoriais. A sua adequação dependerá da escala e da complexidade do sistema de recolha, tratamento e rejeição. Evidências de eficiências relatadas de tratamento poderão ser obtidas a partir de uma combinação de testes, referências técnicas ou dados iniciais de validação do processo. Considera-se importante que nas discussões em grupo ou entrevistas a pessoas e associações locais sejam integradas as associações de agricultores, grupos recreativos e culturais com atividades conhecidas na zona de influência do sistema, bem como autarcas locais com conhecimento de hábitos e costumes da população.

O mapa do sistema, a descrição do sistema e caracterização dos resíduos e os fatores que afetam o desempenho e a vulnerabilidade do sistema devem ser atualizados após a validação.

3.3 Identificação de eventos perigosos e perigos

Entende-se por evento perigoso um incidente ou situação que ocorre num determinado local, durante um determinado período de tempo, que pode causar um perigo (ou perigos) (Vieira e Morais, 2005).

Entende-se por perigo um agente biológico, físico ou químico que pode causar danos à saúde humana.

A informação constante da descrição do sistema, nomeadamente o mapeamento, o conhecimento das várias frações de resíduos, bem como a identificação dos grupos expostos, constituem as bases para a identificação dos eventos perigosos e dos perigos que podem estar relacionados com a inadequada qualidade do efluente tratado e de descargas anormais que eventualmente possam ocorrer no Sistema. Foram considerados todos os potenciais perigos biológicos, físicos e químicos suscetíveis de estarem associados ao sistema de Águas Residuais.

Os perigos biológicos estão associados à presença na água residual de microrganismos patogénicos (bactérias, vírus e protozoários) que podem constituir ameaças para a saúde. Tratando-se de um processo de tratamento biológico, eles existem, e podem ser reduzidos através das diversas técnicas de tratamento, (Vieira e Morais, Guia Técnico 7, 2005).

Os perigos químicos estão geralmente associados à presença de substâncias químicas em concentrações tóxicas que podem ser nocivas para a saúde, ou estando em baixas concentrações, serão consideradas um perigo por via da bioacumulação. Dependendo da sua toxicidade, podem causar graves perturbações de saúde a curto prazo (no caso de substâncias de toxicidade aguda muito elevada) ou potenciar doenças crónicas (no caso de substâncias de baixa toxicidade aguda consumidas diariamente durante longo tempo). (Vieira e Morais, Guia Técnico 7, 2005).

Os perigos físicos estão geralmente associados às características estéticas do efluente tratado, tais como cor, cheiro, presença de sólidos de dimensão considerável e de objetos perfurantes.

Têm particular importância os agentes biológicos encontrados na atmosfera dado que podem causar reações alérgicas, ou mesmo infeções no homem, pelo que o estudo das suas populações no ar tem importância do ponto de vista de investigação microbiológica, mas também tem incidência na saúde pública. Alguns contaminantes biológicos despoletam reações alérgicas, e mesmo infeções no homem. Alguns dos sintomas de problemas causados por agentes biológicos podem ser, espirros, lacrimejar, tosse, falta de ar, tonturas, letargia, febre e problemas digestivos.

As reações alérgicas ocorrem normalmente quando existem situações de exposição repetida a um agente biológico alérgico específico. No entanto essa reação pode ocorrer de imediato quando anteriormente já ocorreram várias exposições ao longo do tempo. Como consequência pessoas que tenham detetado algumas reações alérgicas, ou não tenham tido sintomas, podem de repente ficar suscetíveis a determinados alérgenos.

Algumas doenças, estão associadas a exposição a toxinas de alguns microrganismos, que podem crescer em sistemas de ventilação de grandes edifícios. No entanto, estas doenças podem também ser detetadas em microrganismos que podem crescer no interior de sistemas de aquecimento ou arrefecimento e desumidificadores. Pessoas com predisposição para alergias estão mais suscetíveis a doenças causadas por estes agentes que se encontram no ar interior.

As dimensões das células é um fator importante na determinação do risco associado à contaminação microbiológica. Normalmente quanto mais pequeno é o tamanho da partícula

maior é o risco. Esta relação é devida ao facto de células mais pequenas e esporos ficarem alojados no tecido pulmonar e não são facilmente expulsos.

Na zona nasal normalmente ficam depositadas partículas maiores que 20 µm, como fungos. Na zona da laringe, traqueia e brônquios, ficam depositadas partículas com dimensões menores que 20 µm, alguns fungos e algumas bactérias. Na zona dos bronquíolos e alvéolos ficam depositadas partículas com dimensões compreendidas entre 1 - 4 µm, a maioria das bactérias. Nos pulmões, as partículas são transportadas pelo ar circulante e o seu movimento depende da importância relativa da força de viscosidade, gravidade, inércia ou da difusão molecular.

Um modelo possível de ser utilizados como referência para detalhar a identificação do perigo, das medidas de controlo existentes e posteriormente para a avaliação do risco encontra-se estruturado no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Estrutura da tabela de identificação de perigos e avaliação dos riscos

ETAPA (1)	Identificação do Perigo					Avaliação de Risco					Medidas de Controlo	
	Tipo de Risco (2)	Grupo Exposto	Evento Perigoso	Perigo	Via de Exposição	Prob. (3)	Sev. (4)	Magn. (5)	Pont. (6)	Nível Risco (7)	Identificação da medida de controlo existente(s)	Validação

3.4 Avaliação e nível do risco

O nível de risco será determinado tendo por base a combinação de três variáveis, através do produto das diferentes classificações de cada uma delas e será dado pela seguinte expressão (1):

$$R = P \times S \times M \quad (1)$$

Sendo que:

R representa o nível do risco, que terá uma escala de pontuação através da qual se avalia a “gravidade” do mesmo e se priorizam as consequentes medidas a tomar.

P representa a probabilidade que se estima para que determinado perigo ou evento possa acontecer, e que se classifica de acordo com os critérios apresentados no quadro 3.3.

S representa a severidade, ou seja o dano ou consequência para a saúde que determinado perigo ou evento pode causar, e que se classifica de acordo com os critérios apresentados no quadro 3.4

M representa a magnitude, ou seja, a dimensão ou expressão quantitativa que determinado perigo ou evento tem num determinado grupo exposto, e que se classifica de acordo com os critérios apresentados no quadro 3.5.

Esta metodologia difere do que normalmente se encontra preconizado noutras avaliações do nível do risco, principalmente na elaboração dos planos de segurança de água para consumo

humano, onde apesar de existir uma matriz de carácter qualitativo ou de carácter quantitativo, avalia de uma forma global o impacto do problema.

Considera-se que no caso concreto dos Planos de Segurança de Águas Residuais, onde os riscos são diferenciados por cada subgrupo exposto, com diferentes níveis de severidade ou probabilidade de ocorrência, aplica-se um terceiro fator que designamos por Magnitude que irá caracterizar a dimensão do risco circunscrito ao subgrupo em questão.

Permite assim uma maior seriação e diferenciação aquando do cálculo do nível do risco, podendo assim cada medida de controlo ser distinta de acordo, não só com o tipo de perigo (biológico, químico ou físico), mas também com o subgrupo exposto.

A tabela de probabilidade indicada no quadro 3.3, foi elaborada no pressuposto do seu escalonamento permitir que mesmo sem dados históricos muito objetivos, fosse possível atribuir uma classificação coerente com o que na realidade “aconteceu” ou possa vir a “acontecer”. A classificação de “Quase certo”, com pontuação máxima de 8, pretende vincar ainda mais e pontuar a certeza do acontecimento, e assim contribuir para uma maior valoração do resultado do nível do risco.

Quadro 3.3 – Tabela de Probabilidade (P) e seus critérios

Classificação		Descrição
1	Muito Improvável	Não aconteceu no passado e não é espectável que ocorra no futuro mesmo em condições excepcionais
2	Improvável	Não aconteceu no passado, mas pode ocorrer em condições excepcionais no futuro.
3	Possível	Pode ter acontecido no passado ou pode ocorrer em condições normais no futuro.
5	Provável	Foi observado no passado e pode continuar a ocorrer no futuro em condições normais.
8	Quase certo	Tem sido frequentemente observado no passado e continuará a ocorrer no futuro em condições normais.

A tabela de severidade indicada no quadro 3.4, foi elaborada tendo em vista que o seu escalonamento permita, quer por via da gradação da classificação, quer do sintoma ou gravidade da lesão haja um agravamento significativo no valor do nível do risco.

Quadro 3.4 – Tabela de Severidade (S) e seus critérios

Classificação		Descrição
1	Insignificante	Perigo ou evento perigoso de efeito, na saúde, nulo ou negligenciável.
2	Ligeira	Perigo ou evento perigoso que potencialmente tem, na saúde, efeitos agudos (e.g., irritação na pele, náusea, dor de cabeça).
4	Moderado	Perigo ou evento perigoso que potencialmente poderá ter um efeito, na saúde, limitado no tempo, ou causar uma doença ligeira (e.g., diarreia aguda, vômitos, infeção do trato respiratório superior, pequeno traumatismo), sem necessidade de hospitalização.
8	Grave	Perigo ou evento perigoso que potencialmente poderá resultar em doença ou lesão (e.g., diarreia crónica, problemas respiratórios crónicos, doenças neurológicas, fratura óssea), que requer hospitalização.
16	Mortal ou Catastrófico	Perigo ou evento perigoso que potencialmente poderá resultar em doença ou lesão grave, ou mesmo a morte (e.g., envenenamento grave, perda de extremidades, queimaduras graves, afogamentos);

A tabela de Magnitude indicada no quadro 3.5, foi elaborada tendo como preocupação que o escalonamento da classificação permita que a dimensão relativa da parte do subgrupo afetado tenha um impacto significativo no valor do nível do risco.

Quadro 3.5 – Tabela de Magnitude (M) e seus critérios

Classificação		Descrição
1	Muito Reduzida	Afeta menos de 10 % do grupo exposto
3	Reduzido	Afeta mais de 10 % e menos de 20 % do grupo exposto
6	Médio	Afeta mais de 20 % e menos de 50 % do grupo exposto
9	Elevado	Afeta mais de 50 % e menos de 90 % do grupo exposto
12	Muito Elevado	Afeta mais de 90 % do grupo exposto

Aplicando a expressão (1) atrás referida e para os diferentes valores da probabilidade (1, 2, 3, 5 e 8) construíram-se as matrizes indicadas nos quadros 3.6 e 3.7.

Quadro 3.6 – Matrizes de risco para valores da Probabilidade = 1, 2 e 3

MS	(P=1)					(P=2)					(P=3)				
	1	2	4	8	16	1	2	4	8	16	1	2	4	8	16
1	1	2	4	8	16	2	4	8	16	32	3	6	12	24	48
3	3	6	12	24	48	6	12	24	48	96	9	18	36	72	144
6	6	12	24	48	96	12	24	48	96	192	18	36	72	144	288
9	9	18	36	72	144	18	36	72	144	288	27	54	108	216	432
12	12	24	48	96	192	24	48	96	192	384	36	72	144	288	576

Quadro 3.7 - Matrizes de risco para valores da Probabilidade = 5 e 8

MS	(P=5)					(P=8)				
	1	2	4	8	16	1	2	4	8	16
1	5	10	20	40	80	8	16	32	64	128
3	15	30	60	120	240	24	48	96	192	384
6	30	60	120	240	480	48	96	192	384	768
9	45	90	180	360	720	72	144	288	576	1152
12	60	120	240	480	960	96	192	384	768	1536

Estas matrizes foram setorizadas em diferentes cores, conforme indicado no quadro 3.8, para uma melhor identificação do nível qualitativo do risco, que irá determinar a escolha e priorização das medidas de melhoria a implementar.

Quadro 3.8 – Escalonamento da classificação do risco

[1;30[	Insignificante
[30;60[	Baixo
[60;120[	Moderado
[120;360[	Elevado
≥ 360	Excepcional

A figura 3.4 elucida, numa perspetiva tridimensional, a distribuição dos vários níveis de risco, em função dos três fatores que o determinam.

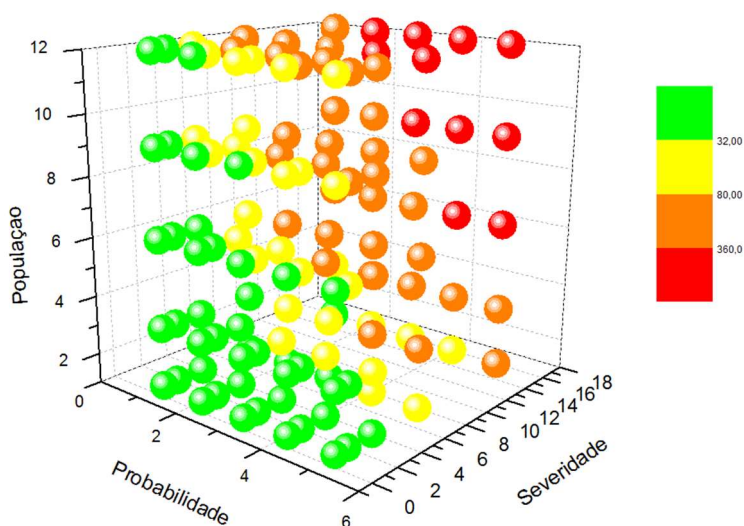


Figura 3.4 – Representação 3D dos níveis do risco

Na sequência da determinação do nível do risco e avaliando os intervalos a considerar, pela sua importância, na sequência dos eventos e perigos identificados, classifica-se o nível de uma forma qualitativa bem como as medidas que devem ser tomadas para cada um deles, conforme descrito no quadro 3.9.

Apesar de poderem existir medidas excecionais, avulsas para casos específicos e particulares, fica assim determinado de uma forma genérica um guião para o posterior desenvolvimento de um plano de melhoria.

Quadro 3.9 – Tipificação das ações a desenvolver

Pontuação	Nível	Medidas
[1;30[	Insignificante	Não é necessário implementar medidas de controlo; o risco deve ser monitorizado.
[30;60[	Baixo	Não precisam de ser implementadas medidas de controlo. Podem ser mantidas, se existirem, com a demonstração da análise custo-benefício, ou seja se os benefícios superarem os custos. O risco deve ser constantemente monitorizado.
[60;120[	Moderado	Não é necessário implementar novas medidas de controlo. Recomenda-se propor medidas se não existirem, para reduzir os riscos, para o qual a análise custo-benefício demonstra que os benefícios superam os custos. O risco deve ser monitorizado permanentemente.
[120;360[	Elevado	É necessário atuar de imediato com a implementação de medidas de controlo por um determinado prazo. A atividade sem redução de risco só pode ser operada se for socialmente muito significativa. O custo da redução do risco deve ser proporcional ao valor dos ativos protegidos. Novamente, recomenda-se a utilização da análise custo-benefício para avaliar a eficiência da adoção de medidas de controlo específicas.
≥ 360	Excepcional	É necessário interromper a atividade ou implementar imediatamente novas medidas de controlo destinadas à minimização do risco.

3.5 Plano de melhoria

O objetivo do Plano de Melhoria é estimular a equipa do PSAR a considerar várias opções para reduzir os riscos para níveis aceitáveis. Podem incluir planos de curto, médio e longo prazo, alternativas tecnológicas, não tecnológicas ou comportamentais, em diferentes locais ao longo do sistema.

Com base na avaliação do risco apresentada no ponto anterior, a equipa do PSAR identifica uma lista com os eventos perigosos e perigos classificados de acordo com o nível de risco, grupo exposto e tipo de medida de controlo.

A equipa do PSAR analisar as várias alternativas possíveis para reduzir o nível do risco para níveis aceitáveis. A alternativa selecionada será depois documentada num plano de melhoria. O plano de melhoria, de acordo com o recomendado no manual do PSS da Organização Mundial de Saúde, conter essencialmente:

- Medidas infraestruturais (e.g., nova estação de tratamento ou beneficiação de unidade de tratamento previamente identificada, vedação ou restrição de acesso);
- Medidas operacionais (e.g., restrições de culturas, tempos de retenção mais longos, controlo de vetores, práticas de rega);
- Medidas comportamentais (e.g., melhoria ou complemento dos equipamentos de proteção individual, sensibilização em questões de saúde, verificações médicas regulares, medidas de proteção e comportamentais, como lavar mãos e pés após conclusão das tarefas agrícolas diárias);
- Uma combinação das medidas atrás referidas.

Deverão ser consideradas nesta fase de elaboração de um plano de melhoria as reduções de patogénicos, por forma a reduzir os impactos adversos na saúde pública. Os guias da OMS de 2006, nomeadamente no seu volume 2, estão indicadas as metas de reduções logarítmicas que fornecem proteção contra infeções bacterianas, virais e de protozoários.

Alguns conceitos importantes indicados nos Guias da OMS de 2006 são:

- Todos os grupos expostos devem ser adequadamente protegidos. Em práticas agrícolas, isto aplica-se particularmente aos trabalhadores agrícolas e aos consumidores dos produtos agrícolas.
- No início, pode não ser possível, para todas as situações, conseguir atingir as metas para as reduções logarítmicas para os agricultores e consumidores. Deve ser desenvolvido um plano de melhoria com o objetivo de progressivamente melhorar a situação.
- A qualidade da água para rega é especialmente crítica para a segurança dos trabalhadores, dos agricultores e dos consumidores dos produtos agrícolas. No que diz respeito às concentrações de patogénicos, as águas residuais não tratadas nunca devem ser consideradas seguras.
- Os agricultores e os trabalhadores agrícolas são especialmente vulneráveis, pelo que são recomendadas várias medidas de controlo para minimizar a exposição humana (ex., equipamentos de proteção individual, a lavagem das mãos e higiene pessoal). Apesar de ser previsível que estas medidas de controlo tenham um importante efeito na proteção da saúde, não foram quantificadas em termos de reduções logarítmicas nos Guias da OMS de 2006. Estas medidas de controlo são especialmente importantes principalmente nos contextos onde a qualidade microbiológica da água para rega não cumpre com os objetivos de qualidade pretendidos.
- Existe uma vasta gama de alternativas de tratamento que podem satisfazer os requisitos de qualidade da água para rega. Por exemplo, o tratamento parcial através de sedimentação e retenção pode conseguir melhorias substanciais na qualidade da água, para além de manter a maioria dos nutrientes e de ser menos dispendioso do que o tratamento completo. Os Guias da OMS de 2006 (Capítulo 5 do Volume 2) fornecem informação sobre alternativas de tratamento e possíveis reduções logarítmicas.
- A diluição (ex., mistura de água residual não tratada com água do rio) pode servir como um meio para assegurar a redução logarítmica de patogénicos. No entanto, serão necessárias elevadas taxas de diluição para alcançar pelo menos uma redução logarítmica.
- Existem muitas alternativas disponíveis para garantir a redução logarítmica de patogénicos em complemento ao tratamento ou à diluição. Por exemplo, se forem utilizadas práticas de rega localizada (rega por micro-aspersão ou rega gota a gota), a exposição dos agricultores ao risco é substancialmente reduzida. Neste caso, a qualidade da água para rega pode, por conseguinte, ser inferior, em comparação com a rega de superfície e por aspersão. Uma exceção é onde a rega localizada é usada para regar as culturas de crescimento junto ao solo; neste caso também deve ser aplicada a meta de menos de 1 ovo de helminto por litro de água para rega. Note-se que o tratamento para garantir o funcionamento satisfatório do sistema de rega localizada também promove a melhoria da qualidade da água para rega.

- Outras medidas de controlo têm um maior impacto na segurança dos produtos agrícolas para os consumidores. Além das restrições do tipo de cultura (ou seja, se a cultura é normalmente ingerida crua ou cozinhada), as opções são: controlo da rega antes da colheita (ex., não regar antes da colheita); prever um período de tempo suficiente, entre a rega final e o consumo, para ocorrer a inativação dos patogénicos antes do consumo; e medidas de preparação e o processamento dos alimentos (ex., lavar, cozinhar e descascar). Os Guias da OMS de 2006 (Tabela 4.3 e Capítulo 5 do Volume 2) têm informação mais detalhada sobre este tema.
- Quando combinados, todos os controlos devem, idealmente, atingir ou exceder as metas de redução logarítmica. O termo “abordagem de múltiplas barreiras” é utilizado para descrever uma combinação sequencial de medidas de controlo.

Ao considerar alternativas de medidas de controlo deve ter-se em atenção:

- O potencial para melhorar a(s) medida(s) de controlo existente(s);
- O custo da alternativa de medida de controlo em relação à sua eficácia;
- O local mais adequado, na cadeia de saneamento, para controlar o risco (ex., na causa do perigo, ou em outro ponto a jusante);
- A eficácia de novas medidas de controlo propostas;
- A aceitabilidade e a fiabilidade da medida de controlo em relação aos hábitos culturais locais e comportamentais;
- A responsabilidade pela implementação, gestão e monitorização das novas medidas de controlo propostas;
- A formação, comunicação, consultas e reportes necessários para implementar a medida de controlo proposta.

Sempre que possível, o plano de melhorias deve lidar com a causa do problema. Um princípio importante na gestão do risco é o de prevenir a ocorrência do evento perigoso ou localizar a medida de controlo ou ação de melhoria capaz de reduzir/minimizar a sua ocorrência. Nem sempre é possível. Muitas vezes, uma combinação de eventos perigosos pode ser mais eficazmente gerida através de uma única medida de controlo em outra parte do sistema.

O desenvolvimento e implementação de um plano de melhoria tem como objetivo materializar as alternativas num plano de ação e realizar a sua implementação através da equipa de gestão do PSAR.

Uma vez identificadas as medidas de controlo mais adequadas para minimizar/reduzir cada risco, a equipa do PSAR pode documentar num plano de melhoria as novas medidas de controlo e as ações de melhoria para as medidas existentes.

Um modelo possível de ser utilizados como referência para desenvolver o plano de melhoria, deverá pelo menos definir os campos constantes do quadro 3.10.

Quadro 3.10 – Mapa tipo do plano de melhoria

ETAPA	Identificação do Perigo		Nível do Risco	Alternativas para o plano de melhoria					
	Grupo Exposto	Evento Perigoso		Medida de controlo possível	Comentários	Eficácia da alternativa na redução do risco	Referência/validação	Prioridade	Responsável

Alguns riscos podem precisar da intervenção de mais elementos do que os das organizações representadas na equipa do PSAR, para implementar as ações de melhoria. Nos casos em que várias Partes Interessadas são identificadas para a implementação do plano de melhoria, a organização líder do PSAR deve assumir a responsabilidade pela aprovação do resultado da avaliação do risco e pela identificação das ações que são necessárias.

Para que os planos de melhoria possam ser implementados e geridos, é necessário identificar a pessoa ou entidade responsável pela ação e os prazos propostos. As diferentes funções e responsabilidades relacionadas com a implementação do plano de melhoria, bem como o financiamento e prazos, devem, idealmente, ser definidos no plano de melhoria.

A equipa do PSAR deve monitorizar e informar sobre o estado de implementação do plano de melhoria para garantir que as ações são implementadas.

3.6 Monitorização de medidas de controlo e avaliação do seu desempenho

3.6.1 Definição e implementação da monitorização operacional

A monitorização operacional tem como objetivo monitorizar regularmente as medidas de controlo para dar uma resposta rápida de como a medida está a funcionar para que, se necessário, se possam implementar rapidamente ações corretivas.

A monitorização operacional recolhe, entre outros, dados de:

- Observações e medidas simples (ex., caudais para verificar tempos de retenção, temperatura de digestão de lamas, teor de oxigénio no reator biológico, aspeto do efluente à saída da decantação secundária);
- Amostragem e testes (ex., carência química de oxigénio, carência bioquímica de oxigénio e sólidos suspensos);
- Duração de períodos de segurança;
- Uso de EPI's e o seu estado de conservação;
- Verificar, através de inspeção visual, se as barreiras físicas estão em bom estado de conservação;

A monitorização de todas as medidas de controlo pode não ser prática corrente. Devem ser selecionados os pontos de controlo mais críticos, tendo como base o controlo dos riscos mais significativos. Para cada ponto de monitorização deve ser identificado:

- Parâmetro (pode ser uma medida ou observação);
- Método e frequência de monitorização;
- Quem irá monitorizar, quando, como, e onde;
- Um limite crítico;
- Uma ação a ser realizada quando o limite crítico é excedido.

Os limites críticos são geralmente limites numéricos baseados numa medição de parâmetros. Em alguns casos, limites qualitativos, também podem ser apropriados (ex., “todos os odores podem ser aceitáveis” ou “moscas não incomodam”).

Os planos de monitorização operacionais podem ser implementados em folhas de registos de campo, livros de registos diários, ou em ferramentas informáticas de gestão de operação. (WHO, 2015).

3.6.2 Verificação do desempenho do sistema

A verificação do desempenho do sistema temo como objetivo verificar, periodicamente, o seu desempenho e se este vai de encontro ao pretendido. É espectável que se possam obter tendências ao longo do tempo.

Devem ser seleccionados os principais pontos (críticos) ao longo da cadeia para verificar o seu desempenho. Este tipo de monitorização geralmente requer formas mais complicadas de análise (por exemplo, *E. coli*, ovos de helmintos) do que a simples monitorização operacional. A verificação pode ser feita pela equipa do PSAR ou por uma autoridade externa, como parte da função de supervisão descrita no capítulo introdutório.

Tal como acontece com a monitorização operacional, devem ser identificados: parâmetros, métodos, frequência, responsáveis, limites críticos e ações corretivas quando o limite é excedido.

A monitorização de verificação foca-se em pontos finais do sistema, tais como a qualidade do efluente, testes microbiológicos e químicos dos produtos agrícolas e solos, e estado de saúde dos grupos expostos.

Os guias da OMS de 2006 fornecem orientações sobre parâmetros típicos, frequência e limites para a monitorização operacional e de verificação, nomeadamente no seu volume 2 no que respeita ao uso de águas residuais na agricultura.

3.6.3 Auditoria ao sistema

A auditoria ao sistema tem como objetivo fornecer uma evidência adicional e independente do desempenho e da qualidade do PSAR.

As auditorias garantem que o PSAR continua a contribuir para resultados positivos para a saúde, verificando a qualidade e a eficácia da sua implementação e definem as necessidades de melhoria ao Plano. A auditoria pode ser realizada por auditores internos ou externos (Reguladores ou Organizações independentes). A auditoria deve demonstrar que o PSAR foi bem desenvolvido, que está a ser implementado corretamente e que é eficaz.

As auditorias podem facilitar a implementação, pois identificam oportunidades de melhoria, tais como a exatidão, integridade e qualidade dos resultados da implementação do plano, de melhor utilização dos recursos e identificam necessidades de formação e de motivação.

Nas auditorias devem, pelo menos ser consideradas as seguintes questões:

- Todos os eventos perigosos e perigos significativos foram identificados?

- Foram incluídas medidas de controlo adequadas?
- Foram estabelecidos procedimentos de monitorização operacional adequados?
- Foram definidos limites críticos ou operacionais adequados?
- Foram identificadas as ações de melhoria?
- Foram estabelecidos procedimentos de monitorização de verificação adequados?
- Os eventos perigosos com o maior potencial de problemas para a saúde humana foram identificados e tomadas as medidas adequadas?

A frequência das auditorias deve ser proporcional ao nível de confiança exigido pelas Entidades Reguladoras. Pode ser um desafio identificar pessoal qualificado e experiente para realizar a auditoria.

3.7 Desenvolvimento de planos de suporte e regras de revisão

3.7.1 Identificação e implementação de programas de suporte

A identificação e implementação de programas de suporte tem como objetivo ajudar a garantir que a operacionalização do PSAR é suportada com claros procedimentos de gestão, programas de investigação e de formação para o pessoal, e comunicações para as principais Partes Interessadas, especialmente em sistemas grandes ou complexos.

Os programas de suporte são as atividades que indiretamente apoiam a segurança do saneamento, mas também são necessários para o funcionamento adequado das medidas de controlo. Um aspeto fundamental dos programas de suporte é a comunicação das questões de saúde com todas as Partes Interessadas.

Os programas de suporte incluem uma diversidade de atividades, incluindo formação, comunicação e investigação, assim como os aspetos legais, como seja um programa para conhecer as obrigações de cumprimento da organização.

Dos mesmos fazem parte por exemplo a apresentação de evidências e resultados às Partes Interessadas Públicas e Institucionais; sensibilização e formação para os grupos expostos; campanhas públicas de sensibilização e ferramentas para a gestão das atividades dos trabalhadores, tais como sistemas de garantia da qualidade, entre outras.

Os procedimentos de gestão são instruções escritas que descrevem as etapas ou ações a serem tomadas durante condições normais de operação e as ações corretivas a implementar quando os parâmetros da monitorização operacional atingem ou violam os limites operacionais. Estes procedimentos são frequentemente denominados de procedimentos operacionais ou instruções de trabalho. Além destes, também podem ser desenvolvidos procedimentos de gestão de emergência. As Organizações que seguem normativos legais e regulamentares já possuem a maioria destes procedimentos, no âmbito das certificações segundo referenciais como seja a ISO 9001, ISO 14001 e ISO 18000.

Em alguns casos, a Organização líder poderá ser responsável ainda por desenvolver programas de suporte ou alocar recursos especializados a outra organização.

3.7.2 Revisão e atualização periódica do PSAR

A revisão e atualização periódica do PSAR tem como objetivos reconhecer que o PSAR funciona num ambiente dinâmico e para tal devem implementar novas medidas de controlo e analisar novos ou emergentes eventos perigosos e perigos. Permite acautelar preventivamente possíveis novas ocorrências.

O PSAR deve ser revisto periodicamente. A revisão terá em conta as melhorias que foram feitas, as alterações nas condições de operação e qualquer nova evidência sobre os riscos para a saúde relacionados com os sistemas de saneamento. Para além da revisão periódica prevista, o PSAR também deve ser revisto nas seguintes situações:

- Após um incidente, emergência, ou situação que quase originou uma falha;
- Após grandes melhorias ou alterações no sistema;
- Depois de uma auditoria ou avaliação para incorporar resultados e recomendações.

Genericamente foram abordados no presente capítulo os principais passos e respetiva metodologia para o desenvolvimento de um PSAR. Seguidamente os mesmos servirão de base no desenvolvimento de uma aplicação prática, concretamente no SAR de Vila Real.

4 CASO DE ESTUDO

Nos termos do Decreto-Lei n.º 93/2015, de 29 de maio, o Estado Português atribuiu à empresa Águas do Norte S.A. com sede na cidade de Vila Real a concessão da exploração e da gestão do sistema multimunicipal de abastecimento de água e de saneamento do Norte de Portugal, que consubstancia um serviço público a exercer em regime exclusivo. O Sistema de Águas Residuais de Vila Real, presente caso de estudo a seguir designado por Sistema de Vila Real (SVR), faz parte integrante do sistema multimunicipal das Águas do Norte S.A.

4.1 Plano de Segurança de Águas Residuais do Sistema de Vila Real

4.1.1 Área de estudo e uso dos solos

A área de abrangência definida para o presente plano, corresponde ao global da área das bacias de drenagem (Figura 4.1) do Sistema de Vila Real. Tem uma área aproximada de 35.100 ha e engloba 102 aglomerados populacionais inseridos em 20 Freguesias. O valor do último censo indica uma população servida de 32.500 habitantes.

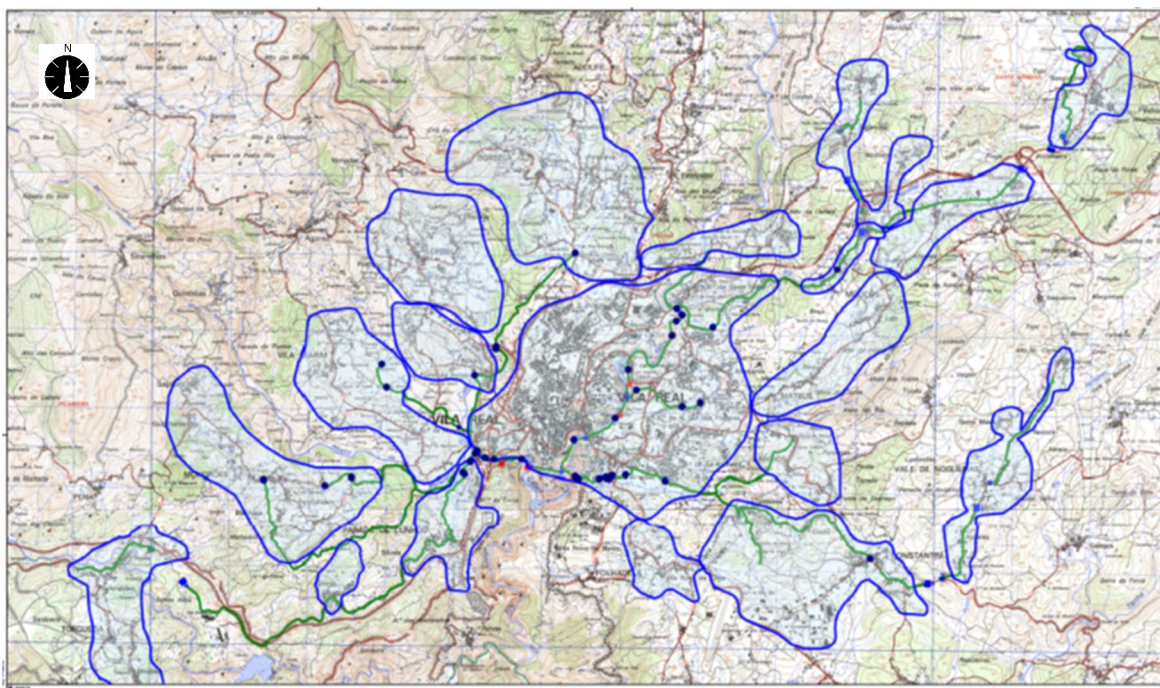


Figura 4.1 – Bacias de drenagem do Sistema de Vila Real

O conhecimento pormenorizado do uso do solo é um elemento essencial para se desenvolver eficazmente um PSAR. Do uso do solo, dos hábitos e das tradições de maneio agrícola podem ser facilmente identificados uma série de riscos a que os diferentes grupos podem estar expostos. Por outro lado, permite-nos avaliar a magnitude de cada subgrupo, nomeadamente os que se encontram relacionados com as práticas agrícolas e uso indistinto do rio.

Nesse sentido, foi analisado cada tipo de ocupação predominante do solo, tendo sido usado um critério de definir uma área de influência (até 1000 metros de distância) do rio Corgo, por se considerar ser uma distância aceitável quer no que se refere a atividades de povoações ribeirinhas, quer no que se refere ao uso de águas com influência de águas residuais na atividade agrícola.

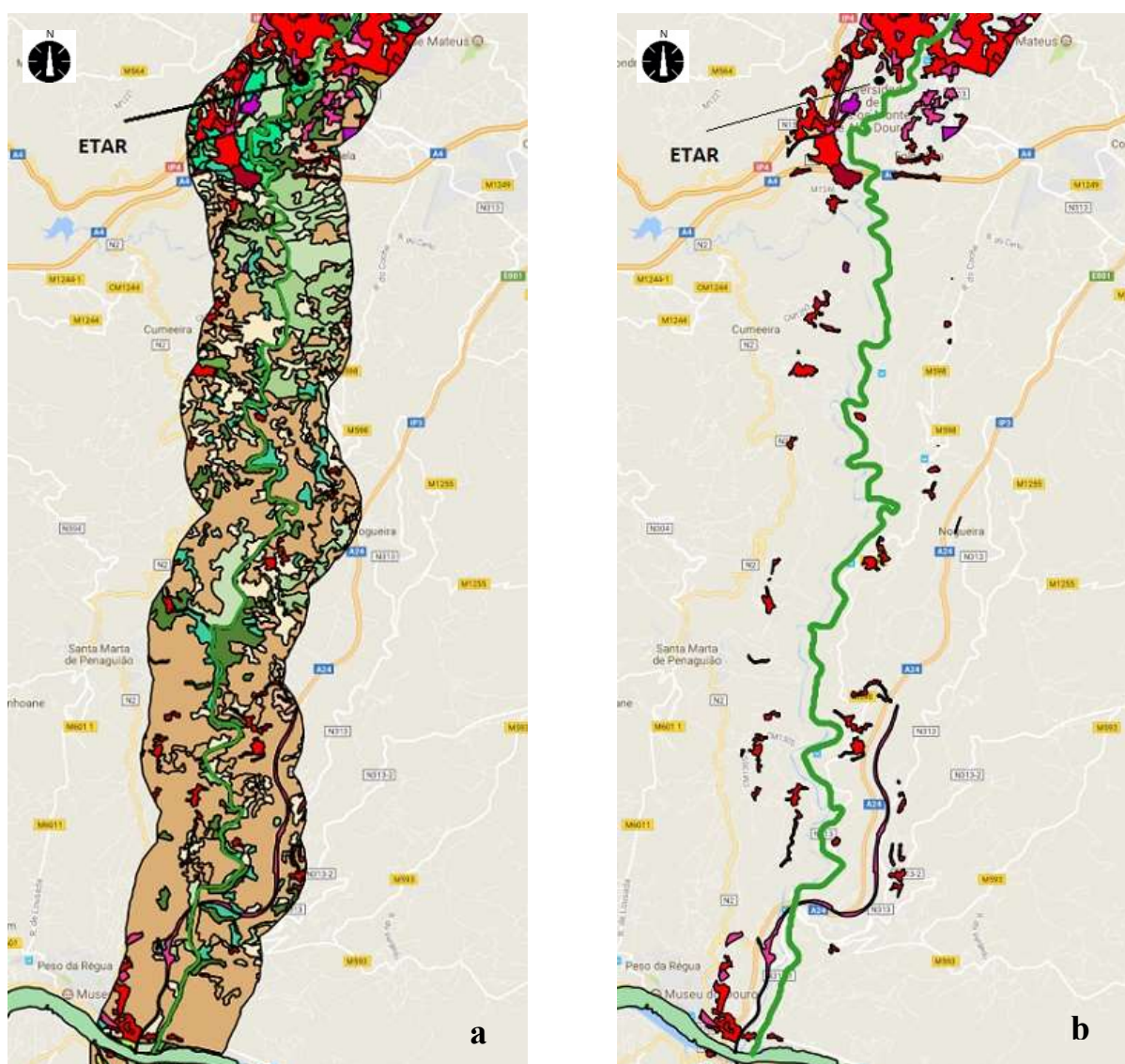


Figura 4.2 – Ocupação global do solo (a) e das zonas urbanas (b)

Esta área de influência, da potencial utilização da água do rio Corgo pelas populações ribeirinhas, corresponde a uma mancha com cerca de 6090 ha, ao longo de cerca de 23,2 km de rio, desde a descarga da ETAR de Vila Real até à sua foz no rio Douro, junto à cidade de Peso da Régua.

Como já era calculado o uso agrícola de maior predominância nesta zona, (cerca de 63%) é a vinha. Estamos em pleno interior da região do Douro Vinhateiro, Património da Humanidade. O uso de água do rio para rega da vinha tem pouca expressão, dado acontecer apenas em algumas plantações e enquanto o desenvolvimento da planta é menor (figura 4.3), sendo feita através de rega gota a gota (figura 4.4). De referir ainda que o tipo de rega encontrada, foram sistemas gota-a-gota, os quais representam um perigo menos reduzido quer para os agricultores, quer para os consumidores de produtos agrícolas.

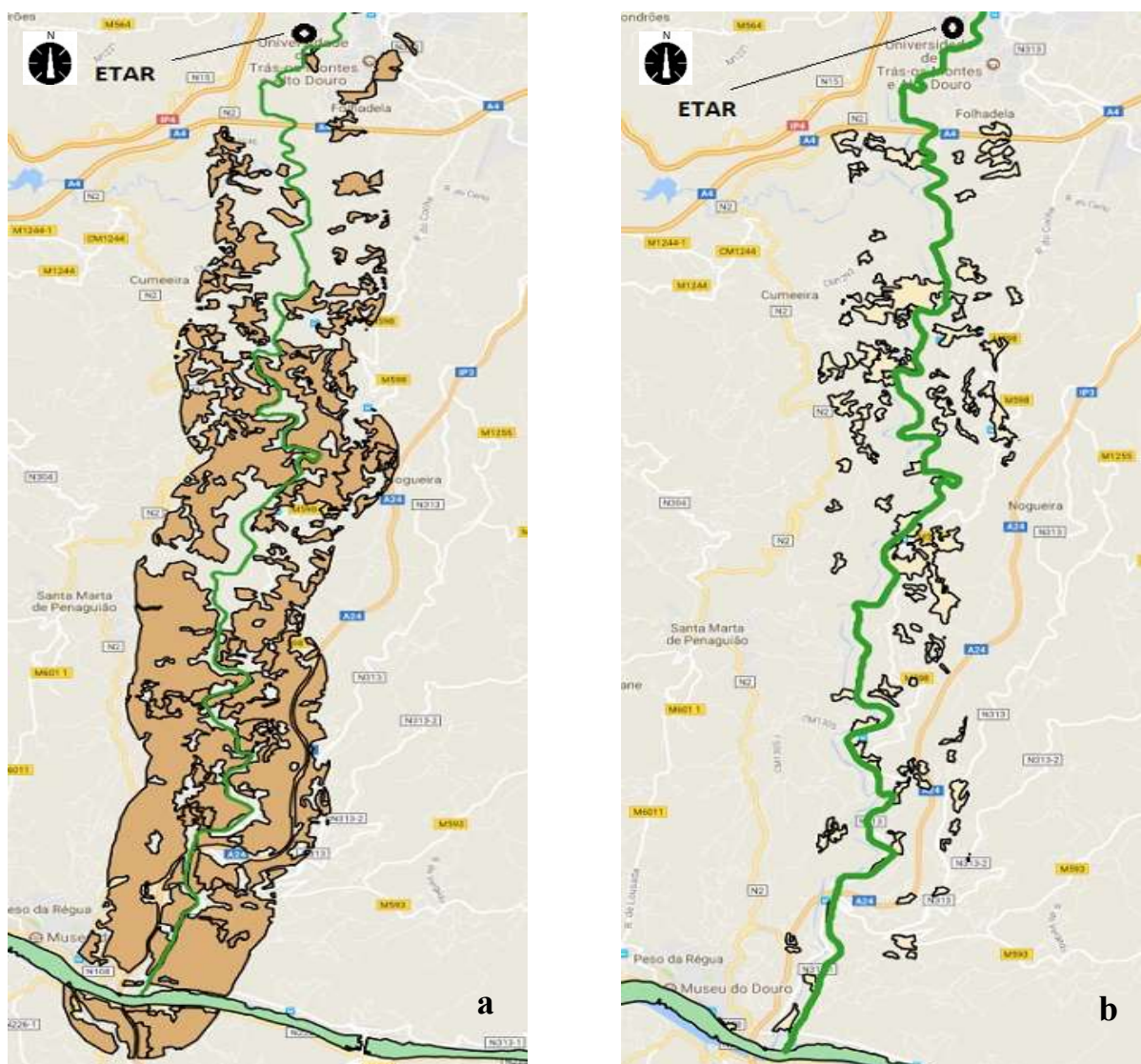


Figura 4.3 – Ocupação do solo com vinha (a) e olival (b)



Figura 4.4 – Rega gota a gota na vinha

Existe ainda uma quantidade apreciável de parcelas de matos e floresta que não têm qualquer relevância para o estudo em causa. Já no que toca a culturas temporárias (figura 4.5), apesar de terem pouca expressão (ocupam apenas 208 ha), são as que representam um uso mais problemático no que respeita aos usos de águas para rega, quer por vala, quer por encharcamento do pé (Direção Geral do Território, 2010).

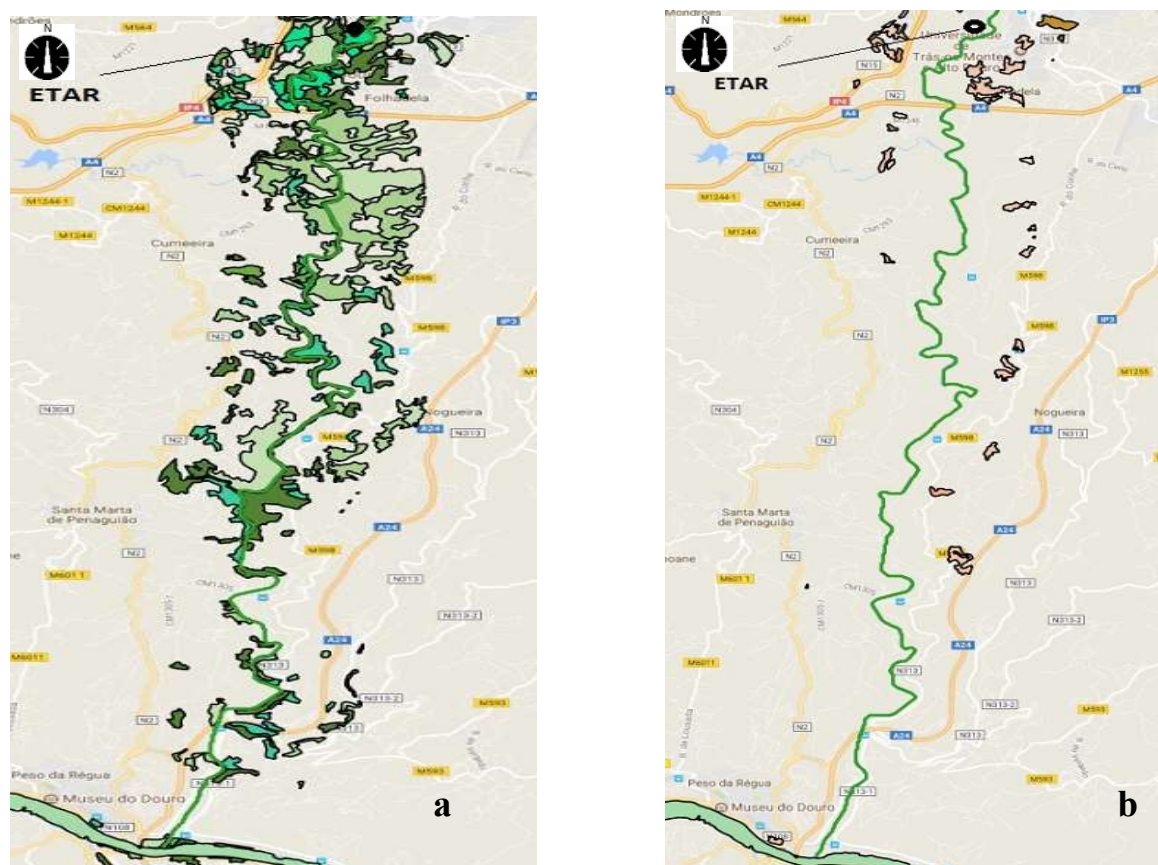


Figura 4.5 – Ocupação do solo, floresta e matos (a), culturas (b)

4.1.2 Constituição da equipa do PSAR

Entendeu-se importante que da equipa fizessem parte os principais decisores das áreas da operação e da manutenção. Esta escolha prende-se com o facto das mesmas serem as que têm um papel fundamental na gestão direta do PSAR. Além destas foram envolvidas outras áreas de apoio, nomeadamente, Direção de Gestão de Ativos e Engenharia, Sustentabilidade Empresarial, Sistemas de Informação e Direção de Clientes.

Para a elaboração do PSAR constituiu-se uma equipa cujas atribuições compreenderão o desenvolvimento, a implementação e a gestão do PSAR. A equipa apresenta-se no **Anexo A**.

Além dos elementos descritos no parágrafo anterior pretende-se envolver, outras Partes Interessadas tais como Clientes, Autoridade de Saúde, Agência Portuguesa do Ambiente, Direção Regional de Agricultura, Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Proteção Civil, Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA), outras Entidades Gestoras com impacto direto na qualidade de efluente tratado descarregado bem como com conhecimento de dados epidemiológico, de acordo com o estabelecido no quadro do Anexo C.

4.1.3 Descrição do sistema de águas residuais de Vila Real

A Estação de Tratamento de Águas Residuais de Vila Real foi integrada dos antigos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) de Vila Real, hoje EMARVR – Água e Resíduos de Vila Real E.M., S.A. (EMARVR) quando da criação da Empresa Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro (ATMAD) e da conseqüente concessão a esta empresa do Sistema Multimunicipal de Águas e Saneamento de Trás-os-Montes e Alto Douro – Dec. Lei nº 270-A/2001.

Após a sua integração foi necessário efetuar a sua conclusão dando assim origem à infraestrutura que iniciou a sua exploração em 2004 já sobre a responsabilidade da ATMAD.

Situa-se no lugar da Ínsua, nas margens do Rio Cabril com as coordenadas (-7,749790; 41,291760), próxima da confluência com o rio Corgo (figura 4.6), onde efetua a sua descarga.

Foram-lhe concedidos vários títulos de rejeição até à presente data, sendo que atualmente vigora o título L007168.2017.RH3 com caducidade em 31.05.2022. (Ver extrato no Anexo D)



Figura 4.6 – Vista aérea da ETAR de Vila Real

O Sistema de Vila Real está estruturado da seguinte forma:

➤ **Recolha e Transporte:**

Rede de emissários gravíticos e condutas elevatórias construídos de novo, integrados e partilhados com diâmetros que variam entre DN 500 a DN 110 com 38.656 m de extensão, incluindo 1056 caixas de visita das quais 229 são pontos de recolha e 7 Estações Elevatórias (figura 4.7).

Os pontos de recolha acima referidos recolhem o afluente proveniente da rede “em baixa” gerida pela EMARVR. Todos os pontos de recolha encontram-se georreferenciados, e tipificados conforme o tipo de afluente que recebem, de acordo com o quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Tipificação dos pontos de recolha do Sistema de Vila Real

Afluente predominante	Quantidade	Observações
Doméstico, serviços e comércio	214	Rede de drenagem predominantemente da cidade de Vila Real
Comércio e Restauração	3	Inclui Centros Comerciais
Indústria ligeira e oficinas auto	7	Inclui Zona Industrial de Vila Real
Agricultura e pecuária	4	Inclui vacaria da UTAD com carga orgânica bastante elevada, e uma unidade de produção de cogumelos com utilização de composto orgânico
Estabelecimento Hospitalar	1	O Hospital tem pré-tratamento antes de descarregar na rede em baixa

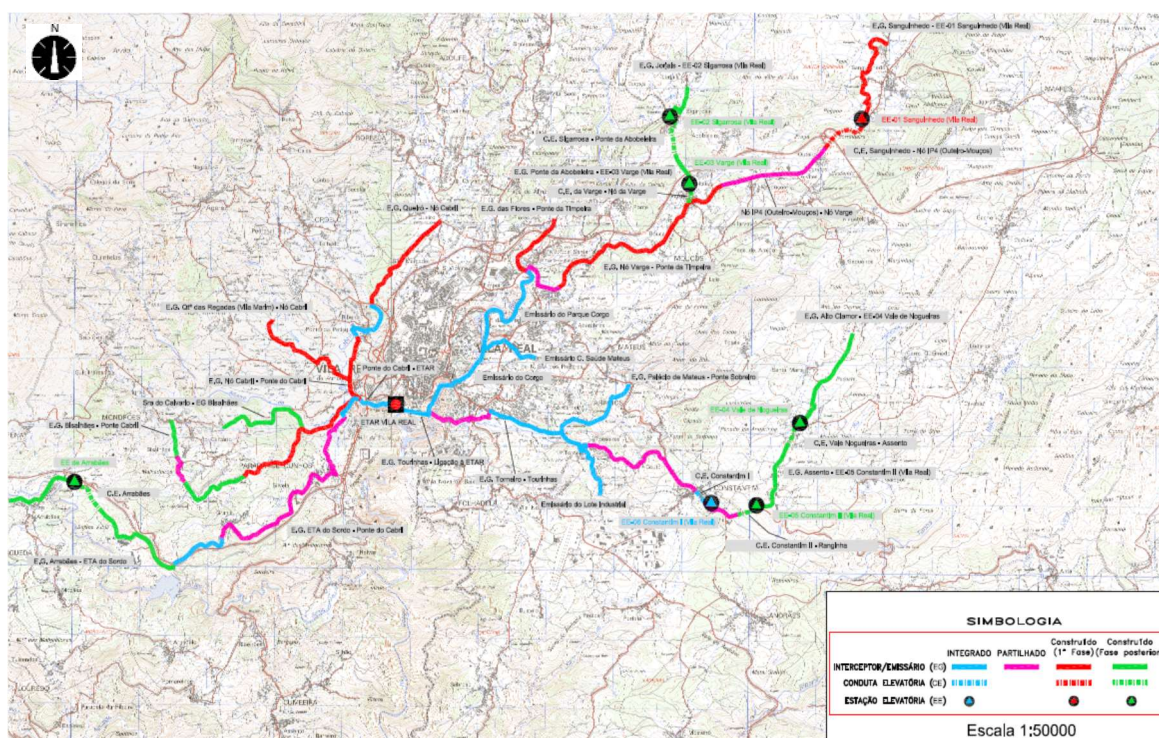


Figura 4.7 – Planta do sistema de recolha em “alta” das águas residuais de Vila Real

➤ **Tratamento e Rejeição:**

Os dados que serviram de base ao projeto e dimensionamento da remodelação e ampliação da ETAR de Vila Real são os que se descrevem no quadro seguinte:

Quadro 4.2 – Dados de base de dimensionamento da ETAR

DADOS DE PROJECTO - ETAR DE VILA REAL		
População (hab.eq)		
Total		84.321 hab.eq
Caudal		
Caudal médio:		12.281 m ³ /d
		512 m ³ /h
Caudal Ponta/máximo:		1.208 m ³ /h
Caudal Ponta/máximo (afluente biológico):		700 m ³ /h
Caraterização do Afluente Bruto		
CQO	Concentração	698 mg/l
	Carga Média	8.576 Kg/d
CBO₅	Concentração	412 mg/l
	Carga Média	5.059 Kg/d
SST	Concentração	322 mg/l
	Carga Média	3.949 Kg/d
Azoto	Concentração	60 mg/l
	Carga média	733 Kg/d
Fósforo	Concentração	8 mg/l
	Carga média	102 Kg/d
Temperatura média água		10 - 22 °C

A **linha líquida** compreende o pré-tratamento, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário, cujas etapas são sumariamente descritas para uma melhor compreensão do processo, das atividades conexas e da sua relação com os aspetos de segurança.

O afluente rececionado na ETAR é submetido inicialmente a um pré-tratamento que consiste numa gradagem primária, que tem a função de remover sólidos grosseiros, seguida de uma tamisação (figura 4.8). Esta operação consiste na retirada, por meio de três parafusos de Arquimedes, de sólidos suspensos de dimensões normalmente iguais ou superiores a 6 mm, de forma a evitar a sua sedimentação ou bloqueios do circuito nas fases subsequentes.

Este setor possui ainda um sistema de tratamento de ar ambiente, designado por processo de desodorização, constituído por duas colunas de lavagem (scrubbers), com o objetivo de retirar os odores contidos nesta zona. Após a tamisação, o efluente resultante é encaminhado para os órgãos de remoção de areias, óleos e gorduras.



Figura 4.8 – Obra de Entrada da ETAR de Vila Real

Este setor possui ainda um sistema de tratamento de ar ambiente, designado por processo de desodorização, constituído por duas colunas de lavagem (scrubbers) com o objetivo de retirar os odores contidos nesta zona. Após a tamisação, o efluente resultante é encaminhado para os órgãos de remoção de areias, óleos e gorduras

No Tratamento Primário o afluente resultante do pré-tratamento é encaminhado para um sistema de decantação primária com forma cónica, que se destina a permitir a sedimentação de sólidos em suspensão fina. As lamas resultantes deste processo de separação (fase sólida) são encaminhadas para o edifício de espessamento de lamas.

O Tratamento Secundário da ETAR de Vila Real encontra-se dimensionado para tratar um caudal máximo afluente de 700 m³/h, cujas características são as descritas anteriormente, dividido por duas linhas de tratamento. Trata-se de um processo de biomassa fixa em leito móvel com arejamento por difusores. O processo implementado é designado por HYBAS, ou seja, trata-se de um leito móvel com recirculação externa de lamas, pois mistura as características de um reator de lamas ativadas com as de um leito percolador. Num reator HYBAS, existe em suspensão um enchimento plástico que se move livremente no reator e a cuja superfície aderem as bactérias flocculantes formando uma biopelícula. Ao reator aeróbio seguem-se os tanques de desnitrificação (reator anaeróbio), nos quais ocorre a desnitrificação do licor misto.

O arejamento do caudal de tratamento na ETAR de Vila Real é assegurado por 4+1 arejadores, com caudal de ar de 2.663 m³/h a 600 mbar. Esta ETAR está ainda preparada para que o controlo do arejamento seja feito por amónia e oxigénio. Todo este sistema possui monitorização de vários parâmetros, tais como: oxigénio dissolvido, amónia e potencial redox.

O efluente, já tratado biologicamente, passa para o recinto de decantação secundária, permitindo, desta forma, que os flóculos e grânulos com maior peso sedimentem no fundo (lama ativada). Uma parte das lamas sedimentadas é recirculada para o reator biológico (de forma a

manter a população microbiana) e, a outra, é enviada para a unidade de espessamento de lamas. O sobrenadante, resultante destes decantadores, é sujeito a um tratamento terciário.

O Tratamento Terciário surge como complemento dos processos anteriores, tendo como objetivos reduzir a carga microbiana no efluente tratado e prevenir a eutrofização dos meios hídricos recetores. No caso concreto da ETAR de Vila Real, em que a remoção de nutrientes está já prevista no tratamento biológico, os processos efetuados, nesta fase, são a microtamisação e a desinfecção por radiação ultravioleta. Antes da sua descarga no rio, a jusante da ETAR, o efluente tratado neste estágio é monitorizado através da recolha periódica de amostras para análise dos parâmetros do autocontrolo, exigidos na licença de descarga.

A **linha de sólidos**, relativa ao tratamento de lamas (primárias e secundárias) compreende o espessamento, a digestão anaeróbia, a desidratação e o armazenamento.

O processo de Espessamento de Lamas tem como objetivo a separação das fases líquida e sólida da lama, reduzindo o seu volume e aumentando o seu teor de matéria sólida. Este processo é efetuado por dois sistemas diferentes, consoante a origem das lamas: espessador gravítico e mesas de espessamento. Ou seja, as lamas resultantes da decantação primária são encaminhadas para o espessador gravítico, onde as lamas perdem humidade por gravidade, enquanto as lamas provenientes da decantação secundária são encaminhadas para duas mesas de espessamento por ação mecânica. Após este tratamento, as lamas são encaminhadas para um tanque de mistura, onde são homogeneizadas juntamente com as lamas provenientes do espessador gravítico. A mistura assim resultante pode seguir para a fase de digestão anaeróbia e/ou para a desidratação de lamas, após a qual as lamas vão para armazenamento e aguardando a sua expedição para compostagem.

A Digestão Anaeróbia é um processo químico no qual uma comunidade complexa de microrganismos promove a decomposição e degradação da matéria orgânica, neste caso específico, nas lamas provenientes dos decantadores primários e secundários, na ausência de oxigénio. Os produtos finais da digestão anaeróbia são o biogás, constituído essencialmente por metano (CH₄) e por dióxido de carbono (CO₂), e o produto digerido, constituído por biomassa microbiana.

A instalação possui dois digestores anaeróbios com 600 m³ de capacidade, os quais são alimentados por lamas provenientes do tanque de mistura. No interior de cada um dos digestores é monitorizado e controlado o valor do pH da solução (6 a 8), de modo a promover o crescimento da população bacteriana pretendida. Esse controlo de pH é efetuado por adição de cal, através de um sistema de bombagem próprio. Para além deste parâmetro também é controlado o valor da temperatura no interior de cada um dos digestores, controlo esse que é realizado por variação do caudal de água quente num circuito dos permutadores de calor

Com o intuito de remover os compostos de enxofre existentes na corrente gasosa, o biogás produzido é também submetido a um sistema de dessulfurização. Basicamente, este sistema é constituído por limalhas de ferro fixadoras de tais compostos.

Na desidratação, de forma a diminuir o seu teor de humidade, as lamas provenientes da digestão anaeróbia e/ou do tanque de mistura de lamas são encaminhadas para duas mesas centrifugadoras, assim se obtendo um produto final com um baixo teor de humidade, que é depois encaminhado para o silo de armazenamento.

A **linha de gases** tem a função de efetuar uma desodorização química para eliminação dos odores desagradáveis e potenciais poluentes atmosféricos. O objetivo da ventilação dos locais é o de impedir a difusão para o exterior dos poluentes gasosos produzidos no decurso do tratamento. Os compostos principais dos poluentes gasosos são o amoníaco, a metilamina e o gás sulfídrico. As principais fases que geram estes poluentes são:

- Gradagem e Tamisação
- Separador de Gorduras e Classificador de Areias
- Espessador de Lamas Primárias e Tanque de Mistura de Lamas
- Desidratação das Lamas e Silo de Lamas Desidratadas

A desodorização química é efetuada através duma adsorção gás-líquido (permuta dos poluentes gasosos para a via líquida) com 2 torres de lavagem. À saída de cada torre existe um filtro que retém as gotas em suspensão no ar. Na parte inferior de cada torre existe um reservatório de armazenamento do líquido de lavagem.

De acordo com o título em vigor TURH - L007168.2017.RH3 a ETAR de Vila Real tem de cumprir à saída com os parâmetros constantes do extrato do mesmo, apresentado no Anexo D.

A ETAR não apresenta incumprimentos, estando a operar em condições normais de funcionamento e por vezes com caudais e cargas acima do previsto.

Os quadros 4.3, 4.4 e 4.5 apresentam os valores relativos aos anos de 2015, 2016 e 2017, relativamente à atividade e aos parâmetros do auto controlo do TURH.

Quadro 4.3 – Volumes de afluente bruto tratado

Ano	Volume médio diário (m ³)	Volume total (m ³)	Caudal Ponta Máximo m ³ /h
2015	6 489	2 368 352	512
2016	7 334	2 676 891	507
2017	6 185	2 257 658	452

Quadro 4.4 – Controlo analítico do afluente bruto (entrada da ETAR)

Ano	CQO		CBO ₅		SST		N		P	
	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia
2015	970	6 294	534	3 465	336	2 180	85	552	11,1	72,0
2016	705	5 170	370	2 714	242	1 775	79	579	8,9	65,3
2017	1 015	6 278	594	3 674	392	2 425	85	526	11,5	71,1

Quadro 4.5 – Controlo analítico do efluente tratado (saída da ETAR)

Ano	CQO		CBO ₅		SST		N		P	
	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia	Conc. Média mg/l	Carga média diária Kg/dia
2015	25,7	167	3,2	21	4,5	29	8,6	56	0,7	4,6
2016	22,9	168	4,8	35	4,2	31	9,0	66	0,6	4,4
2017	24,9	154	3,8	24	3,2	20	10,5	65	0,5	3,1

Todo o processo descrito nos pontos anteriores pode ser ilustrado através do diagrama de fluxo apresentado na figura 4.9 (Manual de Operação da ETAR de Vila Real, ACCIONA, 2011).

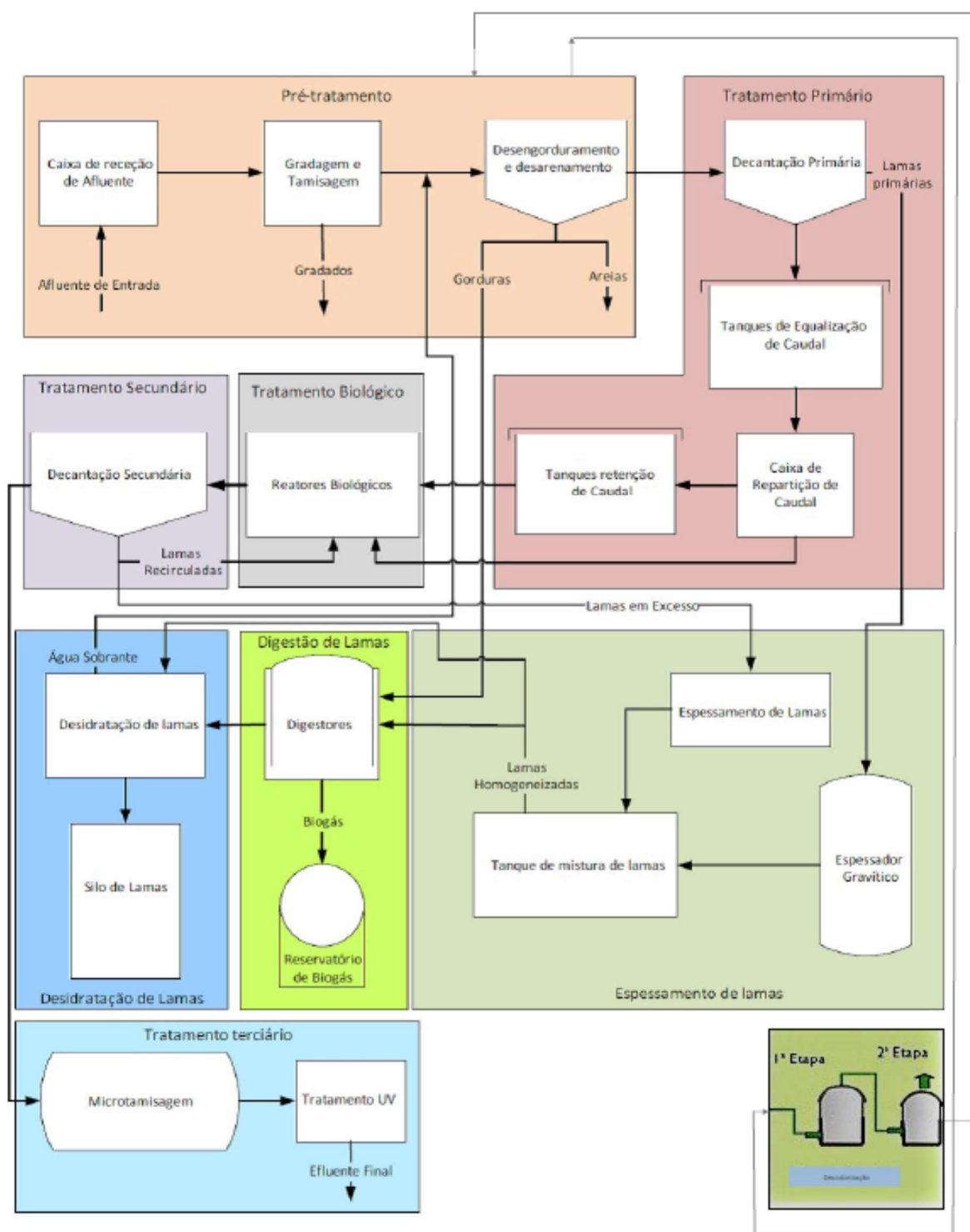


Figura 4.9 – Diagrama de fluxo do sistema de tratamento da ETAR de Vila Real (ACCIONA, 2011)

➤ Mapeamento e descrição do fluxo do processo

De acordo com o descrito no capítulo 3, o mapeamento do sistema (figura 4.10), permite-nos analisar com detalhe todos os processos que constituem o sistema, bem como identificar as frações de resíduos e os grupos expostos ao risco, em cada local, para posterior avaliação do nível do mesmo.

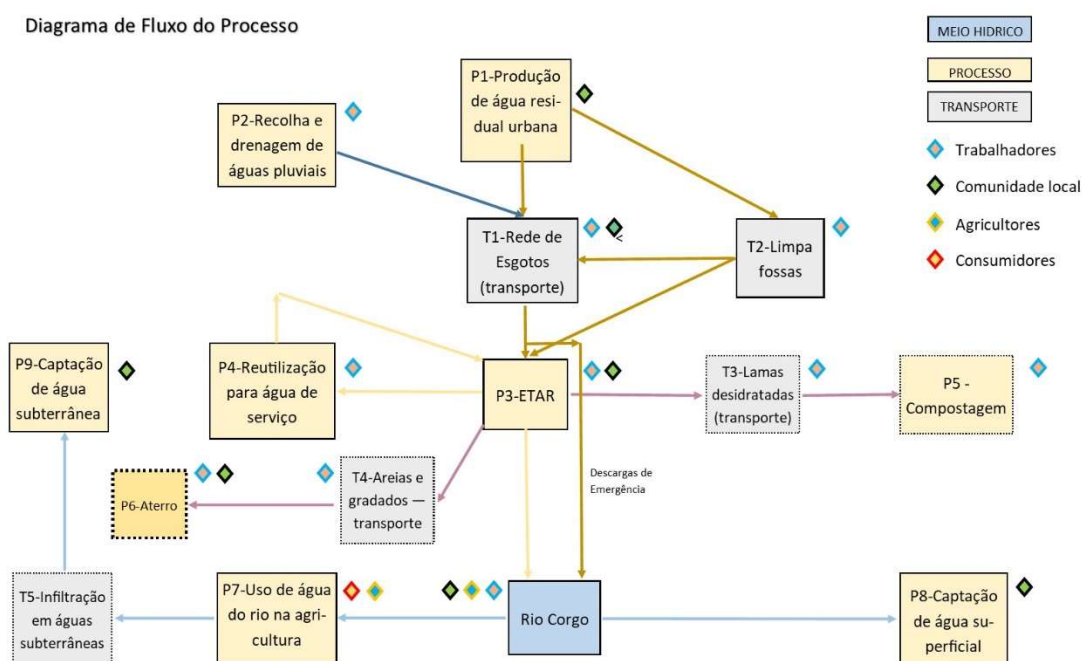


Figura 4.10 – Mapeamento do sistema de Águas Residuais de Vila Real

No caso concreto do SVR são identificados os seguintes processos:

P1 – produção de água residual urbana proveniente de uma rede de drenagem, da responsabilidade do operador em "baixa", constituída por ramais domiciliários, coletores gravíticos, condutas elevatórias e estações elevatórias que aflui a pontos de entrega do sistema em "alta". A maior parte das águas residuais é proveniente do uso doméstico, com origem nos aparelhos sanitários, cozinhas e lavandarias das habitações. A outra parte tem proveniência em estabelecimentos comerciais ou de serviços cuja tipificação é idêntica à doméstica. Existem ainda alguns casos de habitações dotadas de fossas sépticas, que com alguma frequência são limpas utilizando um processo a que seguir se descreve. No caso concreto do sistema em estudo, são ainda recolhidas águas residuais, de características diferentes das domésticas, com proveniência na Zona Industrial de Vila Real, nas vacarias da UTAD e no Centro Hospitalar de Trás-os-Montes;

P2 – Produção de água pluvial que, apesar do sistema de drenagem “em baixa” possuir redes separativas na grande maioria do tecido urbano, inclui águas residuais devido a ligações indevidas à rede ou infiltração. A influência destas no sistema de recolha, transporte e tratamento é muito importante, principalmente em períodos de grande pluviosidade, pelo impacto que causa no aumento significativo dos caudais a transportar, da quantidade de sólidos que arrasta e das perturbações induzidas no tratamento biológico;

T1 – Rede de esgotos onde toda a água residual que é recolhida pela rede, nos 229 pontos de recolha identificados, cadastrados e monitorizados, é transportada para a ETAR através de coletores gravíticos, condutas elevatórias e estações elevatórias do sistema. Toda a conservação e manutenção da rede é efetuada por colaboradores da empresa, que efetuam rondas periódicas com tarefas planeadas e, se necessário, de carácter corretivo;

T2 – Limpa fossas para os casos em que as habitações não se encontram ligadas aos ramais em “baixa” e possuem fossas individuais ou coletivas, as mesmas são esvaziadas quando necessário e o afluyente transportado em camião cisterna e entregue numa caixa de visita da alta ou, preferencialmente, diretamente na ETAR. Esta operação é da responsabilidade do gestor da “baixa” ou de um seu prestador de serviços;

T3 – Transporte de lamas desidratadas provenientes do processo de tratamento na ETAR, que após a sua desidratação, são acondicionadas em silo e entregues a operador externo que as transporta a destino final adequado. Esta operação de transporte, apesar de não ser da responsabilidade da empresa, a mesma efetua o seu controlo legal através da gestão das eGAR. (Salienta-se que não é objeto desta dissertação avaliar o risco dos impactos com o transporte e manuseamento das lamas, após a sua retirada da instalação, mas apenas os relativos à fase líquida);

P3 – ETAR onde após a chegada da água residual bruta aos órgãos de entrada de inicia o seu tratamento segundo os processos e nas etapas anteriormente descritos. Em 2017, o caudal médio diário anual afluyente a esta ETAR foi de 6185 m³/dia;

T4 – Transporte de areias e gradados provenientes do processo de tratamento na ETAR, os quais são acondicionadas em contentores e entregues a operador externo que as transporta a destino final adequado (presentemente um aterro de resíduos não perigosos). Esta operação de transporte, não sendo da responsabilidade da empresa, está mesmo assim sujeita ao controlo legal, através da gestão das eGAR. Pela razão já mencionada, os impactos com o transporte e manuseamento deste resíduo, após a sua retirada da instalação, não fazem parte do objeto desta dissertação;

P4 – Reutilização para água de serviço utilizada no sentido de se obter uma otimização da gestão de recursos hídricos e integrada na política de sustentabilidade da empresa. A ETAR está dotada de uma rede autónoma de água de serviço, com origem num tanque de água tratada, imediatamente a montante da descarga no rio Corgo. Esta água é utilizada pelos operadores da ETAR em múltiplos usos, destacando-se com maior importância a lavagem de órgãos e equipamentos em contacto com a água residual em tratamento e ainda no processo de espessamento e desidratação de lamas;

P5 – Compostagem, presentemente as lamas desidratadas da ETAR são transportadas para unidade de compostagem e valorização agrícola.

P6 – Aterro, as areias e gradados são depositadas em aterro específico para resíduos não perigosos.

P7 - Uso de água do rio na agricultura, a jusante da ETAR verifica-se a utilização de água do rio Corgo para rega na agricultura. Existem inclusive várias captações licenciadas e detentoras de título de utilização para rega. Esta utilização tem maior expressão na rega gota-a-gota na região do Douro Vinhateiro. Foram ainda identificadas várias parcelas de pequena dimensão, essencialmente com hortícolas e cuja rega é efetuada “no pé” por encharcamento em sulco;

T5 – Infiltração em águas subterrâneas, na sequência das operações de uso de água do rio Corgo para a agricultura, existem infiltrações no solo, que através deste passam a agregar os aquíferos que são de seguida repostos no rio Corgo. Desconhece-se a utilização destes aquíferos para o consumo de água para consumo humano. Não são avaliadas no âmbito deste estudo, as repercussões destas infiltrações pela inexistência de dados quantificáveis, relativamente aos caudais captados para rega, bem como a existência de utilizadores de poços ou furos artesianos;

P8 – Captação de água superficial a jusante da descarga da ETAR, apenas é conhecida para fins agrícolas, já atrás referido, no leito do próprio rio. Não foi identificada qualquer captação para consumo humano, nem existe qualquer título emitido pela autoridade ambiental;

P9 – Captação de água subterrânea, desconhece-se a existência de captações subterrâneas para qualquer tipo de uso a jusante da ETAR, principalmente na área ribeirinha e até a uma distância de 1000m desta. Contactada a APA, foi indicado que não existia na área qualquer TURH concedido.

➤ **Caraterização das frações de resíduos**

Conforme exposto em 3.2.1, são identificadas as várias frações de resíduos que se conseguem identificar em todos os processos do Sistema de Vila Real, existindo frações para as quais é necessário efetuar análises para comprovar a sua existência (quadro 4.6).

Para além dos assinalados a (vermelho), é importante efetuar uma caraterização dos microrganismos patogénicos presentes, considerando a necessidade de avaliar a sua perigosidade bem como as metas numa eventual redução.

As lamas da ETAR de Vila Real apresentam, no que respeita a metais pesados, valores apreciáveis de concentrações de cobre, zinco, crómio, chumbo e um valor residual de mercúrio. No que respeita à parte microbiológica, na última análise foram encontradas concentrações de 14.000 ufc/100 ml de *E.Coli.* e, no histórico, existem análises positivas e análises negativas sobre a presença de *Salmonella*.

Quadro 4.6 – Frações dos resíduos tipo e potenciais perigos para a saúde humana

	Constituição do Residuo					
	Potenciais Perigos Biológicos	Potenciais Perigos Químicos		Potenciais Perigos Físicos		
	Microorganismos Patogénicos	Químicos Tóxicos	Metais Pesados	Objetos Perfurantes	Material Inorgânico	Maus Cheiros
Fração Líquida						
Água Residual Doméstica (efluente tratado)	V		V		V	V
Água Residual Doméstica (afluente bruto)	V		V	V	V	V
Águas Pluvias		V	V	V		
Linhas de Água	V	V	V			
Água Residual Industrial	V	V	V			
Resíduos de Reagentes do Tratamento		V	V			
Fração Sólida						
Areias e Gradados	V	V	V	V	V	V
Lamas de ETAR	V	V	V	V	V	V
Resíduos de Reagentes do Tratamento		V	V			
Resíduos Agrícolas (de colheitas)	V			V	V	
Resíduos Hospitalares	V	V	V	V	V	
Resíduos Industriais		V	V	V	V	V
Fração Gasosa						
Ácido Sulfídrico - H ₂ S		V				V
Metano - CH ₄		V				
Dióxido de Carbono - CO ₂		V				
Resíduos de Reagentes do Tratamento		V				V

V - Verificado através do histórico de ensaios

V - Necessário verificar em ensaios futuros

➤ Identificação dos grupos expostos ao risco no Sistema de Vila Real

Neste trabalho, foram identificados os grupos e subgrupos expostos ao risco no SVR (quadro 4.7), bem como uma estimativa da quantidade de indivíduos em cada categoria. Alguns destes valores tiveram de ser estimados face à ausência de dados suficientemente fiáveis. O caso mais significativo, e com consequência no nível de risco, diz respeito aos consumidores dos produtos agrícolas regados com água captada a jusante da descarga. No caso específico do Sistema de Vila Real não foram identificados agricultores que reguem, nem consumidores de produtos agrícolas regados com água residual.

Quadro 4.7 – Identificação dos grupos expostos ao risco no SVR

Grupo exposto	Trabalhadores (internos ou externos)	
Tipo	Sub-grupo	Quant.
C1	Os que operam e mantêm o subsistema de drenagem de esgotos	6
C2	Os que operam e mantêm a estação de tratamento	12
C3	Os que transportam e fazem deposição de lamas, areias, gradados e gorduras e recolhem fossas sépticas.	6

Grupo exposto	Comunidade Local	
Tipo	Sub-grupo	Quant. (*)
R1	Vivem nas imediações da ETAR ou em povoados a jusante do local de descarga	7500
R2	Vivem na imediação do sistema de drenagem de esgotos	25000
R3	Vivem em zonas adjacentes a explorações agrícolas que utilizam efluentes da estação de tratamento	50
R4	Praticam atividades de lazer a jusante da descarga	250

Grupo exposto	Agricultores	
Tipo	Sub-grupo	Quant. (*)
A1	Utilizam água captada a jusante da descarga da estação	120
A2	Utilizam o efluente tratado	....

Grupo exposto	Consumidores	
Tipo	Sub-grupo	Quant. (*)
U1	Consumem produtos agrícolas regados com água residual pelos agricultores	....
U2	Consumem produtos agrícolas regados com água captada a jusante da descarga	500

(*) - valores estimados por não existirem dados exatos

4.1.4 Identificação de perigos, eventos perigosos e nível de risco

Na sequência da análise feita nos capítulos anteriores, nomeadamente o mapeamento e identificação dos processos, a identificação dos grupos e subgrupos expostos e sua dimensão e as frações de resíduos, foram identificados os eventos perigosos e perigos relacionados com o SVR, de modo a prosseguir com a avaliação do risco e subsequente proposta de medidas de controlo, considerando os grupos expostos. O trabalho efetuado encontra-se sintetizado no quadro 4.8, estando o seu detalhe no Anexo B. Face à falta de históricos existentes ou conhecidos, constatada junto das entidades contactadas, será necessário, no futuro (numa fase de revisão do PSAR), visitar a identificação de eventos perigosos efetuada, dada a sua importância para a plena eficácia do plano.

Quadro 4.8 – Tabela de identificação de perigos e avaliação do risco no SVR

ETAPA (1)	Identificação do Perigo					Avaliação de Risco					Medidas de Controlo		Observação
	Tipo de Risco (2)	Grupo Exposto	Evento Perigoso	Perigo	Via de Exposição	Prob. (3)	Sev. (4)	Magn. (5)	Pont. (6)	Nível Risco (7)	Identificação da medida de controlo existente(s)	Validação	
P1	B	R2	Exposição ao esgoto na sequência de roturas ou colapsos na via pública	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	2	1	6	Insig.	n.a.		
P1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de reparações da rede de drenagem	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	2	6	36	B	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	Existe muita resistência dos colaboradores em utilizarem integralmente o equipamento
P2	Q	C1	Exposição ao esgoto pluvial em tarefas de desobstruções e limpezas de coletores e órgãos de recolha	Químicos tóxicos	Inalação ou ingestão	3	2	3	18	Insig.	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de rotina no interior das caixas de visita e estações elevatórias	Microrganismos patogénicos	Contacto	2	4	3	24	Insig.	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	Q	C1		Químico - Existência de Gases Tóxicos	Inalação	2	8	3	48	B	Procedimento de espaços confinados	Visual e auditoria	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em ocorrências de obstrução de coletores.	Microrganismos patogénicos	Contacto (pele e olhos)	3	8	6	144	E	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	Na sequência de jatos de esgoto em pressão. Não foi observado a utilização de óculos de proteção
T1	F	C1		Objetos Perfurantes	Penetração na pele	2	8	6	96	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de manutenção corretiva no interior de Estações Elevatórias	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	6	72	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	A utilização de máscara não é prática comum mas seria desejável.
T1	Q	C1		Químico - Existência de Gases Tóxicos	Inalação	2	8	6	96	M	Procedimento de espaços confinados	Visual e auditoria	A utilização de máscara não é prática comum mas seria desejável.
T1	B	C1	Colheita de amostras para controlo de qualidade e controlo operacional	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	3	36	B	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	C1	Queda em poços de estações elevatórias	Microrganismos patogénicos	Contacto/Ingestão	2	16	6	192	E	Trabalho em equipa em espaços confinados	Visual, procedimentos internos e formação	
T1	F	C1		Afogamento	Ingestão	2	16	6	192	E			
T1	F	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de limpeza de grades mecánicas em Estações Elevatórias	Objetos Perfurantes	Penetração na pele	3	8	3	72	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de recolha de areias e gradados	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	6	72	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	Q	C1		Químico - contacto com metais pesados	Contacto/inalação	3	4	6	72	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	Constatou-se que a qualidade dos EPI's do prestador de serviços eram de qualidade duvidosa.
T1	F	C1		Objetos Perfurantes	Penetração na pele	2	8	3	48	B	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	

A identificação de eventos perigosos e perigos foi feita tendo por base o conhecimento do sistema, bem como em reuniões com a equipa do PSAR, nomeadamente com o responsável de operação e manutenção do SVR e a Autoridade Local de Saúde. Foram ainda tidos em consideração os registos históricos e matrizes de risco existentes no setor da HST, da responsabilidade da Área de Sustentabilidade Empresarial da Águas do Norte. Foram ainda consultados estudos existentes na empresa, nomeadamente o relativo à “Avaliação da concentração de microrganismos em suspensão na(s) atmosfera(s) do ar interior – Bactérias”, dada a sua importância principalmente pela identificação das zonas críticas onde ocorrem as maiores concentrações.

Do referido estudo, nos locais onde foi efetuada a monitorização: órgãos de entrada (i), arejamento (ii), deposição de lamas (iii), descarga do efluente tratado (iv) e envolvente exterior à ETAR (v), obtiveram-se os valores de 8707, 400, 2280, 5910 e 180 (UFC/m³) respetivamente, donde se conclui que o local de maior concentração, e como tal de maior perigo de contaminação por contacto ou inalação, é junto à obra de entrada.

Informação de contexto e de conformidade

Considerando que a empresa Águas do Norte S.A. possui a certificação do seu sistema de gestão nos referenciais da Qualidade, Ambiente, Segurança e Saúde e Responsabilidade Social (NP EN ISO 9001:2008; NP EN ISO 14001:2012; OHSAS 18001:2007; SA 8000), em todas as suas instalações, existe uma quantidade significativa de informação, instruções de trabalho e procedimentos, que se tornam facilitadores para a equipa de gestão do PSAR, dos quais enuncio sucintamente aqueles que se considera terem interferência direta com a gestão do risco como sejam: PRO 014 - Preparação e resposta a emergências; PRO 067 - Preparação, colheita, transporte, preservação e receção de amostras de saneamento de águas residuais; IT com as regras de segurança para todas as determinações de controlo operacional (ITL); IT 024 - Boas práticas de higiene; IT 025 - Riscos químicos; PRO 060 - Transporte de mercadorias; IT 021 - Movimentação de cargas com empilhadores, IT 022 - Uso de meios mecânicos de elevação, IT 188 para limpezas gerais e Manual SHST.

Para além dos procedimentos e determinações atrás referidos, o Sistema de Vila Real possui aplicações informáticas de gestão operacional, com registos permanentes de ocorrências, que se tornam muito úteis, dado o seu tratamento de análise e consequente plano e ação.

Não foi possível obter relatórios e registos de ocorrências, na autoridade de saúde pública, bem como dados de eventos epidemiológicos.

Não foram encontrados dados na autoridade ambiental, relacionados com programas de monitorização ambiental, nomeadamente no que respeita à concentração de poluentes nos diferentes meios. No entanto, foram referenciados pela autoridade ambiental, na zona considerada, com influência do rio (buffer de 1000m), 11 títulos de utilização dos recursos hídricos com a finalidade de rega. Além disso, foram também referenciados, na bacia do rio Corgo, 21 títulos de rejeição de águas residuais, sendo 5 do setor industrial e os restantes do setor urbano. Não foi possível obter os dados do controlo analítico relativo às instalações de carácter industrial, mas apenas que são do setor vinícola.

4.1.5 Avaliação de medidas de controlo e priorização dos riscos

De acordo com o preconizado no ponto 3.4 e com o escalonamento efetuado para o nível do risco e medidas a desenvolver (quadros 3.8 e 3.9), considera-se que, para além de melhorar o controlo sobre as medidas existentes, apenas irão ser considerados para efeito de novas medidas os riscos classificados como de nível ELEVADO. O quadro 4.9 descreve os eventos que se encontram classificados nesse nível de risco.

De referir que, para além dessas medidas de controlo, existem outras de carácter genérico, no que respeita aos colaboradores da Águas do Norte, que são preventivas e têm carácter obrigatório como sejam:

- Colaboradores vacinados contra a hepatite A e B;
- Controlo da vacina do tétano;
- Correto armazenamento e rotulagem de reagentes químicos para as determinações analíticas;
- Disponibilização das fichas de dados de segurança dos reagentes utilizados;

- Sinalização de segurança e saúde adequada;
- Disponibilização de EPI necessários à execução das tarefas (nomeadamente luvas de proteção biológica, máscara de proteção, fato de proteção, etc.)
- Meios de contenção disponíveis
- Exercícios simulados
- Disponibilização de protetores auditivos
- Monitorização do ruído ocupacional
- Audiograma nas consultas de aptidão
- Sinalização dos locais ruidosos

Quadro 4.9 – Eventos perigosos com risco elevado no SVR

ETAPA (1)	Identificação do Perigo					Avaliação de Risco					Medidas de Controlo	
	Tipo de Risco (2)	Grupo Exposto	Evento Perigoso	Perigo	Via de Exposição	Prob. (3)	Sev. (4)	Magn. (5)	Pont. (6)	Nível Risco (7)	Identificação da medida de controlo existente(s)	Validação
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em ocorrências de obstrução de coletores.	Microrganismos patogénicos	Contacto (pele e olhos)	3	8	6	144	E	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual
T1	B	C1	Queda em poços de estações elevatórias	Microrganismos patogénicos	Contacto/Ingestão	2	16	6	192	E	Trabalho em equipa em espaços confinados	Visual, procedimentos internos e formação
T1	F	C1	Queda em poços de estações elevatórias	Afogamento	Ingestão	2	16	6	192	E	Trabalho em equipa em espaços confinados	Visual, procedimentos internos e formação
P3	Q	C2/C3	Exposição ao contacto com lamas em tarefas de operação e transfega	Químicos tóxicos e metais pesados	Inalação e ingestão	3	8	6	144	E	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual
P3	Q	C2/C3	Exposição ao contacto com areias, gradados e gorduras em tarefas de operação e transfega	Químicos tóxicos e metais pesados	Inalação e ingestão	3	8	6	144	E	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual
P7	B	A1	Utilização de água do rio para uso na agricultura - rega pelo pé em vala	Microrganismos patogénicos	Inalação e contacto	6	8	3	144	E	Inexistente	n.a.
P7	B	U2	Consumem produtos agrícolas contaminados pela rega	Microrganismos patogénicos	Ingestão	6	8	3	144	E	Inexistente	n.a.

O nível do risco avaliado como Elevado, detalhado no quadro anterior diz respeito em grande parte ao grupo dos colaboradores que operam o SVR, os quais apesar de terem uma probabilidade de ocorrência reduzida referem-se a severidades maiores. Estas situações encontram-se referenciadas também nos procedimentos da própria Empresa, sendo objeto de preocupação principalmente no que respeita à garantia de se efetuar o trabalho em equipa e não isoladamente. Já no que respeita aos consumidores e agricultores o nível do risco é mais influenciado pela probabilidade da ocorrência, que como já foi referido carece da obtenção de mais dados no futuro. Esta classificação foi preventivamente influenciada pelo conhecimento da falta de informação e sensibilidade existente por estes grupos.

4.1.6 Plano de melhoria

➤ Desenvolvimento e implementação

Foi desenvolvido um plano de melhoria de acordo com o estipulado no ponto 3.5, no sentido de reduzir o nível do risco e cujas medidas de encontram descritas no quadro 4.10.

Numa fase posterior e no que respeita aos eventos perigosos de carácter biológico, a eficácia das alternativas na redução do risco deverá ser quantificado em termos de redução logarítmica de acordo com os referenciais apresentados nos Guias da OMS, nomeadamente os constantes do volume 2 relativos ao uso de águas residuais na agricultura.

Quadro 4.10 – Plano de melhoria

ETAPA	Identificação do Perigo		Nível do Risco	Alternativas para o plano de melhoria					
	Grupo Exposto	Evento Perigoso		Medida de controlo possível	Comentários	Eficácia da alternativa na redução do risco	Referência/validação	Prioridade	Responsável
T1	C1	Exposição ao esgoto em ocorrências de obstrução de coletores	E	Garantia da qualidade dos EPIs utilizados, nomeadamente de luvas de proteção biológica. Utilização de óculos de proteção no decurso da operação de desobstrução.	Este risco foi considerado elevado pela possibilidade de projeção de microrganismos para os olhos.	Não quantificada, mas terá efeitos positivos importantes.	PRO 014 - Preparação e resposta a emergências	curto prazo	AdNorte
T1	C1	Queda em poços de estações elevatórias.	E	Garantir de que o trabalho é feito em equipa. Disponibilizar botas antiderrapantes. Utilizar arnes de segurança.	Necessário verificar se a queda não poderá ser provocada por ambiente tóxico no interior do poço. Esta situação é abrangida pela medida de controlo inicial que deve respeitar o procedimento de trabalho em espaços confinados	Espera-se eficácia elevada pela redundância de meios de segurança.	Pro - Trabalhos em espaços confinados. Correta e adequada utilização de EPI's	curto prazo	AdNorte
P3	C2/C3	Exposição ao contacto com lamas em tarefas de operação e transfeça.	E	Sensibilização dos colaboradores. Utilização de máscaras de proteção.	Consideram-se de grande importância as ações de sensibilização dado o desconhecimento do teor de materias tóxicos e metais pesados existentes neste sub produtos. Negligencia-se por vezes o seu manuseamento.	Não quantificada, mas terá efeitos positivos importantes.	IT 024 - Boas práticas de higiene	curto prazo	AdNorte
P3	C2/C3	Exposição ao contacto com arcias, gradados e gorduras em tarefas de operação e transfeça.	E	Sensibilização dos colaboradores. Utilização de máscaras de proteção.	Consideram-se de grande importância as ações de sensibilização dado o desconhecimento do teor de materias tóxicos e metais pesados existentes neste sub produtos. Negligencia-se por vezes o seu manuseamento.	Não quantificada, mas terá efeitos positivos importantes.	IT 024 - Boas práticas de higiene	curto prazo	AdNorte
P7	A1	Utilização de água do rio para uso na agricultura - rega pelo pé em vala.	E	Alterar o tipo de rega: e.g (gota a gota ou micro aspersão). Uso de vestuário de proteção pelo agricultor e sensibilização para boas práticas de higiene.	Utilizar no mínimo calçado adequado e luvas de proteção biológica. No que respeita a práticas de higiene é essencial mudar de roupa antes das refeições ou quando próximo de outras pessoas em ambiente fechado.	Difícil aplicação pelo investimento necessário e motivação dos agricultores. Se aplicado tem impacto positivo importante	Guias da OMS 2006 - Vol 2	Médio prazo	Associações de Agricultores e Autoridade Local de Saúde
P7	U2	Consumem produtos agrícolas contaminados pela rega.	E	Campanhas de informação e sensibilização dirigida aos potenciais consumidores, nomeadamente sobre a confeção dos produtos	Muito importante a identificação dos produtos mais perigosos, nomeadamente vegetais para consumir em cru	Difícil aplicação pela preferência em adquirir produtos diretamente do agricultor.	Boas práticas de hig	Médio prazo	Associações de Agricultores e Autoridade Local de Saúde

➤ Monitorização

No sentido de avaliar a aplicação das medidas de controlo suplementares, bem como de permitir verificar a sua eficácia, foi desenvolvido um plano de monitorização que se descreve sumariamente no quadro 4.11.

Quadro 4.11 - Plano de monitorização das medidas de controlo

Etapa	Grupo exposto	Plano de Monitorização						
		Evento perigoso	Descrição das medidas de controlo	O que é Monitorizado?	Como é Monitorizado?	Onde é Monitorizado?	Quem Monitoriza?	Quando é Monitorizado?
T1	C1	Exposição ao esgoto em ocorrências de obstrução de coletores.	Garantia da qualidade dos EPI's utilizados, nomeadamente de luvas de proteção biológica. Utilização de óculos de proteção no decurso da operação de desobstrução	Estado de conservação dos EPI's	Por inspeção visual	No local de trabalho, junto do colaborador	Equipa da STE	Frequência trimestral. Se outra não for considerada mais conveniente face ao uso e deterioração
T1	C1	Queda em poços de estações elevatórias.	Garantir de que o trabalho é feito em equipa. Disponibilizar botas antiderrapantes. Utilizar amês de segurança.	A utilização das botas e do amês	Por inspeção visual	No local de trabalho, onde o seu uso é necessário.	Responsável de Operação	Aleatório
P3	C2/C3	Exposição ao contacto com lamas em tarefas de operação e transfega.	Sensibilização dos colaboradores. Utilização de máscaras de proteção.	Utilização de máscara	Por inspeção visual	No local de trabalho, onde o seu uso é necessário.	Responsável de Operação	Aleatório
P3	C2/C3	Exposição ao contacto com areias, gradados e gorduras em tarefas de operação e transfega.	Sensibilização dos colaboradores. Utilização de máscaras de proteção.	Utilização de máscara	Por inspeção visual	No local de trabalho, onde o seu uso é necessário.	Responsável de Operação	Aleatório
P7	A1	Utilização de água do rio para uso na agricultura - rega pelo pé em vala.	Alterar o tipo de rega; e.g (gota a gota ou micro aspersão). Uso de vestuário de proteção pelo agricultor e sensibilização para boas práticas de higiene.	Utilização de vestuário de proteção	Por inspeção visual	Durante o período de laboração	Autoridade Local de Saúde	Durante a época alta de cultivo e de forma aleatória
P7	U2	Consumem produtos agrícolas contaminados pela rega.	Campanhas de informação e sensibilização dirigida aos potenciais consumidores, nomeadamente sobre a confeção dos produtos.	Plano de sensibilização	Visual	Nos locais de venda e em reuniões nas sedes das Juntas de Freguesia	Autoridade Local de Saúde	No período anterior às colheitas

4.2 Controlo da qualidade na bacia do rio Corgo

4.2.1 Caraterização física e usos predominantes

A bacia hidrográfica, do rio Corgo situa-se nos concelhos de Vila Pouca de Aguiar, Vila Real, Santa Marta de Penaguião e Peso da Régua. A área total é de 54,4 km² e a extensão total das linhas de água principais de 161,7 km, distribuída pelos diferentes afluentes da forma indicada no quadro 4.12.

Quadro 4.12 – Caraterísticas físicas da bacia

Nome	Extensão (Km)	Extensão Total (Km)	Área da Bacia Km ²
Rio Aguilhão	18,6	161,7	514,4
Rio Cabril	16,7		
Rio Corgo	55,4		
Rio Felgueiras	4,0		
Rio Pequeno	6,6		
Rio Sordo	16,6		
Rio Tanha	30,3		
Ribeiro de Arcã	6,6		
Ribeiro de Paúl	4,5		
Ribeira das Toirinhas	2,3		

A configuração da bacia do Corgo, bem como a localização das ETAR das Águas do Norte encontram-se representada na figura 4.11

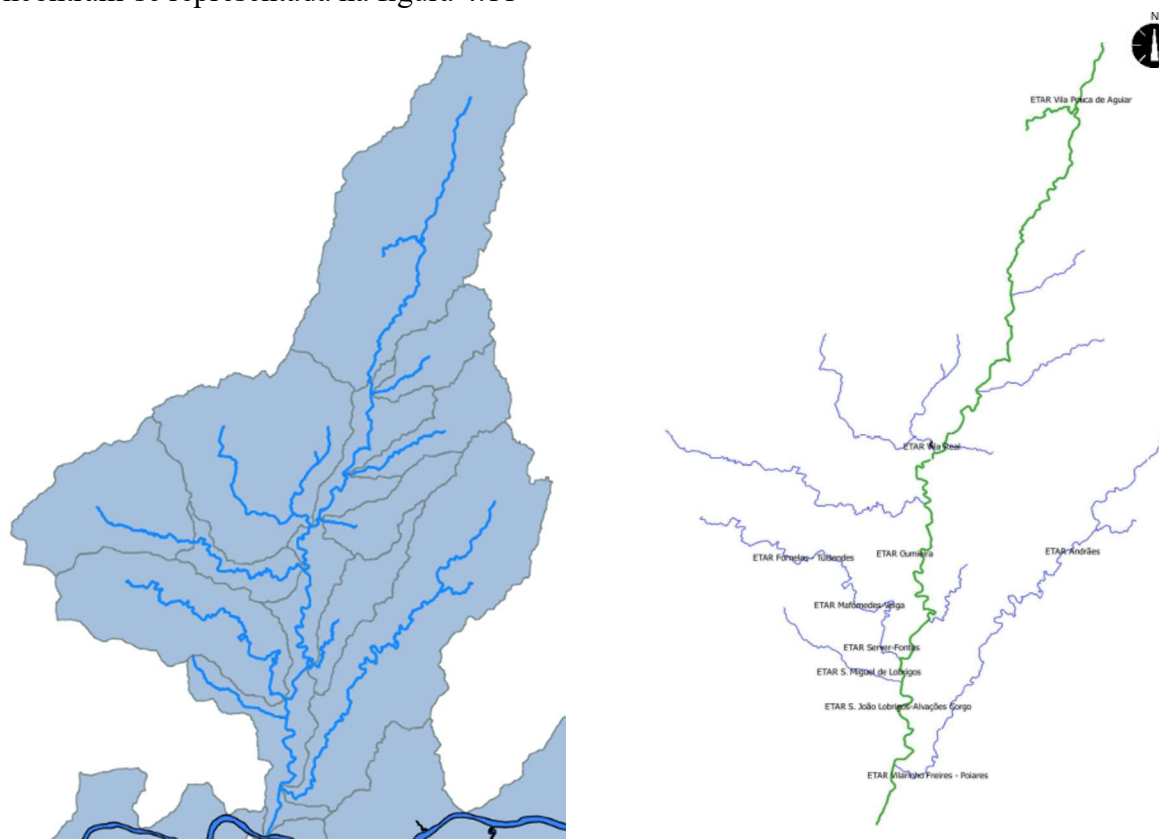


Figura 4.11 – Bacia do rio Corgo e localização das Etar da AdNorte

Relativamente às características e localização das ETAR das Águas do Norte que contribuem para esta bacia, encontram-se descritas no quadro 4.13.

Quadro 4.13 – Tipificação das ETAR existentes na bacia do rio Corgo

Designação	Localização NUT III	Nível Tratamento	Caudal Máximo descarga (m ³ /dia)	Ano de Arranque	Pop. Servida (e.p.)	Meio Recetor
ETAR de Vila Pouca de Aguiar	Telões V.P. Aguiar	Terciário	1.473	2007	8.495	Rio Corgo
ETAR de Vila Real	Vila Real (S.Dinis)	Terciário	12.281	2004	84.321	Rio Corgo
ETAR de Andrães	Vila Real Andrães	Secundário	234	2009	1.500	Afluente do rio Tanha
ETAR da Cumieira	Santa Marta Penaguão - Cumieira	Secundário	221	2005	2047	Ribeira afluente do rio Corgo
ETAR de Fornelos - Tuisendes	Santa Marta Penaguão - Louredo	Secundário	179	2005	1.962	Rio Aguilhão
ETAR de Mafomedes - Veiga	Santa Marta de Penaguão - Cumieira	Secundário	78	2012	559	Rio Aguilhão
ETAR de Sever - Fontes	Santa Marta de Penaguão - Sever	Secundário	207	2005	2284	Rio Aguilhão
ETAR de S. Miguel de Lobrigos	Santa Marta de Penaguão - Lobrigos	Secundário	229	2004	2216	Ribeiro de Arcã
ETAR de S. João de Lobrigos	Santa Marta de Penaguão - Lobrigos	Secundário	297	2005	3281	Rio Corgo
ETAR de Vilarinho de Freires - Poiares	Peso da Régua - Vilarinho dos Freires	Secundário	207	2005	2451	Rio Tanha

De referir que existem duas ETAR com tratamento terciário e uma população total de 109.100 (e.p.)

Relativamente à ocupação e uso do solo, no contexto da bacia, verifica-se uma grande dispersão dos aglomerados populacionais e a sua proximidade às linhas de água onde as ETAR efetuam a sua descarga. Por outro lado e contrariamente ao que se constatava na análise da área de influência dos 1000 m do rio Corgo, definida em 4.1.2, constata-se a existência de uma grande quantidade de parcelas agrícolas de pequena dimensão e próximas dos aglomerados populacionais (figura 4.12).

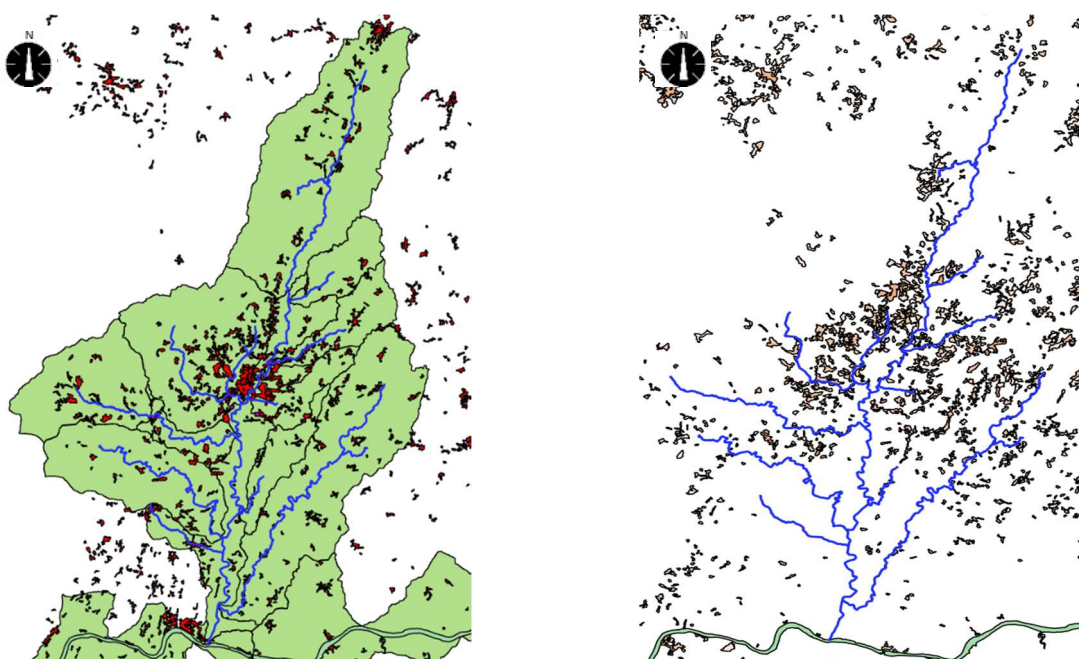


Figura 4.12 - Ocupação do solo. Aglomerados (a) e parcelas agrícolas (b)

4.2.2 Gestão operacional das estações de tratamento

Apesar de se tratar de ETAR (indicadas no quadro 4.13) de dimensão e complexidade inferior às da ETAR de Vila Real, a gestão operacional das mesmas é efetuada de forma similar em termos de tarefas, rotinas e registos, observando-se os mesmos procedimentos internos. No que respeita ao autocontrolo das mesmas e aos parâmetros exigidos pelas licenças de descarga, todas elas se encontram a cumprir os VLE estipulados na legislação vigente (pH, Temperatura, CQO, CBO₅ e SST) e, como tal a efetuar a rejeição do efluente tratado em conformidade com a licença de descarga. Os sistemas de recolha e transporte em “alta” são reduzidos e em algumas ETAR a “baixa” tem o seu ponto de entrega à entrada da instalação, pelo que os riscos associados ao sistema de recolha e transporte encontram-se minimizados.

Por sua vez, no que respeita à linha sólida, algumas ETAR não têm tratamento de desidratação, pelo que as lamas, após espessamento, são encaminhadas em camião cisterna para outra instalação onde são rececionadas e entram no processo de desidratação e armazenamento para expedição posterior.

4.2.3 Monitorização da qualidade das linhas de água

Para as águas de superfície, o seu estado global resulta da combinação entre o seu estado ou potencial ecológico e o seu estado químico. A avaliação do estado/potencial ecológico baseia-se na classificação de vários parâmetros de qualidade (biológicos, químicos, físico-químicos e hidro morfológicos) os quais variam de acordo com a categoria de massa de água. (PGRH, APA 2016).

De acordo com o PGRH (APA, 2016), são sete os parâmetros que avaliam o estado ou potencial ecológico de um rio. O quadro 4.13 indica quais são, bem como os limiares legalmente definidos para se obter um bom estado/potencial ecológico.

Quadro 4.14 – Valores-limite para avaliação do estado ecológico das águas superficiais

Parâmetros	Limites
Oxigénio Dissolvido	≥ 5 mg O ₂ /L
Taxa de saturação em Oxigénio	entre 60% e 120%
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO ₅)	≤ 6 mg O ₂ /L
pH	entre 6 e 9
Azoto amoniacal	≤ 1 mg NH ₄ /L
Nitratos	≤ 25 mg NO ₃ /L
Fósforo Total	≤ 0,10 mg P/L

Para o rio Corgo e seus principais afluentes (Cabril e Sordo), apresenta-se no quadro 4.15 a avaliação relativa ao seu estado ou potencial ecológico.

Quadro 4.15 - Estado ecológico dos principais rios da bacia do rio Corgo

Massas de água			Zona Protegida	Estado ou Potencial				Pressões significativas
Sub-bacia	Código	Designação	Tipo	Estado Ecológico	Elementos responsáveis	Estado Químico	Classificação da zona protegida	Tipo
Douro	PT03DOU0359	Rio Corgo	A7	Mau	Biológicos	Bom	A7=São cumpridos os objetivos específicos	Agrícola Urbana Hidromorfológica
Douro	PT03DOU0310	Rio Sordo	A7	Razoável	Biológicos	Bom	A7=São cumpridos os objetivos específicos	Agrícola Urbana Hidromorfológica
Douro	PT03DOU0306	Rio Cabril	A7	Mau	Biológicos	Bom	A7=São cumpridos os objetivos específicos	Agrícola Pecuária Urbana

Fonte: (PGRH3, Parte 6, APA 2016)

De referir que estão previstas medidas de minimização tendo em vista a melhoria do seu estado, a concretizar nos próximos anos, e que basicamente são as seguintes:

- 1 – Ampliação das redes de esgotos na cidade e freguesias periurbanas de Vila Real.
- 2 – Intervenção nos Sistema de Saneamento da Campeã, no concelho de Vila Real.
- 3 – Requalificação e limpeza das margens do rio Corgo.

No âmbito desta dissertação e no sentido de avaliar a situação de referência do estado global do meio hídrico recetor, foi planeada e efetuada, em Outubro de 2017, uma campanha de monitorização na bacia do Corgo desde a sua nascente até à foz. Pretendeu-se assim iniciar, no tempo disponível para este trabalho, um plano de monitorização que, com desenvolvimentos futuros, permita sustentar uma avaliação do risco ambiental da descarga de águas residuais na bacia do rio Corgo, através de modelos de simulação da dispersão de poluentes nesse sistema hídrico. Com efeito, um PSAR só ficará completo com a integração dessa componente relativa quer à avaliação desses riscos, quer à definição e priorização de medidas operacionais, nos sistemas de tratamento, que permitam mitigar os potenciais riscos no ecossistema aquático, especialmente em períodos de estiagem.

A metodologia utilizada nesta campanha de amostragem teve como princípio avaliar os valores da descarga de cada ETAR (efluente tratado) no meio hídrico, bem como os valores obtidos a montante e a jusante dessa mesma descarga no rio Corgo. No caso de uma descarga ser efetuada para linha de água afluente do rio Corgo, fez-se também uma amostragem na linha de água imediatamente a montante da sua confluência no rio Corgo. Os parâmetros analisados foram a temperatura, pH, OD, azoto, fósforo, coliformes totais e coliformes fecais.

Os resultados globais obtidos encontram-se sintetizados no Anexo C, sendo de realçar, pela sua relevância, as seguintes considerações:

A monitorização foi efetuada numa altura de seca severa, com caudais dos rios muito reduzidos, tendo sido observadas algumas zonas de águas praticamente estagnadas e sujeitas a processo de eutrofização.

Se por um lado eram conhecidas (com base no autocontrolo) as baixas cargas orgânicas que estas ETAR descarregam no meio hídrico, já o mesmo não acontecia em relação a bactérias coliformes e nutrientes, bem como aos seus efeitos em termos de teores de oxigénio dissolvido

Da análise efetuada aos valores obtidos nas campanhas que foram realizadas no rio e nas ETAR, especificamente para este trabalho e discriminados no Anexo C, foi elaborado o quadro 4.16 com os valores que se consideram mais relevantes para caracterizar a situação de referência.

Quadro 4.16 – Valores críticos da monitorização efetuada

ETAR	Parâmetros					
	PH	Fósforo (mg/l)	Azoto (mg/l)	OD %	<i>E. Coli</i> ufc/100 ml	Coliformes Fecais ufc/100 ml
Fornelos Tuisendes - Descarga	4,8	23,8	39,0			
Sever Fontes - Descarga		17,3	32,0			
Andrães - Descarga			32,0			80 000
Vila Real - Descarga					860	15 850
S. João de Lobrigos/ Alvações - Descarga						10 800
Nascente do Rio Corgo				58%		
Rio Corgo a Jusante da ETAR de S. João de Lobrigos					630	
Rio Corgo a Jusante da ETAR de S. Miguel de Lobrigos						2 800
Rio Corgo a montante da ETAR de Vila Pouca de Aguiar				59%		
Rio Corgo a jusante da ETAR de Vila Pouca de Aguiar				23%		

No que respeita ao teor de oxigénio dissolvido e respetiva taxa de saturação, excluindo naturalmente as descargas das ETAR, apenas são preocupantes os valores obtidos na parte mais a montante do rio Corgo com taxas inferiores a 60%, como seja de 57,7% junto à nascente, 58,9 % no rio Corgo a montante da descarga da ETAR de Vila Pouca de Aguiar e de 22,8% a jusante da mesma.

Relativamente à análise microbiológica efetuada (coliformes totais e coliformes fecais) há a registar alguns valores obtidos nesta amostragem que merecem especial atenção. No que respeita às descargas das ETAR registam-se valores bastante elevados de coliformes fecais na ETAR de S. João/Alvações do Corgo (10800 ufc/100 ml), ETAR de Vila Real (15850 ufc/100 ml) e ETAR de Andrães (80000 ufc/100 ml). Relativamente ao rio Corgo, onde se pretendeu analisar a contribuição dos vários afluentes e a sua possibilidade de diluição, das 30 amostras realizadas, desde a nascente do rio à sua foz, obtiveram-se 19 valores superiores a 100 ufc/100 ml, com um máximo de 2800 ufc/100 ml a jusante da descarga da ETAR de S. Miguel de Lobrigos. Refira-se que o Anexo XVI do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto refere como valor máximo admissível (VMA) 100 ufc/100 ml, para águas com utilização para rega.

Regista-se cada vez menor correlação entre microrganismos patogénicos eventualmente presentes na água e os organismos indicadores geralmente adotados nas normas em que se baseia a metodologia do controlo da qualidade do produto final. Recentes investigações, efetuadas em casos de surtos de doenças transmitidas por via hídrica, demonstraram a sua ocorrência na ausência de *E. coli.*, por exemplo. Na realidade, tem-se verificado fraca correlação de indicadores bacteriológicos com vírus e protozoários patogénicos, talvez devido à sua diferenciada capacidade resistente à desinfeção (Vieira, 2009),

No entanto e dada a quantidade de análises demonstrativas da presença de matéria fecal, decidiu-se efetuar no mês de Janeiro de 2018 novas campanhas de amostragem ao longo do rio a jusante de Vila Real, no que respeita à espécie *E. coli* (organismo patogénico indicador), dado que, conforme já foi referido, a sua deteção indicia a eventual presença de outros microrganismos patogénicos. Nas cinco amostras realizadas obtiveram-se valores da concentração de *E. coli* que variam entre 299 ufc/100 ml e 860 ufc/100 ml.

De notar que os sistemas de desinfecção das ETAR de Vila Real e de Vila Pouca de Aguiar não se encontravam em funcionamento quando foram colhidas estas amostras, dado que os mesmos tinham o sistema de radiação UV em manutenção. Esta situação justifica os valores elevados de bactérias coliformes detetadas. Foram por isso analisados os valores obtidos em períodos anteriores, com o sistema de desinfecção a funcionar, verificando-se que nessas condições operacionais os resultados satisfaziam os objetivos (eficiência prevista) do tratamento terciário.

4.2.4 Análise e avaliação dos riscos

Efetuando uma análise global e de conjunto refere-se que, genericamente para as ETAR pertença das Águas do Norte que rejeitam os seus afluentes nesta bacia, os eventos perigosos identificados para o subgrupo dos colaboradores são idênticos aos do Sistema de Vila Real (já detalhados em 4.1.5.).

Conforme referido no ponto 4.2.2, o processo é genericamente mais simples do que o que foi descrito para o SVR, o mesmo acontecendo para as redes de recolha e transporte em “alta”. Assim, considera-se que relativamente a este subgrupo deverão ser tidas em consideração as mesmas medidas de controlo preconizadas para o Sistema de Vila Real, exceto no que se refere à reutilização de água residual tratada; a ausência de processo de desinfecção nestes sistemas origina a presença de uma grande quantidade de bactérias coliformes nas amostras recolhidas, pelo que as medidas de controlo relativas ao efluente final deverão ser reavaliadas em futuros desenvolvimentos deste trabalho.

No que se refere ao subgrupo dos agricultores A2, que utilizam efluente tratado (figura 4.13), terão que ser aplicadas medidas de controlo mais exigentes do que o que foi preconizado para o grupo A1. No caso do Sistema de Vila Real esta situação de utilização da água residual tratada para rega não foi detetada.



Figura 4.13 - Rega com água residual

Relativamente aos eventos perigosos identificados para a Comunidade Local, principalmente os que se encontram relacionados com os subgrupos R1-Vivem nas imediações da ETAR ou em povoados a jusante do local de descarga e R3-Vivem em zonas adjacentes a explorações agrícolas que utilizam efluentes da estação de tratamento, deverá ser reavaliado o nível do risco, devido ao aumento significativo da população de cada subgrupo (magnitude). Os aglomerados populacionais apesar de muito dispersos, conforme demonstrado na figura 4.14, estão muito próximos das estações de tratamento e das práticas agrícolas que utilizam a água residual para rega (figura 4.14).



Figura 4.14 - Rio Corgo (proximidade com as povoações)

As situações atrás identificadas, especificamente as que dizem respeito à comunidade local agricultores e consumidores, exigem, numa primeira fase, medidas de controlo baseadas na sensibilização dos utilizadores para os problemas de saúde pública e principalmente para as causas dos perigos a que estão expostos.

Na generalidade dos problemas agudos de saúde (e.g. diarreia de curta duração), as causas que normalmente têm sido apontadas pelas entidades de saúde não estão relacionadas com o Sistema de Águas Residuais.

Considera-se que com o presente trabalho e respetivo conhecimento do mesmo pelas entidades externas, possa existir uma maior atenção para procurar com maior rigor a respetiva causa\efeito de alguns problemas de saúde pública que possam surgir na área de influência da bacia.

5 CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1 Conclusões

O presente trabalho propôs-se constituir um documento de carácter essencialmente prático e com o objetivo de se tornar aplicável na gestão operacional dos Sistemas de Águas Residuais da Águas do Norte S.A. Poderá assim constituir um documento de base para a elaboração de Planos noutros sistemas, que se localizam noutras bacias dentro da área geográfica de abrangência da Empresa.

No entanto para a sua elaboração, foi necessário efetuar uma pesquisa bibliográfica bastante exaustiva considerando tratar-se de um tema relativamente recente e ainda de aplicação residual, para não dizer nula, no nosso país. Não foi encontrado, no conjunto das Entidades Gestoras em Portugal, qualquer plano elaborado e implementado à data de hoje. Refira-se apenas o conhecimento da existência de um caso de estudo publicitado, no município de Benavente e da responsabilidade das Águas do Ribatejo que serviu de base à elaboração do manual do PSS da OMS, mas que apenas tipifica a nossa realidade sobre o tipo de sistemas e de exposição.

Foi conclusivo no decorrer do desenvolvimento deste trabalho as similitudes com os PSA, esses sim, com uma expressão significativa a nível mundial, e destaco o nosso pioneirismo na sua implementação e promoção quer nacional quer internacional onde temos reconhecimento na matéria.

No entanto, ficou ainda mais patente que o que distingue os PSAR é deveras importante; estando em causa a garantia da saúde pública, a existência de múltiplas barreiras para evitar a contaminação de vários grupos e produtos, numa lógica de conjunto, permite uma abordagem setorial e estratificada do Plano permitindo assim, passo a passo, a melhoria progressiva da redução do risco, objetivo primordial em qualquer plano.

Ainda no que respeita ao estado da arte, é conclusivo que a maioria dos autores, e na sequência das orientações das *"Guidelines for Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater"*, focalizam as suas publicações essencialmente nos riscos relacionados com a atividade agrícola e especificamente com os processos e origem das águas de rega.

Considerando os perigos ainda existentes nos países menos desenvolvidos ou com sistemas de recolha, transporte e tratamento de afluentes muito precário e ineficientes, é natural e imperioso que as Organizações responsáveis pela saúde pública e os especialistas que desenvolvem estas matérias se foquem sobretudo em situações de exposição a eventos perigosos mais básicos e prementes (e.g., redes deficitárias ou inexistentes, latrinas, utilização de esgoto fecal diretamente na agricultura). Remetendo para o futuro a eventual preocupação com situações mais complexas (já identificadas em países desenvolvidos), tais como a crescente presença de, antibióticos, pesticidas ou outras frações das águas residuais, nomeadamente a existência de bactérias multi-resistentes.

Ainda no que respeita bactérias multi-resistentes ao fracionamento dos afluentes, principalmente na componente sólida, era importante que este estudo pudesse contemplar uma caracterização mais pormenorizada de todas as frações de resíduos, pois foi considerado de extrema

importância quando da avaliação do nível de risco. A Empresa Águas do Norte possui um histórico consistente e permanentemente atualizado no que respeita aos parâmetros exigidos pelas licenças de descarga, cuja preocupação principal se centra no nível de acidificação das águas, matéria orgânica e alguns nutrientes. Será importante em cada área geográfica, e função da caracterização das populações, atividade agrícola, pecuária e industrial, entre outras, que seja frequentemente efetuada uma avaliação mais pormenorizada de outros parâmetros como atrás referido.

Ainda e sobre a determinação do nível do risco, apesar de existirem várias metodologias e formas de abordagem no que respeita à sua avaliação, esplanadas ao capítulo 2 e 3, entendeu-se que havia necessidade de introduzir mais um fator na equação do nível de risco, e assim gerar várias matrizes conforme variasse a probabilidade. É o fator da magnitude, tendo como objetivo quantificar a dimensão de determinado grupo. Como é sabido um determinado evento perigoso, normalmente não está focado na totalidade de uma população, mas sim concretamente num determinado grupo. Permite-se assim tornar a avaliação do risco, através da constituição das diversas matrizes, mais flexível e dependente não só da probabilidade e severidade mas também da magnitude. Por outro lado foi entendimento na presente dissertação que a escala de cada fator devia ser ajustada e compreender valores que, através da análise efetuada de várias combinações colocassem os variados riscos numa escala consentânea com as ações de melhoria (medidas de controlo) a implementar ou simplesmente poder desvalorizar determinado evento.

Concretamente no que respeita ao caso de estudo do SAR de Vila Real, e mais propriamente ao desenvolvimento do seu Plano de Segurança, através da aplicação da metodologia explanada no capítulo 3, com as devidas adaptações já mencionadas, aliado ao conhecimento adquirido na pesquisa bibliográfica efetuada foi possível identificar e priorizar uma quantidade de eventos perigosos e perigos, num total de 45, e relevar pelo seu nível de risco ELEVADO apenas 7, os quais tiveram um tratamento diferenciado numa fase posterior.

Conclui-se, que no caso concreto do SAR de Vila Real, cerca de 50 % dos eventos perigosos identificados estão a montante da ETAR, justificando-se pela dimensão e estrutura do sistema de recolha e transporte. De notar ainda que cerca de 70 % dos eventos dizem respeito aos colaboradores internos e externos da Empresa. Esta situação justifica-se pela caracterização do meio a jusante da ETAR, quer no que respeita à comunidade local, agricultores com práticas agrícolas de risco ou ainda pela dimensão dos consumidores.

Já o mesmo não se passa, se o Plano tiver uma abrangência geográfica da bacia do Corgo, onde para além das 10 ETAR das Águas do Norte existem outras descargas, nomeadamente com impacto no meio ambiente e conseqüentemente nos riscos associados às populações próximas das diversas linhas de água.

No que respeita às medidas de controlo a implementar, as mesmas têm um impacto económico reduzido e como tal certamente o custo-benefício será bastante positivo. Das 7 medidas consideradas, 5 dizem respeito aos colaboradores da Empresa, o que agiliza facilmente a sua implementação e monitorização. Destaco a utilização de máscaras e óculos de proteção para além de um programa de sensibilização relacionado com a identificação das várias frações de resíduos e sua implicação na saúde quando da exposição por falta de equipamentos de proteção.

Relativamente às restantes medidas, relacionadas com os agricultores e consumidores, julga-se serem de difícil implementação por falta de sensibilização dos mesmos. Apela-se à Autoridade de Saúde para a minimização deste risco através da sua ação próxima das populações.

Considera-se de grande importância para o sucesso do Plano (minimização dos riscos) o envolvimento de Partes Interessadas, com especial enfoque na Autoridade de Saúde e Autoridade Ambiental. Constatou-se que a Autoridade de Saúde não tem pleno conhecimento do sistema, nomeadamente a sua estruturação (alta e baixa), nem possui registos de eventos ou estudos epidemiológicos relacionados com o Sistema de Saneamento em estudo.

Relativamente à bacia do Corgo, constatou-se uma grande carga microbiológica ao longo dos rios; no entanto não possuímos elementos para aferir da sua gravidade em termos de microrganismos patogénicos. Saliente-se a classificação dos rios, apresentada pela APA no seu Portal SNIRH – Recursos hídricos, relativamente ao estado ecológico, com classificação de Mau e Razoável, quer no Corgo quer nos seus principais afluentes. Esta situação provocou já a materialização de um projeto para a despoluição da bacia do Corgo, identificada no PGRH3 e em vias de implementação.

Do trabalho efetuado na presente dissertação, considera-se ainda, que não é possível dissociar os PSA dos PSAR nem os sistemas em “baixa” dos sistemas em “alta” pelo que se recomenda a elaboração de Planos Integrados. Da mesma forma, e na sequência da abordagem feita às restantes ETAR da bacia do Corgo também se considera fundamental que os Planos possam ter uma vertente integradora de todos os contribuintes para a bacia e não cada um *de per si* como é exemplo o SAR de Vila Real.

5.2 Desenvolvimentos futuros

No sentido do que foi referido anteriormente, considera-se oportuno e necessário efetuar a integração do PSAR do SAR de Vila Real num Plano mais Global ao nível da Bacia do Corgo, com integração da rede em “baixa” e com a totalidade das ETAR das Águas do Norte e restantes entidades que contribuem com descargas para esta bacia.

Dado o âmbito do presente trabalho, o tempo disponível para o seu aprofundamento foi muito escasso, pelo que se considera necessário efetuar a sua revisão dentro de um prazo razoável no sentido de o melhorar, nomeadamente no que respeita à avaliação da sua eficácia e determinação de outros pontos de controlo necessários à sua melhor monitorização.

Haverá ainda necessidade de efetuar um estudo pormenorizado no que respeita à atividade agrícola e pecuária com impacto no rio Cabril, também ele classificado de “mau estado”.

Para a elaboração de novos Planos de Segurança das Águas Residuais, considera-se que de futuro, e com uma frequência que permita consistência nos valores obtidos, as Águas do Norte efetuem o controlo analítico das águas rejeitadas no meio hídrico, nestas e noutras instalações e bacias da sua área de intervenção, com especial enfoque, na determinação de microrganismos patogénicos de várias espécies, na sequência da identificação das atividades que possam estar a montante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amoaha I.D., Singha G., Stenström T.A. (2016), Detection and quantification of soil-transmitted helminths in environmental samples. Acta Tropica – ELSEVIER

APA, (2015). Planos de Gestão da Região Hidrográfica.

BARREBERG E., STENSTRÖM T.A., (2010), Sanitation Safety Plans Concept, Note V11. WHO.

BOŽEK F., (2008), Semi-quantitative Risk Assessment, the Risk Position of the Entity, University of Defence Brno.

CARRIÇO N. (2014), Metodologia multicritério de apoio à decisão na gestão patrimonial de infraestruturas urbanas de água, Tese de doutoramento. IST

Direção Geral do Território, 2010, Cartas de Ocupação de Solos, Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.

Duarte, A.A.L.S. (1997). Modelos de qualidade da água em estuários. Trabalho de Síntese (PAPCC), Universidade do Minho, Braga, Portugal.

Gomes, A. (2015). Avaliação e Gestão de Riscos em Sistemas de Saneamento. Dissertação para a obtenção do grau de mestre, U.M.

IWA, 2004, - The Bonn Charter for Safe Drinking Water.

MACHADO P., (2016), Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas do Norte, 11ª Expo Conferência da Água.

MARA D., (2004). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. London.

MATIAS R., (2015). Metodologia para a avaliação do risco no planeamento da segurança do ciclo da água, Dissertação para a obtenção do grau de mestre, IST.

MOK H.F., HAMILTON A.J., (2014), Exposure Factors for Wastewater-Irrigated Asian Vegetables and Probabilistic Rotavirus Disease Burden Model for Their Consumption

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR ISO/IEC 31010 (2012), Gestão dos riscos – Técnicas para o Processo de avaliação do risco

NORMA PORTUGUESA ISO 31000 (2013), Gestão do Risco; Princípios e Linhas de Orientação.

RIBEIRO V., (2017) , Laboratório de Avaliação dos riscos, avaliação da concentração de microrganismos em suspensão na(s) atmosfera(s) do ar interior – Bactérias, LabLar

SCHMOLL O. (2011), Water and Sanitation Safety Planning – Protocol On Water And Health.

SNIRH – RECURSOS HIDRÍCOS. <https://sniamb.apambiente.pt/content/geo-visualizador>.

STENSTRÖM T.A., SEIDU R., EKANE N., ZURBRÜGG C., (2011), Microbial Exposure and Health Assessments in Sanitation Technologies and Systems. Stockholm Environment Institute, EcoSanRes Series, 2011-1.

VIEIRA J.M.P., PINHO J.L.S., DUARTE A.A.L.S. (1996), River water quality management using mathematical modelling, ACEA Publishers, Roma

VIEIRA, J.M.P., VALENTE, J.C.T., MORAIS, C., PEIXOTO, (2004), Bases para a Elaboração de um Plano de Segurança da Água. O Caso da Águas do Cavado. In Actas do XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Natal Brasil.

VIEIRA, J.M.P., (2005), Water safety plans: methodologies for risk assessment and risk management in drinking-water systems, The Fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources, Guimarães.

VIEIRA, J.M.P, MORAIS C. (2005) Guia Técnico 7 – Planos de Segurança da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento, ERSAR

VIEIRA, J.M.P., (2009), planos de segurança da água - uma nova metodologia para controlo da qualidade da água para consumo humano. Revista Segurança e Qualidade Alimentar.

VIEIRA, J.M.P., (2013), Plano de Segurança da Água em Mananciais de Abastecimento de Água para Consumo Humano - Revista Eletrónica de Gestão e Tecnologias.

WHO, 2004. Guidelines for Drinking-water Quality, third edition. Geneva: World Health Organization.

WHO, 2006. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater in Agriculture and Aquaculture. Third edition. Geneva: World Health Organization.

WHO, 2008. Safer Water, Better Health. Geneva: World Health Organization.

WHO, IWA, (2010). Water Safety Plan Manual – Step-by-step risk management for drinking-water suppliers.

WHO, 2015. Sanitation Safety Planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta.

WHO, 2016. Quantitative Microbial Risk Assessment: Application for Water Safety Management.

Anexo A

Nome	Contacto	Cargo na empresa	Função no PSAR
		Administrador	Aprovação de documentos/metodologias/processos
			Aprovação da avaliação de riscos
			Aprovação da gestão do PSAR
			Aprovação da verificação e revisão do PSAR
			Resposta à emergência
			Comunicações externas
		Diretor de Exploração	Validação de documentos/metodologias/processos
			Validação da avaliação de riscos
			Validação da gestão do PSAR
			Validação da verificação e revisão do PSAR
			Resposta à emergência
		Supervisor Principal de Operação – PSAR	Elaboração de documentos/metodologias/processos
			Avaliação de riscos
			Gestão do PSAR
			Verificação e revisão do PSAR
			Resposta à emergência
			Coordenação das auditorias ERSAR
			Coordenação da equipa do PSAR
		Coordenador do Centro de Exploração DN/AT AR	Avaliação de riscos
			Implementação do PSAR
			Resposta à emergência
		Responsável de Operação SAR Vila Real	Avaliação de riscos
			Implementação do PSAR
			Resposta à emergência
		Responsável de Manutenção SAR Vila Real	Avaliação de riscos
			Implementação do PSAR
			Resposta à emergência

Nome	Contacto	Cargo	Função no PSAR
		Diretor de Gestão de Ativos e Engenharia	Fornecimento de telas finais de obras para consulta de tipo de infraestrutura, materiais e outros elementos relevantes para os PSAR Apoio e disponibilização de dados SIG
		Coordenador de Sistemas de Informação	Análise da potencial falha dos sistemas de telecomunicações de alertas/alarmes relacionados com a qualidade de efluente tratado (ex: telegestão, telemetria, etc.) Apoio e disponibilização de dados SIG
		Responsável da Área de Sustentabilidade Empresarial	Gestão dos Programas de Auto Controlo da Qualidade das Águas Residuais (PCQAR) previstos pela APA Auditorias no âmbito do Sistema de Gestão (ISO 9001) Acompanhamento das auditorias com a ERSAR Acompanhamento da resposta à emergência ao nível da saúde pública (qualidade do efluente tratado)
		Diretor de Clientes	Gestão das reclamações relacionadas com o funcionamento das instalações de tratamento de águas residuais

Nome	Relação com o SAR	Ponto-chave	Mecanismos de interação
(a definir)	Cliente	Avaliação de satisfação do cliente	Inquérito anual de “Avaliação de Satisfação do Cliente”
		Divulgação dos riscos associados ao processo de adução de água tratada	Divulgação de dados da qualidade das águas residuais através do site www.adnorte.pt Simulacros conjuntos
Delegado de Saúde	Autoridade de Saúde Pública para o consumidor final	Indicação por parte da Autoridade de Saúde do possível impacto dos perigos na saúde pública	Reuniões periódicas
		Divulgação dos riscos associados ao processo de adução de água tratada	E-mail, telefone, carta ou fax
		Informação sobre incumprimentos ocorridos na água residual tratada no âmbito do PCQAR	Divulgação de dados da qualidade das águas residuais através do site www.adnorte.pt Simulacros conjuntos
Agência Portuguesa do Ambiente (APA)	Gestão de Bacias Hidrográficas	Novos Títulos de Utilização	Reuniões periódicas
		Informação sobre novos licenciamentos de fontes poluidoras	
		Fornecimento de dados relevantes de monitorização na Bacias Hidrográficas	E-mail, telefone, carta ou fax
		Comunicação à AdNorte de By-pass de ETAR a montante de captações de água para consumo humano A AdNorte deverá fornecer indicações sobre a avaliação de riscos nas origens de água	
SEPNA	Inspeções periódicas	O SEPNA deverá informar, em tempo útil, sobre anomalias, por ex. descargas de efluentes	E-mail, telefone, carta ou fax
		A AdNorte deverá fornecer indicações sobre a avaliação de riscos nos sistemas	Reuniões periódicas – aquando das revisões do Plano de Emergência
			Simulacros conjuntos
ERSAR	Auditorias	Responsáveis por alguns indicadores do sector	Portal ERSAR
Autoridade Nacional de Proteção Civil	Intervenção externa em caso de emergência	Gestão da emergência	E-mail, telefone, carta ou fax
			Reuniões periódicas – aquando das revisões do Plano de Emergência Simulacros conjuntos
Bombeiros	Intervenção externa em caso de emergência	Gestão da emergência	E-mail, telefone, carta ou fax
			Reuniões periódicas – aquando das revisões do Plano de Emergência Simulacros conjuntos
SIS- Serviços de Informação e Segurança	Intervenção externa em caso de emergência	Gestão da emergência	E-mail, telefone, carta ou fax
			Reuniões periódicas – aquando das revisões do Plano de Emergência Simulacros conjuntos

Anexo B

ETAPA (1)	Identificação do Perigo					Avaliação de Risco					Medidas de Controlo		Observação
	Tipo de Risco (2)	Grupo Exposto	Evento Perigoso	Perigo	Via de Exposição	Prob. (3)	Sev. (4)	Magn. (5)	Pont. (6)	Nível Risco (7)	Identificação da medida de controlo existente(s)	Validação	
P1	B	R2	Exposição ao esgoto na sequência de roturas ou colapsos na via pública	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	2	1	6	Insig.	n.a.		
P1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de reparações da rede de drenagem	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	2	6	36	B	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	Existe muita resistência dos colaboradores em utilizarem integralmente o equipamento
P2	Q	C1	Exposição ao esgoto pluvial em tarefas de desobstruções e limpezas de coletores e órgãos de recolha	Químicos tóxicos	Inalação ou ingestão	3	2	3	18	Insig.	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de rotina no interior das caixas de visita e estações elevatórias	Microrganismos patogénicos	Contacto	2	4	3	24	Insig.	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	Q	C1		Químico - Existência de Gases Tóxicos	Inalação	2	8	3	48	B	Procedimento de espaços confinados	Visual e auditoria	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em ocorrências de obstrução de coletores.	Microrganismos patogénicos	Contacto (pele e olhos)	3	8	6	144	E	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	Na sequência de jatos de esgoto em pressão. Não foi observado a utilização de óculos de proteção.
T1	F	C1		Objetos Perfurantes	Penetração na pele	2	8	6	96	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de manutenção corretiva no interior de Estações Elevatórias	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	6	72	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	A utilização de máscara não é prática comum mas seria desejável.
T1	Q	C1		Químico - Existência de Gases Tóxicos	Inalação	2	8	6	96	M	Procedimento de espaços confinados	Visual e auditoria	A utilização de máscara não é prática comum mas seria desejável.
T1	B	C1	Colheita de amostras para controlo de qualidade e controlo operacional	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	3	36	B	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	C1	Queda em poços de estações elevatórias	Microrganismos patogénicos	Contacto/Ingestão	2	16	6	192	E	Trabalho em equipa em espaços confinados	Visual, procedimentos internos e formação	
T1	F	C1		Afogamento	Ingestão	2	16	6	192	E			
T1	F	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de limpeza de grades mecânicas em Estações Elevatórias	Objetos Perfurantes	Penetração na pele	3	8	3	72	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	

ANEXO B – EVENTOS PERIGOSOS, PERIGOS E AVALIAÇÃO DO RISCO DO SVR

ETAPA (1)	Identificação do Perigo					Avaliação de Risco					Medidas de Controlo		Observação
	Tipo de Risco (2)	Grupo Exposto	Evento Perigoso	Perigo	Via de Exposição	Prob. (3)	Sev. (4)	Magn. (5)	Pont. (6)	Nível Risco (7)	Identificação da medida de controlo existente(s)	Validação	
T1	B	C1	Exposição ao esgoto em tarefas de recolha de areias e gradados	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	6	72	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	Q	C1		Químico - contacto com metais pesados	Contacto/inalação	3	4	6	72	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	Constatou-se que a qualidade dos EPT's do prestador de serviços eram de qualidade duvidosa.
T1	F	C1		Objetos Perfurantes	Penetração na pele	2	8	3	48	B	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
T1	B	R2	Exposição ao esgoto devido ao transbordo de caixas de visita ou descarregadores de tempestade	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	2	1	6	Insig.	Inexistente	n.a.	
T1	B	R2	Água estagnada na sequência de uma inundação na rede de drenagem	Microrganismos patogénicos transmitidos por vetor	Picadas por mosquitos	3	2	3	18	Insig.	Inexistente	n.a.	
T2	B	C3	Exposição ao esgoto em tarefas de rotina de recolha de esgoto proveniente de fossas sépticas	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	6	72	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	Estes colaboradores (normalmente de empresas externas) com a categoria de motorista são pouco sensíveis aos riscos a que estão expostos
T2	Q	C3		Químico - Existência de Gases Tóxicos	Inalação	2	8	6	96	M	Inexistente	n.a.	
T2	B	C3	Queda em fossas sépticas em rotinas de operação e manutenção	Microrganismos patogénicos	Contacto/Ingestão	2	16	3	96	M	Inexistente	n.a.	
T2	F	C3		Afogamento	Ingestão	2	16	3	96	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
P3	B	C2	Exposição ao esgoto em tarefas de operação e manutenção	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	9	108	M	Luvas, fato de trabalho e botas	Visual	
P3	B	C2	Exposição a microrganismos em suspensão junto aos diversos órgãos da ETAR	Microrganismos patogénicos	Inalação	3	4	9	108	M	Inexistente	n.a.	Conforme descrito anteriormente, principalmente junto à obra de Entrada
P3	B	C2			Contacto com os olhos	3	4	9	108	M	Inexistente	n.a.	
P3	F	C2	Exposição ao esgoto em tarefas de limpeza de grades mecânicas na gradagem da ETAR	Objetos Perfurantes	Penetração na pele/olhos	3	8	3	72	M	Luvas, fato de trabalho e botas	n.a.	
P3	F	C2	Exposição a ruídos do funcionamento dos equipamentos	Surdez ou doença neurológica	audição	2	8	6	96	M	Inexistente	Visual	
P3	F	C2	Maus cheiros na operação da ETAR	Tonturas e náuseas	Inalação	4	4	6	96	M	Inexistente	n.a.	
P3	B	C2	Queda para o interior dos órgãos da ETAR	Microrganismos patogénicos	Ingestão	2	16	3	96	M	Boias e Varas de salvação	Visual	
P3	F/Q	C2		Danos corporais incluindo	Queda em poço	2	16	3	96	M			

ANEXO B – EVENTOS PERIGOSOS, PERIGOS E AVALIAÇÃO DO RISCO DO SVR

ETAPA (1)	Identificação do Perigo					Avaliação de Risco					Medidas de Controlo		Observação
	Tipo de Risco (2)	Grupo Exposto	Evento Perigoso	Perigo	Via de Exposição	Prob. (3)	Sev. (4)	Magn. (5)	Pont. (6)	Nível Risco (7)	Identificação da medida de controlo existente(s)	Validação	
P3	B	R1	Exposição a microrganismos em suspensão nas imediações da ETAR	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	3	36	B	Inexistente	n.a.	
P3	Q	R1	Exposição a gases tóxicos provenientes da ETAR	Químicos tóxicos	Inalação	2	8	3	48	B	Inexistente	n.a.	
P3	B	C2/C3	Exposição ao contacto com lamas em tarefas de operação e transfega	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	6	72	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
P3	Q	C2/C3		Químicos tóxicos e metais pesados	Inalação e ingestão	3	8	6	144	E	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
P3	B	C2/C3	Exposição ao contacto com areias, gradados e gorduras em tarefas de operação e transfega	Microrganismos patogénicos	Contacto	3	4	6	72	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
P3	Q	C2/C3		Químicos tóxicos e metais pesados	Inalação e ingestão	3	8	6	144	E	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
P4	B	C2	Exposição ao contacto com a água reutilizada, em tarefas de operação	Microrganismos patogénicos	contacto/ingestão	3	8	3	72	M	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
P7	B	A1	Utilização de água do rio para uso na agricultura - rega gota-a-gota	Microrganismos patogénicos	Inalação e contacto	6	2	3	36	B	Inexistente	n.a.	
P7	B	A1	Utilização de água do rio para uso na agricultura - rega pelo pé em vala	Microrganismos patogénicos	Inalação e contacto	6	8	3	144	E	Inexistente	n.a.	
P7	B	A1	Reprodução de mosquitos em água estagnada proveniente dos excessos da rega	Microrganismos patogénicos	Picada de Mosquito	3	4	1	12	Insig.	Inexistente	n.a.	
P7	B	R3		Microrganismos patogénicos		3	4	1	12	Insig.			
P7	B	U2	Consumem produtos agrícolas contaminados pela rega	Microrganismos patogénicos	Ingestão	6	8	3	144	E	Inexistente	n.a.	
Rio Corgo	B	R4	Utilizam o rio para fins recreativos	Microrganismos patogénicos	Ingestão	6	4	3	72	M	Inexistente	n.a.	Apesar de não existir nenhuma praia fluvial é desejável que seja colocada sinalização de proibição de nadar.
Rio Corgo	B	A1	Utilizam o rio para instalação de captações e bombagem para rega	Microrganismos patogénicos	Ingestão	6	2	3	36	B	Inexistente	n.a.	
Rio Corgo	B	C2	Exposição no rio, na recolha de amostras para controlo	Microrganismos patogénicos	contacto	3	2	3	18	Insig.	Luvras, fato de trabalho e botas	Visual	
Os Processos P5 e P6 não são objeto de análise de riscos, dado serem da responsabilidade de terceiros e fora da área de intervenção do presente plano													
Os Processos P8 e P9 não são avaliados dado desconhecer-se a existência de captações para abastecimento público de água na área de intervenção do presente plano													

Anexo C

Data	nº Amostra	Designação	Local	Meio Hidrico	Parâmetros								Localização		Observações	
					PH	Temp °C	OD		Colif. Totais Nº/100 ml	Colif. Fecais Nº/100 ml	E. Coli Nº/100 ml	N	P	N		W
							mg/l	% Sat.								
23/10/2017	1	Nascente Rio Corgo	Montante	Rio Corgo	7,4	16,0	7,38	75,4%	54400	1600		2,4	< 0,5	41.4899	-7.6484	sem chuva
23/10/2017	2	Nascente Rio Corgo (Lameiros)	Montante	Rio Corgo	7,3	11,0	6,34	57,7%	7400	400		1	< 0,5	41.4690	-7.6611	sem chuva
23/10/2017	3	ETAR V. P. Aguiar	Descarga	Rio Corgo	7,1	18,0	7,23	77,1%	62000	4800		12,30	5,20	41.4194	-7.6805	sem chuva
23/10/2017	4	ETAR V. P. Aguiar	M.R. Montante	Rio Corgo	7,1	11,0	2,50	22,8%	2400	< ucf/100ml		0,80	< 0,5	41.4202	-7.6806	sem chuva
23/10/2017	5	ETAR V. P. Aguiar	M.R. Jusante	Rio Corgo	7,0	16,5	5,70	58,9%	44000	300		9,40	4,00	41.4196	-7.6812	sem chuva
25/10/2017	6	Foz Ribeira de Tourinhas	Ribeira de Tourinhas	Rib. de Tourinhas	8,3	14,7	10,31	102,3%	31000	700		5,1	< 0,5	41.2930	-7.7436	sem chuva
25/10/2017	7	Foz Ribeira de Tourinhas	M.R. Montante	Rio Corgo	8,2	14,6	9,99	98,9%	8200	200		4,4	< 0,5	41.2932	-7.7434	sem chuva
25/10/2017	8	Foz Ribeira de Tourinhas	M.R. Jusante	Rio Corgo	8,8	15,4	10,07	101,5%	23800	600		5,2	< 0,5	41.2929	-7.7439	sem chuva
25/10/2017	9	ETAR de Vila Real	Descarga	Rio Corgo	6,9	19,9	7,30	81,1%	71000	15850		12,2	0,5	41.2912	-7.7489	sem chuva
25/10/2017	10	ETAR de Vila Real	M.R. Montante	Rio Corgo	8,8	10,5	8,66	77,9%	3800	< ucf/100ml		1,6	< 0,5	41.2939	-7.7500	sem chuva
25/10/2017	11	ETAR de Vila Real	M.R. Jusante	Rio Corgo	7,4	16,3	9,85	101,3%	15000	300		8	< 0,5	41.2720	-7.7490	sem chuva
26/10/2017	12	Foz do Rio Sordo	Rio Sordo	Rio Sordo	6,9	16,0	9,60	98,1%	10000	100		1,7	< 0,5	41.2712	-7.7605	sem chuva
26/10/2017	13	Foz do Rio Sordo = M.R. Jusante Vila Real	M.R. Montante	Rio Corgo	7,4	16,3	9,85	101,3%	15000	300		8,0	< 0,5	41.2720	-7.7490	sem chuva
26/10/2017	14	Foz do Rio Sordo = M.R. Montante Cumieira	M.R. Jusante	Rio Corgo	6,2	15,1	9,40	94,1%	17000	300		4,3	< 0,5	41.2490	-7.7530	sem chuva
25/10/2017	15	ETAR de Andrães	Descarga	Rio Tanha	7,3	11,5	0,46	4,2%	500000	80000		32	0,6	41.2532	-7.6841	sem chuva
25/10/2017	16	ETAR de Andrães	M.R. Montante	Rio Tanha	9,0	14,9	8,69	86,6%	10600	200		1,7	< 0,5	41.2536	-7.6840	sem chuva
25/10/2017	17	ETAR de Andrães	M.R. Jusante	Rio Tanha	8,0	13,7	9,13	88,6%	30800	2200		2,7	< 0,5	41.2538	-7.6855	sem chuva
25/10/2017	18	ETAR da Cumieira	Descarga	Linha Água	8,7	16,9	1,80	18,8%	115000	200		16,8	5,3	41.2521	-7.7606	sem chuva
25/10/2017	19	ETAR da Cumieira	Foz linha de água	Rio Corgo	6,4	14,4	10,01	98,7%	37000	2300		8,4	0,5	41.2481	-7.535	sem chuva
25/10/2017	20	ETAR da Cumieira	M.R. Montante	Rio Corgo	6,2	15,1	9,40	94,1%	17000	300		4,3	< 0,5	41.2490	-7.7530	sem chuva
25/10/2017	21	ETAR da Cumieira	M.R. Jusante	Rio Corgo	6,5	14,9	9,92	98,9%	24000	400		4,3	5,3	41.2490	-7.7528	sem chuva
16/10/2017	22	ETAR Fomelos - Tuisendes	Descarga	Rio Aguilhão	4,8	18,0	3,30	35,2%	84000	1200		39	23,8	41.2508	-7.8078	sem chuva
16/10/2017	23	ETAR Fomelos - Tuisendes	M.R. Montante	Rio Aguilhão	7,2	17,4	11,05	116,4%	1600	< ucf/100ml		1,2	< 0,5	41.2508	-7.8065	sem chuva
16/10/2017	24	ETAR Fomelos - Tuisendes	M.R. Jusante	Rio Aguilhão	7,0	16,6	10,70	110,8%	5600	200		3,1	0,8	41.2500	-7.8073	sem chuva
16/10/2017	25	ETAR Mafômedes-Veiga	Descarga	Rio Aguilhão	6,5	20,0	4,40	49,0%	49000	5800		14,9	7,6	41.2333	-7.7819	sem chuva
16/10/2017	26	ETAR Mafômedes-Veiga	M.R. Montante	Rio Aguilhão	7,0	17,5	11,30	119,3%	1600	100		5,5	< 0,5	41.2326	-7.7829	sem chuva
16/10/2017	27	ETAR Mafômedes-Veiga	M.R. Jusante	Rio Aguilhão	7,0	17,7	11,00	116,6%	3800	300		7,7	0,6	41.2318	-7.7801	sem chuva

Data	n° Amostra	Designação	Local	Meio Hídrico	Parâmetros										Localização		Observações
					PH	Temp °C	OD		Colif. Totais Nº/100 ml	Colif. Fecais Nº/100 ml	E.Coli Nº/100 ml	N	P	N	W		
							mg/l	% Sat.									
16/10/2017	28	ETAR de Sever-Fontes	Descarga	Rio Aguilhão	6,6	19,1	2,69	29,4%	51000	1600		32	17,3	41.2180	- 7.7718	sem chuva	
16/10/2017	29	ETAR de Sever-Fontes	M.R. Montante	Rio Aguilhão	6,5	18,0	11,80	125,9%	2200	< ufc/100ml		0,9	< 0,5	41.2183	- 7.7720	sem chuva	
16/10/2017	30	ETAR de Sever-Fontes	M.R. Jusante	Rio Aguilhão	6,4	17,3	11,50	120,9%	19600	700		2,8	0,8	41.2172	- 7.7715	sem chuva	
25/10/2017	31	Foz do Rio Aguilhão	Rio Aguilhão	Rio Aguilhão	6,3	12,0	10,80	100,7%	27200	400		2,8	< 0,5	41.21645	-7.7772	sem chuva	
25/10/2017	32	Foz do Rio Aguilhão = M.R. Jusante Cumieira	M.R. Montante	Rio Corgo	6,5	14,9	9,9	98,9%	20000	400		4,3	5,3	41.2490	-7.7528	sem chuva	
25/10/2017	33	Foz do Rio Aguilhão = M.R. Montante S.Miguel	M.R. Jusante	Rio Corgo	7,3	16,5	13,6	140,1%	21200	< ufc/100ml		2,9	< 0,5	41.2060	-7.7626	sem chuva	
19/10/2017	34	ETAR S.Miguel Lobrigos	Descarga	Ribeira de Ança	7,2	16,8	2,58	26,8%	487000	9800		16,8	3,5	41.2090	-7.7775	Sem chuva	
19/10/2017	35	ETAR S.Miguel Lobrigos	Foz Ribeira de Ança	Ribeira de Ança	7,1	16,8	13,09	136,1%	84200	< ufc/100ml		4,9	0,7	41.2053	-7.7630	Sem chuva	
19/10/2017	36	ETAR S.Miguel Lobrigos	M.R. Montante	Rio Corgo	7,3	16,5	13,56	140,1%	20000	< ufc/100ml		2,9	< 0,5	41.2060	-7.7626	Sem chuva	
19/10/2017	37	ETAR S.Miguel Lobrigos	M.R. Jusante	Rio Corgo	6,0	17,0	13,00	135,8%	40400	2800		3	< 0,5	41.2047	-7.7621	Sem chuva	
17/10/2017	38	ETAR S. João - Alvações do Corgo	Descarga	Rio Corgo	8,6	20,7	1,03	11,6%	608000	10800		2,4	6	41.1961	-7.7641	Chuva durante a noite	
17/10/2017	39	ETAR S. João - Alvações do Corgo	M.R. Montante	Rio Corgo	8,5	18,0	8,60	91,8%	35000	< ucf/100ml		3,8	< 0,5	41.1971	-7.7602	Chuva durante a noite	
17/10/2017	40	ETAR S. João - Alvações do Corgo	M.R. Jusante	Rio Corgo	8,4	19,0	9,49	103,4%	78000	< ufc/100ml		4,3	0,6	41.1879	-7.7584	Chuva durante a noite	
19/10/2017	41	ETAR de Vilarinho de Freires-Poiars	Descarga	Rio Tanha	7,2	18,6	8,09	87,4%	60000	< ufc/100ml		3,8	9,2	41.1711	-7.7501	Sem chuva	
19/10/2017	42	ETAR de Vilarinho de Freires-Poiars	M.R. Montante	Rio Tanha	7,2	16,0	12,17	124,3%	11000	< ucf/100ml		0,9	< 0,5	41.1782	-7.7456	Sem chuva	
19/10/2017	43	ETAR de Vilarinho de Freires-Poiars	M.R. Jusante	Rio Tanha	7,2	16,0	12,93	132,1%	17200	100		0,5	< 0,5	41.1745	-7.7648	Sem chuva	
19/10/2017	44	Foz do Rio Tanha	Rio Tanha	Rio Tanha	7,3	16,5	12,48	128,9%	9600	< ucf/100ml		2,2	1	41.1746	-7.77656	Sem chuva	
19/10/2017	45	Foz do Rio Tanha	M.R. Montante	Rio Corgo	7,3	16,5	12,30	127,1%	19400	< ufc/100ml		2,9	< 0,5	41.1752	-7.7654	Sem chuva	
19/10/2017	46	Foz do Rio Tanha	M.R. Jusante	Rio Corgo	7,3	16,5	12,20	126,0%	11200	< ufc/100ml		2,3	< 0,5	41.1741	-7.7658	Sem chuva	
17/10/2017	47	Foz do Rio Corgo	Rio Corgo	Rio Corgo	8,3	19,5	8,73	96,1%	17600	< ufc/100ml		4,9	0,5	41.1548	-7.7731	Chuva durante a noite	
24/01/2018	269	ETAR de Vila Real	Descarga	Rio Corgo	7,6	14,8	7,10	70,6%	173290					41.2911	-7.7488	sem chuva	
24/01/2018	623	ETAR de Vila Real	Descarga	Rio Corgo	7,9	10,1	11,60	103,4%			860			41.2912	-7.7489	sem chuva	
24/01/2018	624	ETAR de Sever-Fontes	M.R. Jusante	Rio Aguilhão	7,5	11,3	10,10	92,6%			299			41.2172	- 7.7715	sem chuva	
24/01/2018	625	Foz do Rio Aguilhão = M.R. Montante S.Miguel	M.R. Jusante	Rio Corgo	6,4	14,2	10,29	101,0%			365			41.2060	-7.7626	sem chuva	
24/01/2018	626	ETAR S. João - Alvações do Corgo	M.R. Jusante	Rio Corgo	7,1	10,9	10,17	92,4%			630			41.1879	-7.7584	sem chuva	
24/01/2018	627	Foz do Rio Tanha	M.R. Jusante	Rio Corgo	8,7	10,1	9,50	84,6%			310			41.1741	-7.7658	sem chuva	

Anexo D

Identificação

Código APA	APA00392423
País*	Portugal
Número de Identificação Fiscal*	513606084
Nome/Denominação Social*	Águas do Norte, SA
Idioma	Português
Morada*	Av. Osnabruck, 29
Localidade*	Vila Real
Código Postal	5000-427
Concelho*	Vila Real
Telefones	+351 259 309 370
Fax	+351 259 309 371

Caracterização do(s) tratamento(s)

Designação	ETAR de Vila Real
Nível de tratamento implementado	Mais avançado que o secundário
Tipo de tratamento	Lamas activadas, remoção de N e P e desinfecção por UV
Caudal Máximo descarga	12281.00 m3/dia
Nut III – Concelho – Freguesia	Douro / Vila Real / Vila Real (São Dinis)
Longitude	-7.749790
Latitude	41.291760
Ano de arranque	2004
População servida (e.p.)	84321

Condições de descarga das águas residuais em condições normais de funcionamento

As condições de descarga do efluente final, de acordo com o disposto na legislação aplicável, a respeitar pelo titular da licença são as seguintes.

Parâmetro	VLE
Fósforo total (mg/L P)	2
Azoto total (mg/L N)	15
Total de Partículas Sólidas em Suspensão (mg/L)	35
Carência Bioquímica de Oxigénio (mg/L O2)	25
Carência Química de Oxigénio (mg/L O2)	125

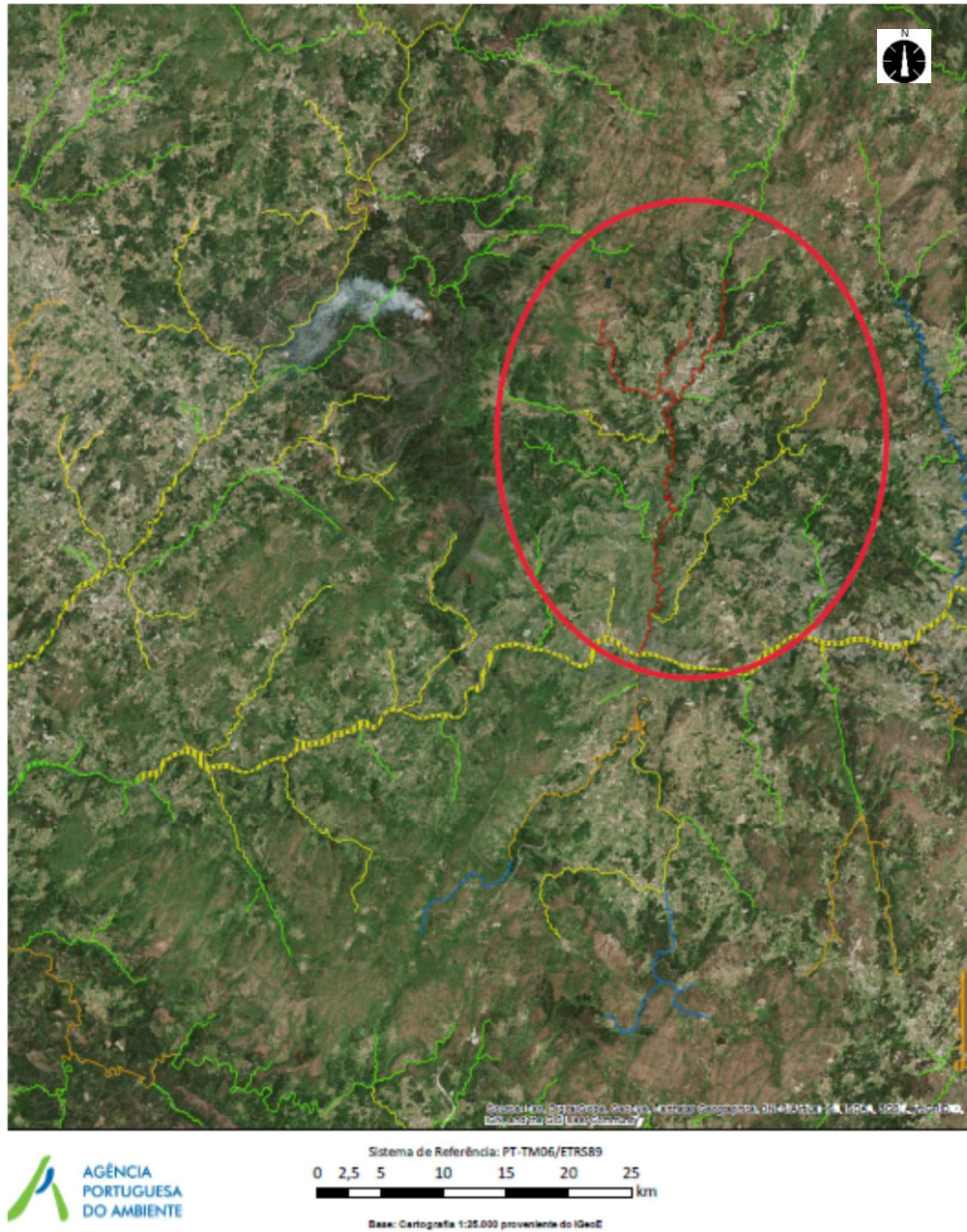
Legislação

Decreto-Lei nº 152/97, de 19 de junho

Avaliação de conformidade (descrição dos critérios de avaliação)

De acordo com o Anexo I do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, com as alterações introduzidas pelos Decretos-Leis n.os 348/98, de 9 de novembro, 149/2004, de 22 de junho e 198/2008, de 8 de outubro: Verificação do n.º mínimo anual de amostras e verificação do n.º máximo de amostras não conformes e verificação do desvio aos valores paramétricos.

Anexo E



Fonte: SNIRH – Agência Portuguesa do Ambiente

Legenda:

	Bom
	Razoável
	Mau