



**Escola Superior
Agrária**

Politécnico de Coimbra

**Análise entre a oferta e a procura de água para reutilização na
região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis**

Daniel Marques Cardoso

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária de Coimbra para
cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em GESTÃO
AMBIENTAL

Orientador: Professora Doutora Carla Rodrigues

Coorientador: Engenheira Ana Paula Malo

Coimbra, 31 de janeiro de 2023



**Escola Superior
Agrária**

Politécnico de Coimbra

**Análise entre a oferta e a procura de água para reutilização na
região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis**

Daniel Marques Cardoso

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária de Coimbra para
cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em GESTÃO
AMBIENTAL

Orientador: Professora Doutora Carla Rodrigues

Coorientador: Engenheira Ana Paula Malo

Coimbra, 31 de janeiro de 2023

Agradecimentos

À Professora Doutora Carla Rodrigues por toda a sua ajuda, ensinamentos, motivação e orientação ao longo de todo o trabalho, por estar sempre disponível a apoiar e ajudar os alunos ao longo do mestrado, bem como pelo seu método de ensino cativante capaz de criar laços de uma boa amizade entre professor e o aluno.

À Engenheira Ana Paula Malo por toda a amabilidade e disponibilidade na ARH Centro, por todas as ajudas e sugestões, e sobretudo paciência.

À Dra. Daniela Oliveira por toda a disponibilidade e ajuda durante o trabalho, por toda a simpatia, amabilidade e ensinamentos.

Ao Engenheiro João Alberty por toda a ajuda e disponibilidade manifestada.

Aos meus pais, irmã e restante família por toda a motivação e paciência ao longo de todo o mestrado.

À minha namorada por estar sempre do meu lado a dar motivação para terminar o que estava pendente, por todo o carinho nos momentos menos bons e pela paciência.

À Associação Empresarial da Região de Viseu por fornecer os dados necessários à realização deste trabalho.

Resumo

Ano após ano Portugal tem vindo a atravessar períodos de seca cada vez mais austeros, com especial relevância para a região sul do país, seguida de algumas zonas na região centro. Tendo em conta o estado atual dos recursos hídricos do país, importa refletir sobre as possíveis soluções que complementem a previsível redução do recurso.

De modo a combater esta situação, têm sido desenvolvidas alternativas a fim de extrair dos recursos hídricos existentes a máxima utilidade possível. Atualmente, já é possível a reutilização de águas residuais tratadas para diversas finalidades, dependendo do tipo de tratamento que lhe é conferido pelas estações de tratamento.

A realização deste trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de oferta de águas residuais tratadas (ART) e o potencial de procura deste tipo de águas na região de Nelas, em consequência da nova ETAR de Nelas III. Esta instalação, construída em 2019, utiliza um processo de tratamento capaz de satisfazer os requisitos de qualidade necessários a uma água para reutilização (ApR) para poder ser utilizada. A avaliação do potencial de procura de ApR na região em estudo foi baseada nas respostas obtidas através da realização de um inquérito dirigido a um conjunto de empresas de vários setores, excluindo o setor alimentar, uma vez que a qualidade de água a usar neste tipo de indústria tem de ser compatível com os requisitos exigidos para consumo humano.

O interesse e a predisposição para o uso de águas residuais tratadas manifestados pelo conjunto de inquiridos revelou algum desconhecimento no tema, principalmente devido à falta de informação disponível - que teria a finalidade de cativar os possíveis utilizadores - bem como ao facto de ser um tema bastante recente e, consequentemente, pouco desenvolvido por parte dos potenciais fornecedores deste tipo de água e da tutela.

Palavras-chave: reutilização, potencial de oferta, potencial de procura, ApR, qualidade

Abstract

Year after year, Portugal has been enduring periods of increasingly severe droughts, affecting mainly the southern region of the country, followed by some areas in the center of the country. Given the current state of the country's water resources, it is important to think about possible solutions that complement its foreseeable reduction.

In an effort to solve this situation, alternatives have been created to make the most of the available water resources. Currently, it is already possible to reuse wastewater in different ways, depending on the process it goes through in the treatment plants.

This work aims to evaluate the supply potential of treated wastewater and its potential demand in the Nelas region as a result of the new Nelas III wastewater treatment plant. This facility, built in 2019, uses a treatment process capable of satisfying the necessary quality requirements for water reuse. The evaluation of the supply potential of water reuse in the studied region was based on the responses obtained through a survey of a group of companies/industries from various sectors, except the food sector, considering that the quality of the water to be used in that particular sector must be compatible with the requirements of human consumption.

The interest and motivation for the use of treated wastewater expressed by the group of respondent revealed some ignorance about the subject at hand, mainly due to the lack of available information - which would aim to captivate the potential users - as well as the fact that it is a very young subject and, consequently, at an early stage of development among the potential suppliers of this type of water and custody.

Keywords: reuse, supply potential, demand potential, water reuse, quality

Índice

Resumo	ii
Abstract	iii
Lista de abreviaturas	vi
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura.....	2
2.1. Disponibilidade de Água em Portugal no século XXI	3
2.2. Tratamento de Águas Residuais	4
2.3. Reutilização de Águas Residuais Tratadas (ART)	7
2.4. Enquadramento Legal.....	11
3. Metodologia	19
3.1. Potencial de oferta de ApR	19
3.2. Potencial de procura de ApR	23
4. Resultados e Discussão.....	23
4.1. Potencial de oferta de ApR	23
4.2. Potencial de procura de ApR	24
5. Conclusões e Recomendações	35
6. Referências Bibliográficas.....	36

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema para o desenvolvimento de um projeto de reutilização (Rebelo et al., 2019).	10
Figura 2 - Mapa da zona de atuação da RH4 (APA, 2016).....	13
Figura 3 - ETAR de Nelas III (POSEUR, 2012).	19
Figura 4 - Localização da ETAR de Nelas III.	20
Figura 5 - Etapas de tratamento de águas residuais da ETAR de Nelas III.	21
Figura 6 - (a) Medidor de caudal em tipo Parshall; (b) Gradagem; (c) e (d) Unidade de desarenamento e desengorduramento; (e) Tanque de homogeneização e Regularização (coagulação, floculação e flotação); (f), (g) e (h) Vala de oxidação.	22
Figura 7 - Caracterização das empresas por Código de atividade económica (CAE).	24
Figura 8 - O número de trabalhadores de cada uma das empresas.	25
Figura 9 - Distribuição do valor da faturação anual das empresas inquiridas.	25
Figura 10 - Implementação de um sistema de gestão ambiental nas diversas empresas.....	26
Figura 11 - Volume de água utilizado pelas empresas no mês de menor e maior consumo.	27
Figura 12 - Custo mensal de água no mês de menor e maior consumo.	27
Figura 13 - Volume de água residual gerada no mês de menor e maior consumo.	28
Figura 14 - Destino dado à água residual gerada pelas empresas.	28
Figura 15 - Conhecimento da possibilidade de utilização de águas residuais tratadas.	29
Figura 16 - Disposição para a utilização de ApR's nos processos das diversas empresas.....	29
Figura 17 - Motivos que levam os inquiridos a não considerar a possibilidade da reutilização de águas residuais.	30
Figura 18 - Motivação para os inquiridos considerarem a utilização de águas residuais tratadas.	30
Figura 19 - Diversos usos dados à ApR por cada empresa interessada.	31
Figura 20 - Possível interesse no investimento no uso de uma ApR.....	31
Figura 21 - Valor a que estão dispostas as empresas a suportar para poder utilizar uma ApR..	32
Figura 22 - Horizonte temporal para o investimento numa ApR.	32

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Graus de qualidade de água por exemplos de aplicação de ApR e por tipo de tratamento efetuado (Rebelo et al., 2019).	18
Tabela 2 - Benefícios para as empresas ao utilizar uma ApR.	33
Tabela 3 - Fragilidades encontradas pelas empresas no uso de uma ApR.	33
Tabela 4 - Opinião dos inquiridos acerca do tema.	34

Lista de abreviaturas

AIRV - Associação Empresarial da Região de Viseu

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ApR – Água para Reutilização

AR – Água Residual

ARH – Administração de Região Hidrográfica

ARH Centro – Administração de Região Hidrográfica do Centro

ART – Água Residual Tratada

ETAR – Estação de Tratamento de Água Residual

PNUEA - Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água

RH4 – Região Hidrográfica 4

SST – Sólidos Suspensos Totais

UV – Ultravioleta

VLE – Valor Limite de Emissão

1. Introdução

Atualmente, a crescente pressão sobre as massas de água e o aumento da ocorrência de períodos de seca prolongada tem vindo a ser cada vez mais uma realidade em Portugal, impondo a necessidade de procurar alternativas ambientalmente mais adequadas num curto período de tempo. Hoje em dia a existência de tecnologia mais avançada possibilita a que as águas residuais sejam tratadas praticamente até qualquer nível de qualidade que se pretenda, contribuindo para que a água residual tratada seja considerada cada vez mais, uma importante solução ambiental. Caso seja aplicado o tratamento adequado, as águas residuais tratadas (ART) poderão ser utilizadas para diversos fins. A reutilização de águas residuais para fins múltiplos é hoje encarada como um dos eixos centrais da gestão sustentável dos recursos hídricos.

A conservação dos recursos naturais e o uso eficiente da água constituem objetivos nacionais com grande relevância nos serviços de abastecimento público de água e de saneamento de águas residuais urbanas, não existindo, no entanto, uma prática generalizada de aproveitamento e gestão das águas residuais urbanas em Portugal, mesmo em contextos regionais de maior escassez hídrica como tem acontecido na última década. Uma das primeiras estratégias para aproveitar as águas residuais urbanas passa pelos usos não potáveis, onde a qualidade não é compatível com o consumo humano, sendo esta utilizada para rega, lavagem de pavimentos, da frota automóvel ou na indústria, sem que seja comprometida a saúde do ser humano. As previsões relativas às alterações climáticas traçam um cenário de agravamento no sul e centro do país no que toca à disponibilidade de recursos hídricos, onde a reutilização da água poderá ser uma alternativa viável, nomeadamente na rega agrícola, na rega paisagística e de campos de golfe.

A produção e utilização de Água para Reutilização (ApR) estão sujeitas à obtenção prévia de licença, nos termos do RJApR (Regime Jurídico de produção e utilização de Água para Reutilização) e do regime LUA (Regime do Licenciamento Único Ambiental). As referidas licenças têm de ser requeridas, através do SILiAmb (Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente) à Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA, I.P.).

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise preliminar entre a oferta e a procura de água para reutilização na região de Nelas. Para tal, numa primeira fase pretende-se avaliar o potencial de oferta de ApR a partir da ETAR de Nelas III, situada na região de Nelas, a qual pertence à região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis, bem como o potencial de procura de ApR por parte da indústria na mesma região. Numa segunda fase, pretende-se relacionar as duas variáveis anteriores, de modo a poder contribuir para a disponibilidade de ApR a partir da ETAR de Nelas III, com o auxílio da realização de um inquérito. Numa terceira e última fase pretende-se realizar uma análise crítica aos resultados obtidos e propor melhoramentos futuros, bem como sugestões acerca do tema das ApR.

O presente trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos. No primeiro capítulo é apresentada uma breve introdução ao tema das águas residuais tratadas para reutilização. No segundo capítulo é realizada uma revisão de literatura, onde é referida a disponibilidade da água em Portugal no século atual, bem como o tema das águas residuais tratadas mais aprofundado e o enquadramento legal inerente aos recursos hídricos e à reutilização de águas residuais. No terceiro capítulo é apresentada a metodologia do trabalho onde está inserido o potencial de oferta e de procura de ApR. No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos através do inquérito às empresas da Região de Nelas, bem como a discussão dos mesmos. No quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões do tema em estudo e propostas algumas recomendações futuras.

2. Revisão da literatura

A água é essencial à vida, garante a existência dos seres humanos, a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas. Para garantir a sua disponibilidade com qualidade e em quantidade atualmente e para as gerações futuras, é preciso planear e gerir os seus usos e monitorizar o seu estado.

Em Portugal, a gestão dos recursos hídricos tem os seguintes princípios, o acesso de todos à água, a sua proteção como bem ambiental e a sua utilização eficiente, enquanto recurso escasso (Agência Portuguesa do Ambiente, 2022). Com vista a assegurar uma gestão sustentável da água e a proteção dos recursos hídricos, a APA desenvolve um vasto conjunto de atividades que incluem a definição e execução da política nacional de recursos hídricos, o planeamento e ordenamento destes recursos e do território associado, o licenciamento da sua utilização e respetiva fiscalização, a promoção do uso eficiente da água, a implementação de programas de monitorização e a aplicação da taxa de recursos hídricos. De modo a assegurar uma gestão sustentável da água, é necessário efetuar o tratamento de águas residuais, devido ao facto de esta ser um recurso escasso e de ter uma enorme utilidade em diversas atividades depois do seu tratamento. Este tratamento é efetuado em Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), instalações estas que englobam uma fileira de operações e processos unitários de tratamento, destinados a remover as substâncias poluentes e também, em certos casos, os microrganismos patogénicos presentes nas águas residuais (AR), de modo a produzir um efluente, água residual tratada (ART), com a qualidade pretendida. O principal objetivo deste tratamento é colocar a água residual em condições de não oferecer perigo à saúde pública, nem ao meio ambiente. Este tratamento inicia-se com um tratamento preliminar, que visa a retirar, da água, sólidos grosseiros ou separar quantidades excessivas de líquidos orgânicos, como óleos e gorduras. Seguidamente, é realizado um tratamento primário ou físico-químico, que compreende diversos processos. Os processos físicos envolvem a decantação mediante a sedimentação de partículas, com vista a remover gorduras e areias. Os processos químicos destinam-se a corrigir o pH das águas residuais, bem como a coagulação e a floculação que vão tornar os sedimentos maiores e mais pesados, facilitando a sua decantação. A correção do pH é extremamente

necessária nesta fase, uma vez que as etapas seguintes exigem níveis de pH dentro de limites estabelecidos. Numa terceira fase, é realizado um tratamento secundário, que envolve um processo biológico que tem como objetivo reduzir as cargas orgânicas dos efluentes. Através da atividade de microrganismos, nomeadamente bactérias aeróbias (cuja atividade depende da presença de oxigénio) e/ou anaeróbias (não necessitam de oxigénio), é realizada a degradação dos compostos orgânicos resultantes da fase anterior. Nesta fase, atinge-se a eliminação quase-total da carga poluente, tal como, redução da maior parte dos sólidos suspensos totais (SST), redução da carência química de oxigénio, redução da carência bioquímica de oxigénio. Seguidamente, é realizado um tratamento terciário, mais concretamente um tratamento de desinfecção e controlo de nutrientes, onde o objetivo é a eliminação de bactérias e vírus. Após esta fase, as águas podem ser utilizadas para fins como a agricultura, rega de espaços verdes, combate a incêndios, processos industriais, entre outras aplicações. No final destas quatro fases obtém-se, por um lado, um efluente com baixo nível de poluição e, por outro lado, vários tipos de lamas provenientes das etapas anteriores, às quais tem que se dar um tratamento, denominado de tratamento das lamas. É aconselhável que estas lamas sejam desidratadas e desinfetadas uma vez que, apesar de serem ricas em nutrientes e matéria orgânica, também podem conter microrganismos patogénicos. Após estes dois processos, desinfecção e desidratação, estas lamas podem ser utilizadas na agricultura como fertilizantes, como substrato para energia ou até mesmo no setor dos biocombustíveis.

2.1. Disponibilidade de Água em Portugal no século XXI

Em Portugal, é reduzida a existência de lagos naturais, e os existentes são de pequenas dimensões, pelo que a maior parte da água doce disponível se encontra na precipitação, na que escoam superficialmente através dos rios, na que se infiltra e que chega aos aquíferos e na que está armazenada nas albufeiras.

A distribuição da precipitação no território continental é bastante heterogénea. As regiões situadas a norte do rio Tejo têm precipitações anuais superiores à média do país, apresentando as regiões a sul valores inferiores.

Tendo em conta os Planos de Gestão de Região Hidrográfica RH4 (2016-2021), é possível reter que, o clima na bacia do Vouga varia entre super-húmido a húmido, a Norte do rio e de pouco húmido a moderadamente húmido a Sul. A precipitação média na bacia do Vouga é de 1 532 mm verificando-se os maiores valores na Serra do Caramulo (2 341 mm) e os menores, cerca de 915 mm, nas dunas de Mira. O semestre húmido (outubro – março) concentra 75% da precipitação. Por sua vez, a precipitação média anual ponderada sobre a bacia do rio Mondego é de 1136 mm, ocorrendo os maiores valores médios anuais na Serra do Caramulo e os menores na zona do Baixo Mondego, inferiores a 1000 mm. O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por um semestre chuvoso, que corresponde à estação fria, e um semestre seco que corresponde à estação quente, características típicas de um clima mediterrânico. A precipitação média anual ponderada sobre a bacia do rio Lis é de 956 mm, ocorrendo os maiores valores médios anuais nas zonas montanhosas das cabeceiras da bacia e os menores na zona junto à costa. O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por um semestre chuvoso, que corresponde à

estação fria, e um semestre seco que corresponde à estação quente, características típicas de um clima mediterrânico. A distribuição sazonal da precipitação é muito acentuada, concentrando-se no semestre húmido (outubro - março) cerca de 75% da precipitação.

O escoamento médio anual da região do Vouga e Costeiras e entre o Vouga e o Mondego é de 2503,74 hm³, por sua vez, o escoamento médio anual da região do Mondego e Costeiras e entre o Mondego e o Lis é de 2673,21 hm³.

No que diz respeito à disponibilidade hídrica subterrânea total RH4, esta tem um valor de 1416,39 hm³/ano.

As principais utilizações da água em Portugal incluem o abastecimento às populações, a agricultura (rega e abeberamento animal) e a utilização industrial, sendo que, de acordo com os Planos de Gestão de Região Hidrográfica RH4 (2016-2021), 73% dos corpos de água existentes em rios apresentam uma qualidade (estado ecológico) boa ou mesmo excelente, enquanto 27% não cumprem ainda os patamares de qualidade. Nestes 27% que não cumprem os patamares de qualidade, o principal fator para que a qualidade não seja a adequada é o excesso de nutrientes, provocando a eutrofização do meio.

Uma vez que a água com qualidade capaz de satisfazer as nossas necessidades é cada vez mais escassa, é necessário proteger este recurso de acordo com os seguintes objetivos definidos no Plano Nacional da Água (Agência Portuguesa do Ambiente, 2022):

- a proteção e a requalificação do estado dos ecossistemas aquáticos e dos ecossistemas terrestres;
- a promoção do uso sustentável, equilibrado e equitativo de água de boa qualidade, com a afetação aos vários tipos de usos, tendo em conta o seu valor económico, baseada numa proteção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis;
- o aumento da resiliência relativamente aos efeitos das inundações e das secas e outros fenómenos meteorológicos extremos decorrentes das alterações climáticas.

2.2. Tratamento de Águas Residuais

O tratamento de águas residuais é realizado por diversos processos e operações de natureza física, química e biológica, e a combinação destes processos resultam em vários níveis de tratamento, sendo estes, o tratamento preliminar, o primário, secundário, terciário e o tratamento da fase sólida. Pressupõem-se então o tratamento, numa primeira fase, da parte líquida do efluente e numa segunda fase, da fase sólida, onde são tratados os subprodutos da fase líquida. O tratamento de águas residuais tem por objetivo a separação, tratamento e eliminação de matérias poluentes da água de modo à restituição da mesma nos recursos hídricos, com o menor impacto possível para os ecossistemas.

Numa primeira etapa, no tratamento preliminar estão inseridas as operações de medição de caudal em canal tipo Parshall, de gradagem, de desarenamento e remoção de gorduras, tendo estas como principal função a proteção dos equipamentos inerentes ao tratamento das águas residuais na ETAR. O canal tipo Parshall é um dispositivo tradicional para medição do caudal em canais abertos de líquidos que fluem por ação da gravidade. Basicamente, o medidor de caudal do tipo Parshall consiste numa secção convergente, numa secção estrangulada 'garganta' e uma secção divergente. O fundo do canal é em nível na secção convergente, em declive na 'garganta' e em aclive na secção divergente. Este canal é utilizado para medir com relativa facilidade e de forma contínua, os caudais de entrada e saída de água do sistema. Por sua vez, a Gradagem é realizada à entrada da ETAR com o auxílio a grades de ferro ou aço, orientadas paralelamente com o intuito da remoção dos sólidos grosseiros flutuantes, tais como farrapos, paus de grandes dimensões, plásticos e também material inerte sedimentável. Este tratamento primário visa em prevenir possíveis problemas na estação de tratamento, tais como avarias nos equipamentos por sobrecarga, como por obstrução. Normalmente os canais de gradagem têm um formato retangular com uma pequena inclinação para evitar a deposição de areias, matéria orgânica e outros materiais que sejam passíveis de se depositarem em grandes quantidades.

A desarenação tem como principal objetivo a remoção de uma vasta diversidade de sólidos inorgânicos, tais como, areias, cascas de ovo, fragmentos de metal e pedaços de vidro. Por sua vez, também é importante para garantir o bom funcionamento do equipamento, pois evita o depósito de areias nas tubagens e decantadores, bem como o desgaste das bombas e de outros equipamentos por parte de partículas pequenas, nomeadamente areias, devido ao facto de estas serem bastante abrasivas. Este processo pode ser realizado através de 3 tipos de desarenadores, em câmara de desarenação arejada, para um aglomerado populacional superior a 20.000 habitantes, em um desarenador tipo vortex, para um aglomerado populacional superior a 5.000 habitantes e inferior a 20.000, ou através de um desarenador de velocidade controlada, para um aglomerado populacional inferior a 5.000 habitantes. Para a separação de gorduras, e tendo em conta o facto da biodegradabilidade de óleos e gorduras ser geralmente baixa, a sua remoção das águas exige frequentemente o uso de operações específicas, como é exemplo a flotação e de reagentes químicos. Parte dos óleos e gorduras, menos densos do que água, tendem a flutuar sobre a água, originando escumas. Outras parcelas sedimentam e contribuem para a formação de lamas.

Na etapa seguinte é realizado um tratamento primário, que é efetuado através de um decantador que visa a sedimentação dos sólidos suspensos, orgânicos e inorgânicos no efluente, bem como a remoção de espuma e materiais flutuantes (óleos e gorduras) por meio de raspadores. Após realizada a decantação primária, normalmente o efluente continua rico em termos de CBO5 e sólidos suspensos, sendo necessário um tratamento secundário de modo a reduzir essa carga poluente. Ainda no tratamento primário podem ser incluídas operações como a homogeneização e regularização da água residual, a coagulação e floculação e as valas de oxidação. Na coagulação, as partículas coloidais são neutralizadas e agregadas em partículas de maiores dimensões e com maior volume e

peso, através do uso de coagulantes. Estes eliminam a carga electroestática negativa da superfície das partículas, o que diminui a repulsão entre elas, e através da agitação rápida que promove o choque entre as partículas. A floculação consiste na agregação de partículas neutralizadas na fase da coagulação, formando-se flocos com a ajuda de um floculante (polímero) que se liga às mesmas. Os flocos vão aumentando de peso e tamanho permitindo a sua sedimentação por ação da gravidade.

Dentro dos processos de tratamento, os de natureza biológica são os mais usuais, utilizando filtros percoladores, lamas ativadas e lagoas de oxidação. É realizada de seguida uma decantação secundária de modo a separar as lamas biológicas criadas da fase líquida (Monte et al., 2016). Uma vala de oxidação consiste em um ou mais canais de configuração oval ou em anel com um tempo de retenção hidráulico longo para a remoção dos compostos orgânicos biodegradáveis. Após as etapas anteriores, o efluente entra na vala de oxidação, o processo de arejamento transporta o oxigénio para dentro do licor misto (mistura de lamas ativadas com o efluente) promovendo o crescimento bacteriano e, simultaneamente, a velocidade motriz assegura o contato entre os microrganismos e o licor misto. A turbina aumenta a concentração de oxigénio dissolvido, mas vai diminuindo à medida que a biomassa absorve o oxigénio e os sólidos são mantidos em suspensão. Os nitratos são reduzidos, por ação das bactérias desnitrificantes, a compostos azotados voláteis, ocorrendo assim a desnitrificação.

Além do tratamento biológico é possível fazer um tratamento químico para a redução de fósforo. Para a redução do fósforo, é realizada a adição de cloreto férrico num tanque de modo a criar a precipitação do fósforo e a sua fácil remoção.

Após isto, é realizada de seguida uma decantação secundária de modo a separar as lamas biológicas criadas da fase líquida. Esta decantação é realizada num decantador secundário que serve essencialmente para efetuar a separação dos flocos da biomassa desenvolvida no reator biológico, os quais são predominantemente constituídos por microrganismos, ou seja, matéria orgânica que não se sedimenta facilmente.

Numa última fase é realizado um tratamento terciário que visa na proteção do ambiente, antes da descarga das águas residuas tratadas no meio recetor. Neste tratamento poderá ser realizada uma desinfecção, através de cloragem, raios ultravioleta e ozonização, para a remoção ou inativação de agentes patogénicos da água, para que seja possível a reutilização da água residual, bem como para a proteção da saúde pública (Gomes, 2011). Antes da desinfecção pode ocorrer uma microtamisação, que tem por objetivo reter sólidos em suspensão que ainda estejam presentes na água, com dimensão igual ou superior a 20 μm e cuja presença possa limitar o desempenho do tratamento de desinfecção por radiação ultravioleta (UV) instalado a jusante deste. Após este processo, é realizada a desinfecção que tem por objetivo reduzir a quantidade de microrganismos patogénicos presentes na água residual, eliminando-os/reduzindo-os até um nível compatível com a proteção da saúde pública, antes desta ser descarregada no meio recetor ou da sua reutilização. A desinfecção por UV é vantajosa pelo facto de não formar composto halogenados e a inativar a formação de oócitos de protozoários, tornando-se um processo de desinfecção eficaz e com menor impacte ambiental, em relação a outros

processos de desinfecção, como por exemplo, os que utilizam o cloro. Por sua vez, este processo de desinfecção também tem um tempo reduzido de contacto com a água. O espessador de lamas é o responsável pelo o aumento da concentração de lamas a desidratar, otimizando este processo, retornando as escorrências ao processo de tratamento da fase líquida. As lamas depois de tratadas, são armazenadas em silos para a posterior encaminhamento.

2.3. Reutilização de Águas Residuais Tratadas (ART)

Face à procura crescente de água, a reutilização constitui uma origem alternativa e contribui para o uso sustentável dos recursos hídricos, na medida em que permite a manutenção de água no ambiente e a respetiva preservação para usos futuros, enquanto se salvaguarda a utilização presente. Uma dada água residual, desde que seja tratada a um nível compatível com determinados usos, garantindo assim que não constitui um risco para a saúde, pública e humana, e/ou ambiente, poderá ser reutilizada múltiplas vezes para esse mesmo fim.

A reutilização de água expandiu-se globalmente desde a rega agrícola ou de espaços verdes e de usos urbanos restritos até aos usos potáveis, tendo as águas residuais tratadas passado a ser encaradas como uma alternativa adicional para múltiplos fins. No entanto, é importante garantir que os possíveis efeitos adversos sobre a saúde e o ambiente não tenham expressão, o que leva a uma necessidade premente de definição de normas de qualidade. Torna-se ainda tão necessário uma nova abordagem, dirigida a cada projeto de reutilização de água, vulgarmente designada por “fit-for-purpose”, suportada na avaliação do risco inerente à prática, que preconize a adoção de normas suportadas nessa mesma avaliação, bem como o seguimento dos projetos de reutilização através de planos de gestão do risco, que contemplem múltiplas medidas de controlo, ou barreiras, e planos de monitorização a fim de reduzir os riscos existentes para um nível aceitável. A ausência destes mecanismos poderá levar à perda de oportunidade de desenvolvimento de práticas apropriadas e sustentáveis de reutilização de água (Monte & Albuquerque, 2010)

A utilização de águas residuais tratadas contribui para uma gestão dos recursos hídricos mais sustentável, na medida em que:

- contribui para aumentar os recursos hídricos necessários para satisfação das necessidades presentes e futuras;
- ao reduzir o caudal de águas residuais tratadas descarregado nos meios recetores aquáticos, protege os ecossistemas, diminuindo a quantidade de poluentes lançados no meio.

Os projetos de reutilização de águas residuais tratadas no nosso país constituem práticas inovadoras, o que só por si já se justifica alguma relutância na sua aceitação pública. A reutilização trata-se de um tipo de projeto suscetível de gerar alguma controvérsia na sociedade, pela origem e características das águas residuais tratadas. Conseguir a aceitação pública dos projetos de reutilização da água constitui, naturalmente, um desafio importante para a sociedade (Monte & Albuquerque, 2010).

Em 2019 cerca de $1,7 \times 10^6$ m³/dia de águas residuais foram tratadas em Portugal, sendo que, em 2018 só 30 entidades gestoras produziram ART para reutilização, e só 1,2% desta água foi reutilizada. Desta água reutilizada, cerca de 88% foi reutilizada pela própria ETAR. Nas ETAR, as águas residuais tratadas são maioritariamente utilizadas na lavagem de pavimentos das instalações e em rega de espaços verdes. No exterior da ETAR, estas águas são utilizadas na lavagem das ruas e de contentores, para a rega de espaços verdes e para apagar possíveis fogos, como é exemplo a rega de campo de golf no Algarve e Porto Santo. Em 2012, cerca de 41% do efluente da ETAR de Porto Santo foi utilizado para a rega do Campo de Golf. Também, em 2010, a loja do IKEA de Loures começou a reutilizar a água tratada da ETAR de Frielas no seu sistema de climatização (Amaral, 2019).

Em Portugal, a reutilização da água deve ser encarada como uma oportunidade não só para viabilizar a expansão de alguns projetos fortemente dependentes de disponibilidades hídricas, minimizar os efeitos de secas e escassez, como também para melhorar o estado do ambiente, tanto quantitativamente, diminuindo os volumes de água captados, como qualitativamente, diminuindo a carga rejeitada, nomeadamente em zonas sensíveis. Também é de referir que a reutilização da água muitas vezes requer menos custos de investimento e energia que outras alternativas de abastecimento de água, tais como a dessalinização ou a transferência de água, contribuindo também para uma redução de emissões de gases com efeito estufa. O turismo em Portugal tem registado elevado desenvolvimento nas últimas três décadas, no que se refere a recursos hídricos, o problema da atividade turística reside no facto de o consumo de água por turista ser quase o dobro do consumo local, ao que acresce o elevado consumo de água para usos recreativos (campos de golfe, piscinas, parques aquáticos, neve artificial) e o facto de as estâncias turísticas se situarem geralmente em zonas costeiras de escassa precipitação e elevada insolação, coincidindo à época alta, de necessidades mais elevadas, com o estio, de menor disponibilidade hídrica (Monte & Albuquerque, 2010).

Para ser possível o uso da água para reutilização, deve se ter em conta algumas obrigações impostas pelo Decreto Lei nº 119/2019, de 21 de agosto, e pelo guia para reutilização de água, para usos não potáveis, elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente, sendo estes:

Potencial para reutilização de água

Numa primeira fase, é necessário a avaliação entre as disponibilidades de ApR (quantidade e qualidade) e as possíveis áreas de aplicação, bem como a análise geográfica e avaliação do risco para verificação da viabilidade dos projetos de reutilização. Na segunda fase, é realizada uma avaliação de risco de modo a caracterizar o risco associado ao projeto e as respetivas medidas de gestão para minimização e controlo do mesmo. Na terceira e última fase, é necessária a obtenção das licenças para produção e utilização de ApR, através do qual se definirão as medidas de gestão e de seguimento adequadas a cada caso e aplicáveis a cada interveniente por forma a permitir a utilização segura de ApR.

Avaliação de risco

A avaliação do risco é a previsão da ocorrência de danos para os indivíduos ou ambiente, numa dada referência espacial e temporal. Dado o facto do grau de incerteza de acontecimentos futuros, é inviável a não utilização de escalas de importância, para aumentar a robustez da avaliação e consequentemente da decisão.

Um processo de avaliação do risco deve complementar um plano de gestão do risco, de modo a garantir que o nível de risco ao longo da vida útil de projeto de reutilização é mantido ao mais reduzido valor de risco possível. No Anexo II é possível visualizar o procedimento a ter na realização de uma avaliação de risco, com base no artigo 6 do Decreto Lei nº 119/2019, de 21 de agosto.

Licença de produção de ApR e Licença de utilização de ApR

As licenças de produção e de utilização de ApR podem ser emitidas por um prazo máximo de 10 anos, sendo que a licença de utilização não pode ter um prazo superior ao da licença de produção associada. Estas podem se renovadas desde que se mantenham as mesmas condições de atribuição.

Os pedidos de renovação da licença de produção de ApR e da licença de utilização de ApR devem ser requeridos pelo interessado, junto da APA, no prazo de seis meses antes do respetivo termo. A figura 1 apresentada um esquema para o desenvolvimento de um projeto de reutilização.

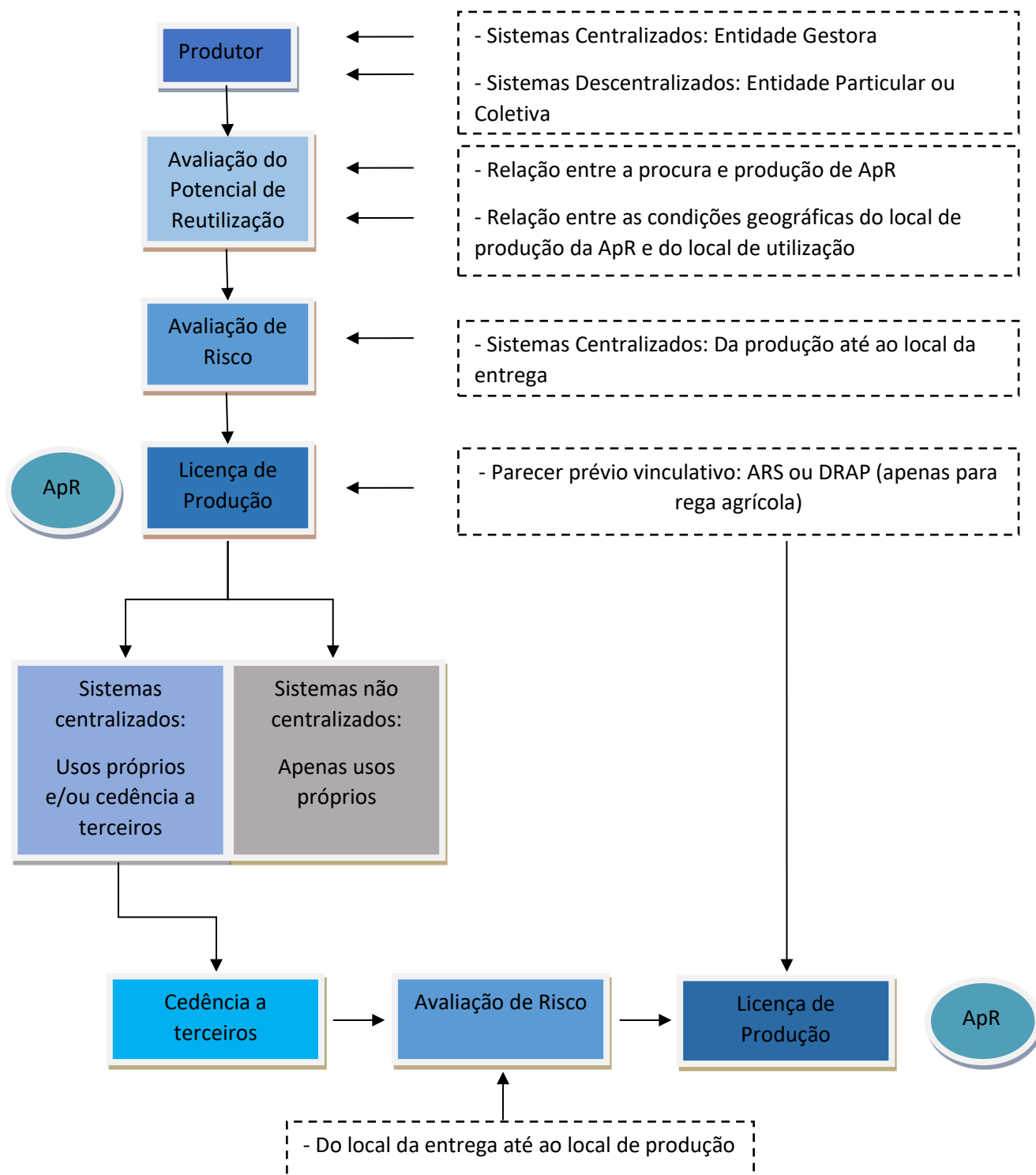


Figura 1 - Esquema para o desenvolvimento de um projeto de reutilização (Rebelo et al., 2019).

2.4. Enquadramento Institucional e Legal

Competências da APA e ARH Centro

A Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., foi instituída pelo Decreto-Lei nº 7/2012, de 17 de janeiro, que aprovou a Lei Orgânica do Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento de Território (Decreto-Lei nº 56/2012, de 12 de março). Esta agência é resultado da fusão da Agência Portuguesa do Ambiente, do Instituto da Água, I.P., das Administrações das Regiões Hidrográficas, I.P., da Comissão de Alterações Climáticas, da Comissão de Acompanhamento da Gestão de Resíduos e da Comissão de Planeamento de Emergência do Ambiente (Decreto-Lei nº 56/2012, de 12 de março).

A APA, I.P., tem um papel importante na proposta, desenvolvimento e execução das políticas de ambiente e de desenvolvimento sustentável, nomeadamente no âmbito da gestão dos recursos hídricos, do combate às alterações climáticas, da conservação da natureza e proteção da biodiversidade, da gestão dos resíduos, da proteção da camada de ozono e da qualidade do ar, da recuperação e valorização dos solos e outros locais contaminados, prevenção e controlo de ruído, da prevenção de riscos industriais graves, da segurança ambiental e das populações, da rotulagem ecológica, das compras ecológicas, dos sistemas voluntários de gestão ambiental, bem como da avaliação de impacte ambiental e avaliação de programas e planos (Decreto-Lei nº 56/2012, de 12 de Março). A APA, I.P., tem como missão, propor, desenvolver e acompanhar a gestão integrada e participada das políticas de ambiente e de desenvolvimento sustentável, de forma articulada com outras políticas setoriais e em colaboração com entidades públicas e privadas que concorram para o mesmo fim, tendo em vista um elevado nível de proteção e de valorização do ambiente e a prestação de serviços de elevada qualidade aos cidadãos (Decreto-Lei n.º 56/2012, de 12 de março).

No domínio dos recursos hídricos, a APA, I.P., exerce as funções de Autoridade Nacional da Água, prosseguindo as seguintes atribuições (APA, Agência Portuguesa do Ambiente, 2022):

- propor, desenvolver e acompanhar a execução da Política nacional dos recursos hídricos, de forma a assegurar a sua gestão sustentável, bem como garantir a efetiva aplicação da Lei da Água e demais legislação complementar;
- assegurar a proteção, o planeamento e ordenamento dos recursos hídricos;
- promover o uso eficiente da água e o ordenamento dos usos da água;
- emitir títulos de utilizações dos recursos hídricos e fiscalização do cumprimento da sua aplicação;
- estabelecer e implementar programas de monitorização dos recursos hídricos;
- prosseguir as demais atribuições referidas na Lei da Água e legislação complementar.

No seguimento das atribuições da APA. I.P., enquanto Autoridade Nacional da Água, funcionam a nível regional, os serviços desconcentrados, as Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH), cuja circunscrição territorial é definida nos estatutos da APA, I.P., sendo dirigidos por administradores regionais. Existem cinco administrações regionais, sendo elas, a ARH Norte, a ARH Centro, a ARH Tejo e Oeste, a ARH Alentejo e a ARH do Algarve. A ARH do Centro, serviço desconcentrado da Agência Portuguesa do Ambiente I.P., tem as seguintes competências no domínio dos recursos hídricos ao nível da respetiva circunscrição territorial:

- elaborar e controlar a implementação de planos de gestão de bacia hidrográfica e dos planos específicos de gestão das águas, bem com definir e implementar as medidas complementares para a sistemática proteção e valorização dos recursos hídricos;
- elaborar e controlar a implementação dos planos de ordenamento de albufeiras de águas públicas, dos planos de ordenamento da orla costeira e dos planos de ordenamento dos estuários ao nível da(s) respetiva(s) região(ões) hidrográfica(s);
- promover a implementação do Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água (PNUEA);
- elaborar ou apoiar a elaboração de estudos de natureza estratégica necessários à consecução da missão da APA, I.P. enquanto Autoridade Nacional da Água;
- acompanhar a elaboração, avaliação, alteração, revisão, suspensão e execução dos instrumentos de gestão territorial que se articulem com a gestão de recursos hídricos, nomeadamente quanto à harmonização, coordenação interna e externa e graduação de interesses exigida por lei;
- assegurar o inventário, cadastro e fiscalização das utilizações dos recursos hídricos, efetuando o licenciamento e a respetiva emissão e gestão dos títulos através do sistema nacional de informação dos recursos hídricos;
- fomentar a constituição de associações de utilizadores e de empreendimentos de fins múltiplos;
- fiscalizar as pressões sobre os recursos hídricos, incluindo as instalações, atividades ou meios de transporte suscetíveis de gerar riscos;
- promover processos de reposição coerciva nos recursos hídricos;
- assegurar e acompanhar a construção, fiscalização e receção de obras;
- proceder à gestão e manutenção direta dos empreendimentos de fins múltiplos a cargo da APA, I.P.;
- apoiar o desenvolvimento e a gestão de sistemas de informação sobre as infraestruturas hidráulicas e sistemas de saneamento básico;
- colaborar em ações de informação, formação e participação pública sobre os recursos hídricos;
- prestar apoio técnico ao Departamento de Jurídico na instrução de processos de contraordenação, bem como, no âmbito das ações de responsabilidade civil por danos ambientais ou de quaisquer processos judiciais ou gratuitos que incidam sobre a sua área de competência.

A área de jurisdição da ARH Centro é apresentada na figura 2.

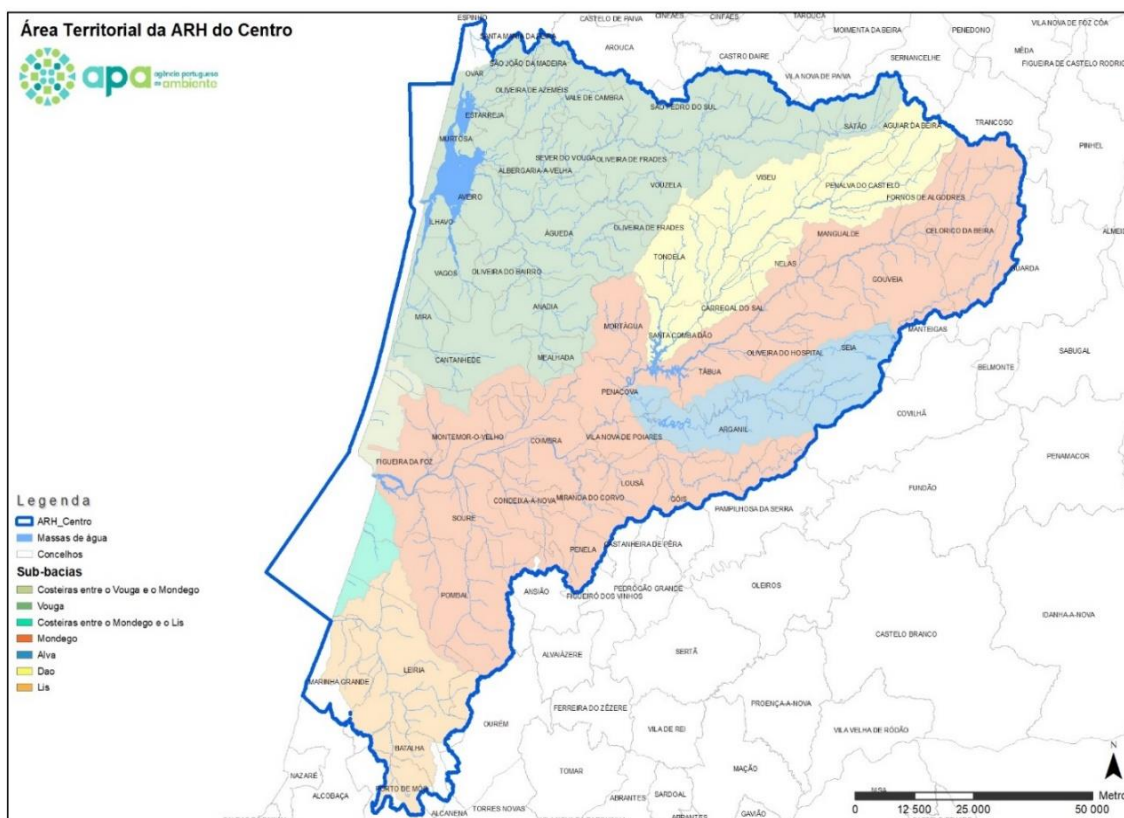


Figura 2 - Mapa da zona de atuação da RH4 (APA, 2016).

Lei da Água – Lei n.º 58/2005, 29 de dezembro

Em Portugal, a gestão dos recursos hídricos decorre através da Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, transposta para a ordem jurídica interna pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro.

A Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, designada também como Lei da Água, visa estabelecer as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das superfícies das águas superficiais, designadamente as águas interiores, de transição e costeiras, e das águas subterrâneas. De acordo com o estabelecido nas disposições gerais do diploma, visa satisfazer os seguintes objetivos:

- i. Evitar a continuação da degradação e proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos, ecossistemas terrestres e zona húmidas diretamente dependentes de ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades de água;
- ii. Promover uma utilização sustentável de água, baseada numa proteção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis;

- iii. Obter uma proteção reforçada e um melhoramento do ambiente aquático, nomeadamente através de medidas específicas para a redução gradual e cessação ou eliminação por fases de descargas, das emissões e das perdas de substâncias prioritárias;
- iv. Assegurar a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da sua poluição;
- v. Mitigar os efeitos das inundações e das secas;
- vi. Assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de origem superficial e subterrânea de boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água;
- vii. Proteger as águas marinhas, incluindo territoriais;
- viii. Assegurar o cumprimento dos objetivos dos acordos internacionais pertinentes, incluindo os que se destinam à prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho.

A Lei da Água estabelece, no artigo 3º, que a gestão dos recursos hídricos deve observar, entre outros, aos seguintes princípios:

- i. Princípio do valor social da água, que consagra o seu acesso universal para as necessidades humanas básicas, como é o abastecimento público de água, a custo socialmente aceitável, e sem constituir fator de discriminação ou exclusão;
- ii. Princípio do valor económico da água, no qual se consagra o reconhecimento da escassez atual ou potencial deste recurso e a necessidade de garantir a sua utilização economicamente eficiente, com a recuperação dos custos dos serviços de águas, mesmo em termos ambientais e de recursos, e tendo por base os princípios do poluidor-pagador e do utilizador-pagador;
- iii. Princípio da prevenção, por força do qual as ações com efeitos negativos no ambiente devem ser consideradas antecipadamente, por forma a eliminar as próprias causas de alteração do ambiente ou reduzir os seus impactes quando tal não seja possível;
- iv. Princípio da correção, prioritariamente na fonte, dos danos causados ao ambiente, e da imposição ao emissor poluente de medidas de correção e recuperação, bem como dos respetivos custos.

Decreto Lei nº152/97, de 19 de junho

O Decreto Lei 152/1997 de 19 de junho (Ministério do Ambiente, 1997) tem por objetivo a proteção das águas superficiais dos efeitos das descargas de águas residuais urbanas, assim sendo, cada município, no âmbito do quadro legal em vigor, deverá procurar a solução mais adequada, numa dupla perspetiva de eficácia da aplicação de recursos e de proteção ambiental.

Devem ser cumpridos os seguintes pressupostos fundamentais de acordo com o diploma:

- I. Deve ser realizada a identificação das zonas sensíveis e das zonas menos sensíveis, para efeitos da aplicação do presente diploma;
- II. As entidades públicas responsáveis deverão adotar as medidas necessárias para garantir o pleno funcionamento de sistemas de drenagem;
- III. A descarga de águas residuais urbanas só poderá ser licenciada quando se submeta a um tratamento secundário;
- IV. A descarga de águas residuais urbanas provenientes de aglomerados com um e. p. superior a 10000 em zonas sensíveis só pode ser licenciada quando aquelas águas se submetam a um tratamento mais rigoroso que o tratamento secundário;
- V. As descargas provenientes de aglomerados em zonas menos sensíveis podem ser autorizadas pela entidade licenciadora, de acordo com o e.p. do aglomerado.
- VI. As descargas de águas residuais urbanas só poderão ser efetuadas e licenciadas em águas doces, estuários e águas costeiras quando se submetam a um tratamento apropriado, de acordo com a entidade licenciadora;
- VII. A eliminação das lamas provenientes das estações de tratamento de águas residuais urbanas está sujeita a autorização da entidade licenciadora.
- VIII. É proibida a descarga de lamas em águas de superfície.
- IX. As águas residuais tratadas, bem como as lamas, devem ser reutilizadas, sempre que possível ou adequado.

Decreto Lei nº236/98, de 1 de agosto

Em Portugal, é necessário proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, para tal, o Decreto lei nº 236/98, de 1 de agosto (Ministério do Ambiente, 1998), estabelece normas de descarga de águas residuais para cada instalação visando a promoção da qualidade do meio aquático e a proteção da saúde pública e dos solos, tendo em conta:

- i. As normas gerais de descarga (anexo XVIII do presente diploma);
- ii. Os objetivos ambientais de curto, médio e longo prazos estabelecidos pelos planos de recursos hídricos e programas específicos para cada substância, grupo, família ou categoria de substâncias que estejam em vigor para o meio recetor;

- iii. As condições estabelecidas nos diplomas legais previstos nos artigos 66.º e 69.º, quando estejam em causa as substâncias perigosas (da lista I do anexo XIX do presente diploma);
- iv. As condições constantes de contrato de adaptação ou promoção ambiental estabelecidas e a norma sectorial de descarga que lhes disser respeito, para as descargas provenientes de instalações abrangidas por esse acordo;
- v. As disposições da secção I do capítulo II do presente diploma, se as águas do meio recetor ou as massas de água situadas a jusante, suscetíveis de ter a sua qualidade afetada pela descarga, estiverem classificadas como origem de água para produção de água para consumo humano nos termos do artigo 6.º;
- vi. As condições do capítulo III, se as águas do meio recetor ou as massas de água situadas a jusante, suscetíveis de ter a sua qualidade afetada pela descarga, estiverem classificadas como águas piscícolas, nos termos dos artigos 33.º e 48.º, ou como conquícolas, nos termos do artigo 41.º, do presente diploma;
- vii. As condições do capítulo IV, se as águas do meio recetor ou as massas de água situadas a jusante, suscetíveis de ter a sua qualidade afetada pela descarga, estiverem classificadas como águas balneares, nos termos do artigo 52.º do presente diploma;
- viii. As condições do capítulo V, se as águas do meio recetor ou as massas de água situadas a jusante, suscetíveis de ter a sua qualidade afetada pela descarga, estiverem classificadas como águas de rega, nos termos do artigo 59.º do presente diploma;

Os VLE (Valor limite de emissão) de cada substância, grupo, família ou categoria de substâncias e outros valores paramétricos a considerar serão fixados na norma de descarga de acordo com o critério mais exigente de entre os que são mencionados no n.º 1 do Decreto Lei nº 236/98, de 1 de agosto.

Consideram-se razões justificativas para a determinação de condições mais exigentes de descarga de águas residuais:

- i. O meio recetor estar classificado como zona sensível, nos termos do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de julho;
- ii. A poluição originada pela descarga poder ter efeitos a longa distância ou transfronteiriços;
- iii. O meio recetor estar classificado como zona vulnerável, nos termos do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro;

- iv. O meio recetor estar situado em área designada para a proteção de habitats ou espécies relativamente às quais a conservação ou a melhoria da qualidade das águas seja um fator importante para a sua proteção;
- v. O meio recetor encontrar-se classificado como Reserva Agrícola Nacional, nos termos do Decreto-Lei n.º 196/89, de 14 de junho.

Para as instalações localizadas na zona de influência reconhecida pela DRA (direção regional do ambiente) para soluções integradas de tratamento, mas que não pretendem delas beneficiar para o tratamento dos seus efluentes, não poderá a DRA fixar normas de descarga menos exigentes do que aquelas que estiverem fixadas para essas soluções integradas, ainda que essas instalações pertençam a empresas aderentes a contratos de adaptação ou de promoção ambiental a que se referem os artigos 78.º e 68.º, do presente diploma, respetivamente.

Decreto-Lei nº 119/2019, de 21 de agosto de 2019

A utilização de águas residuais tratadas pode proporcionar benefícios ambientais, sociais e económicos significativos, podendo contribuir para melhorar o ambiente, tanto quantitativamente, aliviando a pressão decorrente da diminuição dos volumes captados, quanto qualitativamente, ao diminuir as descargas de águas residuais tratadas em áreas sensíveis.

O presente Decreto-Lei aplica-se à reutilização de água proveniente de estações de tratamento de águas residuais (ETAR) domésticas, urbanas e industriais, destinada a usos compatíveis com a qualidade da mesma, designadamente de rega, de usos paisagísticos, de usos urbanos e industriais, bem como, à reutilização de água remanescente proveniente de certos tipos de cultura agrícola, nomeadamente as culturas fora do solo, que, sendo recolhida, seja passível de ser usada na rega de outro tipo de cultura. Neste contexto, está excluída a reutilização de água para usos potáveis, os quais requerem uma qualidade compatível com o consumo humano.

Para que seja passível de ser utilizada, a qualidade desta água (ApR) é um fator a ter em conta, tendo que se obedecer a normas dependendo o uso a que se destina:

- Com base na avaliação do risco para a saúde e para o ambiente, são definidas pela APA, normas de qualidade da água a aplicar a cada reutilização e incluídas na respetiva licença para a produção ou para utilização de ApR;
- A licença para produção ou para utilização de ApR pode definir normas de qualidade distintas das definidas em função dos resultados do processo de avaliação do risco conjugado com a aplicação de barreiras, barreiras equivalentes ou medidas de prevenção adequadas;
- As normas de qualidade da água devem ser cumpridas pelo produtor no ponto de entrega de ApR, de acordo com as condições impostas na licença de produção de

ApR, e pelo utilizador, de acordo com as condições impostas na licença de utilização de ApR;

- A qualidade da ApR no sistema de distribuição, após o ponto de entrega pela entidade produtora de ApR, é da responsabilidade do utilizador final, que deve adotar as medidas que evitem a sua degradação, mantenham a qualidade necessária para o fim ou fins a que se destinam.

De acordo com o Decreto Lei nº119/2019, de 21 de agosto, as ApR podem ter várias finalidades, dependendo o tipo de tratamento a que foram sujeitas e conseqüentemente da qualidade final que apresentam. A Tabela 1 sistematiza os diferentes graus de qualidade. Estes critérios regulamentares são de âmbito nacional.

Para usos industriais, e de acordo com o artigo 17º do referido Decreto Lei, são impostas as seguintes normas de qualidade de água para reutilização em uso industrial (proteção para contacto humano): i) em circuitos com risco direto de ingestão (incluindo ingestão acidental, gotículas, etc.) e contacto dérmico a turvação deve ser inferior ou igual a 5 NTU (Unidade de Turbidez Nefelométrica) e a *E. Coli* inferior ou igual a 10 ufc/100 mL, ii) circuitos com risco direto de contacto dérmico a turvação deve ser inferior ou igual a 5 NTU e a *E. Coli* inferior ou igual a 1000 ufc/100 mL.

Na ARH do Centro ainda não foram emitidas licenças para a reutilização de ApR.

Tabela 1 - Graus de qualidade de água por exemplos de aplicação de ApR e por tipo de tratamento efetuado (Rebelo et al., 2019).

Grau de qualidade de interesse	Tipo de Tratamento	Tipo de Exposição ao Público	Exemplo de aplicação de uma ApR
Elevado	Tratamento secundário com filtração e desinfecção	Possível contacto direto: - Zonas de acesso público; - Zonas de acesso infantil; - Risco de ingestão/ inalação acidental.	- Lavagem de equipamentos ou veículos automóveis; - Controlo de poeiras em ambiente urbano; - Água de combate a incêndios; - Enchimento de autoclismos.
Médio	Tratamento secundário e desinfecção	Contacto direto acidental (contacto direto não aconselhável).	- Aplicações industriais; - Produção de ApR; - Suporte de ecossistemas.
Baixo	Tratamento secundário	Proibido contacto direto	- Rega com água de classes D e E; - Quaisquer usos industriais que não envolvam risco de contacto direto.

3. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho, envolveu duas etapas: a primeira etapa permite avaliar o potencial de oferta de ApR na região de Nelas, região onde existe a possibilidade de haver reutilização das águas residuais tratadas pela ETAR de Nelas III. Esta ETAR é recente e realiza um tratamento das águas residuais mais avançado que o tratamento secundário, incluindo a desinfecção por UV. A segunda etapa permite avaliar o potencial de procura deste tipo de água.

3.1. Potencial de oferta de ApR

A Estação de Tratamento das Águas Residuais (ETAR) de Nelas III (Figura 3) é uma ETAR que teve início de construção em 2019 e foi inaugurada em junho de 2021. Esta ETAR tem uma área de implantação de 15065 m² e tem como principal horizonte o tratamento das águas residuais produzidas na zona central de Nelas, bem como as águas residuais provenientes das bacias norte, Nelas I, Folhadal e sul, por bombagem, tendo como objetivo a redução da poluição urbana nas massas de água. A ETAR foi concebida para receber para tratamento uma carga gerada de 14633 em equivalente populacional (Ep) no ano de horizonte de 2059 e realizar o tratamento total da carga recebida de AR de modo a que esta possa ser reutilizada na totalidade em formato de ApR, com um caudal correspondente de 1 756 m³/dia no ano de horizonte.



Figura 3 - ETAR de Nelas III (POSEUR, 2012).

A localização da ETAR de Nelas III é apresentada na Figura 4.

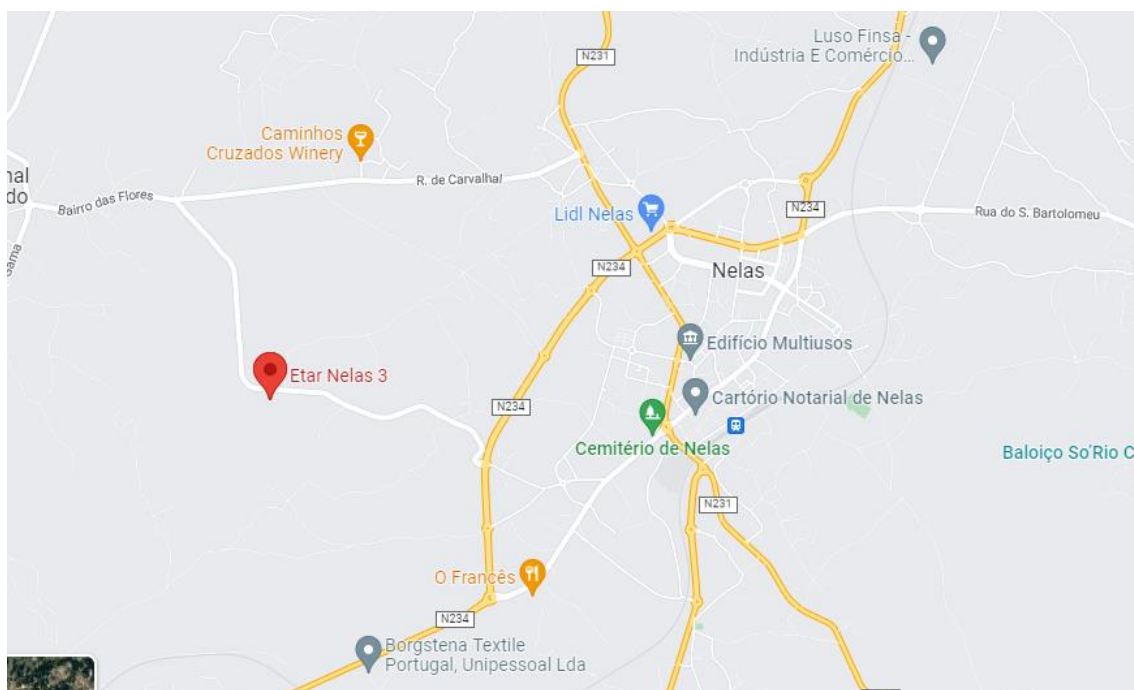


Figura 4 - Localização da ETAR de Nelas III.

A ETAR projetada desenvolveu-se segundo uma única linha de tratamento e baseia-se num tratamento secundário por lamas ativadas em regime de arejamento prolongado, em reator biológico com remoção de azoto e fósforo com a configuração de vala de oxidação do tipo Carrossel, com desinfecção por UV e filtração por areia.

Após a desinfecção, parte da água tratada será reutilizada para usos compatíveis (água de serviço), como por exemplo, diluição da solução de polímero, rega dos espaços verdes, água para lavagem de pavimentos e equipamentos, entre outras. Por sua vez, está previsto a ETAR também receber águas pré-tratadas de duas grandes empresas da região localizadas próximo da ETAR.

A rejeição é realizada no ribeiro de Travassos, afluente do rio Dão, que desagua no rio Mondego em plena albufeira da Aguieira, e localiza-se em zona classificada como sensível (Albufeira da Aguieira no Rio Mondego e respetiva bacia hidrográfica). No ponto de rejeição a linha de água apresenta pouco caudal e velocidade de escoamento diminuta, pelo que poderá reter as águas residuais tratadas. Apesar do sistema de tratamento dispor de remoção de nutrientes e desinfecção final, a rejeição das águas residuais poderá contribuir para a eutrofização do meio (APA/ARH, 2020). As lamas em excesso que resultam do tratamento biológico e as físico-químicas serão sujeitas a um processo de espessamento, para posterior desidratação em centrífuga.

As águas tratadas por esta ETAR têm um nível de qualidade elevado (APA/ARH, 2020). As etapas de tratamento da ETAR de Nelas III são apresentadas de seguida na figura 5.

As lamas em excesso provenientes do tratamento biológico e físico-químico são sujeitas a espessamento gravítico e posteriormente desidratadas em centrífuga (APA/ARH, 2020).

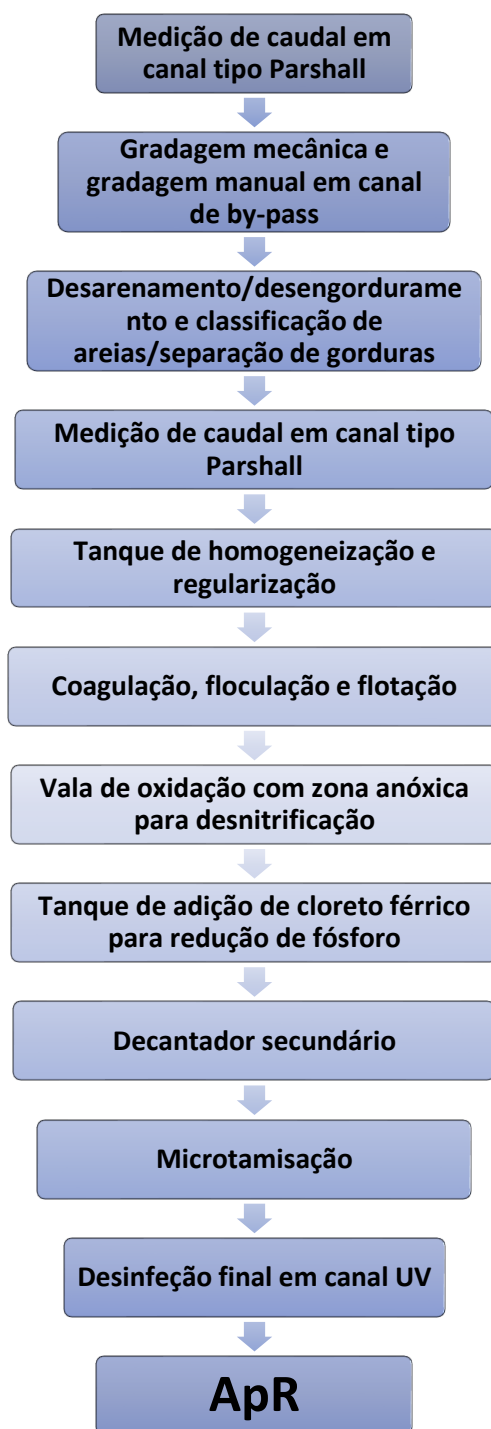


Figura 5 - Etapas de tratamento de águas residuais da ETAR de Nelas III.

Na figura 6 são apresentadas fotografias ilustrativas de algumas etapas do tratamento na ETAR de Nelas.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Figura 6 - (a) Medidor de caudal em tipo Parshall; (b) Gradagem; (c) e (d) Unidade de desarenamento e desengordamento; (e) Tanque de homogeneização e Regularização (coagulação, floculação e flotação); (f), (g) e (h) Vala de oxidação.

3.2. Potencial de procura de ApR

Para avaliar a potencial procura de ApR em Nelas, foi realizado um inquérito a algumas das empresas da região. A primeira fase foi necessário realizar um estudo acerca das empresas existentes no concelho de Nelas, distrito de Viseu, e realizar uma seleção das mesmas tendo em conta a sua atividade. Destas empresas foram excluídas todas as empresas do setor alimentar, uma vez que a qualidade da água a usar neste tipo de indústria tem de ser compatível com a qualidade para consumo humano.

Para a recolha de dados acerca das empresas, como contactos e setor de atividade, recorreu-se à Associação Empresarial da Região de Viseu (AIRV), a qual disponibilizou informação necessária ao estudo.

Numa segunda fase, foi elaborado um inquérito com perguntas direcionadas às empresas, onde numa primeira secção foram efetuadas perguntas acerca de dados referentes às mesmas e numa segunda secção acerca do tema da reutilização da água e dos seus conhecimentos gerais à cerca do mesmo, bem como do seu possível interesse de utilização futuro.

Numa terceira fase, no fim de analisadas todas as empresas, foram selecionadas as de interesse consoante os seus contactos disponíveis, de forma a ser possível o envio do inquérito via e-mail.

De seguida procedeu-se à elaboração do inquérito (Anexo I). O inquérito está estruturado em duas secções. Na secção 1 foram realizadas perguntas por forma a caracterizar a empresa inquirida (como por exemplo, o Código de Atividade Económica, número de trabalhadores, valor da faturação anual, existência de sistema de gestão ambiental). Na secção 2, as empresas foram sujeitas a perguntas relacionadas com o tema da reutilização de águas residuais e seu potencial de utilização futuro por parte das mesmas. Por fim, o inquérito na sua parte final considerou um espaço de resposta aberta. A realização deste inquérito foi bastante importante para a recolha de dados, de modo a que possa ser possível melhorar o conhecimento acerca da procura de ApR, e numa etapa final realizar uma comparação entre a oferta e a procura existente de ApR.

4. Resultados e Discussão

4.1. Potencial de oferta de ApR

De acordo com a Camara Municipal de Nelas, é pretendida a produção de ApR a partir da totalidade do caudal tratado. Considerando que a ETAR de Nelas III foi dimensionada para um caudal médio diário de 1 756 m³/d, serão produzidos cerca de 650 000 m³/ano de água residual tratada para exportar para utilização no processo produtivo das unidades industriais do concelho de Nelas.

Para levar a água residual tratada da ETAR de Nelas até às diversas indústrias seria necessário a construção de novas condutas, desde a ETAR até ao ponto do seu destino final.

4.2. Potencial de procura de ApR

Das 34 empresas analisadas através dos dados fornecidos pela AIRV, apenas foi possível a seleção de 25, uma vez que as restantes não forneciam dados necessários para o seu contacto. O inquérito foi enviado via e-mail para as 25 empresas selecionadas. Por sua vez, o número de respostas recebido foi apenas de 14 empresas, que corresponde a 56% em relação a todos os inquéritos enviados.

Após terem sido inquiridas as empresas selecionadas a responder ao respetivo inquérito, obtiveram-se diversas respostas às perguntas a que estas empresas foram sujeitas.

Secção 1 – Caracterização das empresas inquiridas

Na figura 7 observa-se que das 14 respostas obtidas, 14% (2 empresas) têm um CAE associado de Fabrico de embalagens de plástico (CAE 22220) e Reparação e manutenção de máquinas e equipamentos (CAE 33120), 29% (4 empresas) têm um CAE associado de fabricação de portas, janelas e elementos similares em metal (CAE 25120). As restantes, 43% (6 empresas), têm outros CAE associados.

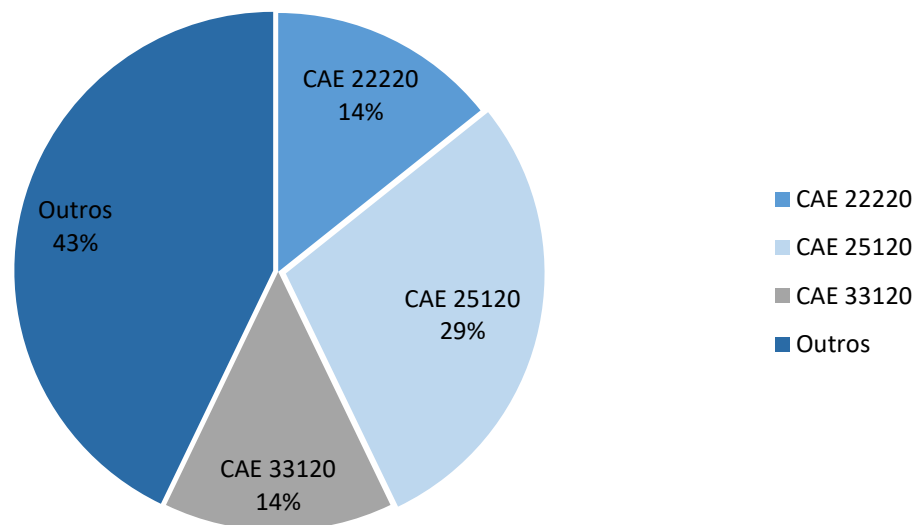


Figura 7 - Caracterização das empresas por Código de atividade económica (CAE).

Outros

- CAE 16212 – Fabrico de painéis de fibra e madeira
- CAE 23701 – Fabrico de artigos de mármore e de rochas similares
- CAE 23703 – Fabrico de artigos de granito e de rochas
- CAE 25992 – Fabrico de outros produtos metálicos diversos
- CAE 28250 – Fabrico de equipamento não doméstico para refrigeração e ventilação
- CAE 31010 – Fabrico de mobiliário para escritório e comércio

O número de trabalhadores de cada empresa é apresentado na figura 8. Verifica-se que existem 3 empresas com o número de trabalhadores entre 210 e 260, sendo por isso classificadas como uma grande empresa (INE, 2022). Por sua vez, existem 3 empresas com um número de trabalhadores entre 15 e 70, classificando-se como uma média empresa.

As restantes 8 empresas têm um número de trabalhadores abaixo de 15, classificando-se com pequenas ou microempresas.

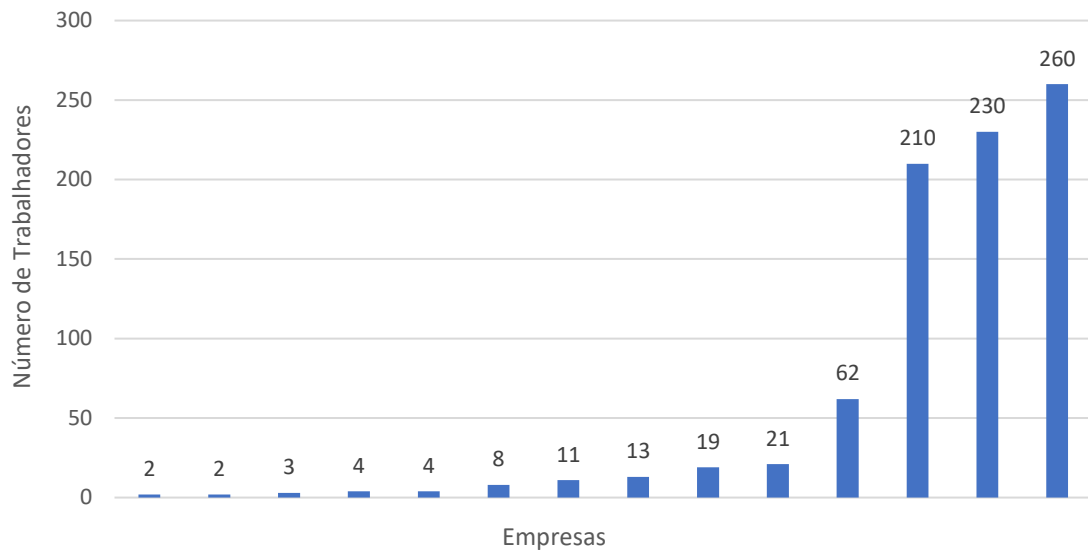


Figura 8 - O número de trabalhadores de cada uma das empresas.

Relativamente à faturação anual das empresas e de acordo com a figura 9, verifica-se que 7 das empresas (50%), apresentam uma faturação inferior a 500 000€ anuais, 3 das empresas (21%) apresentam uma faturação entre 500 000€ e 1 000.000€. As restantes 4 empresas (29%), apresentam uma faturação anual entre 1 000 000€ e 50 000 000€.

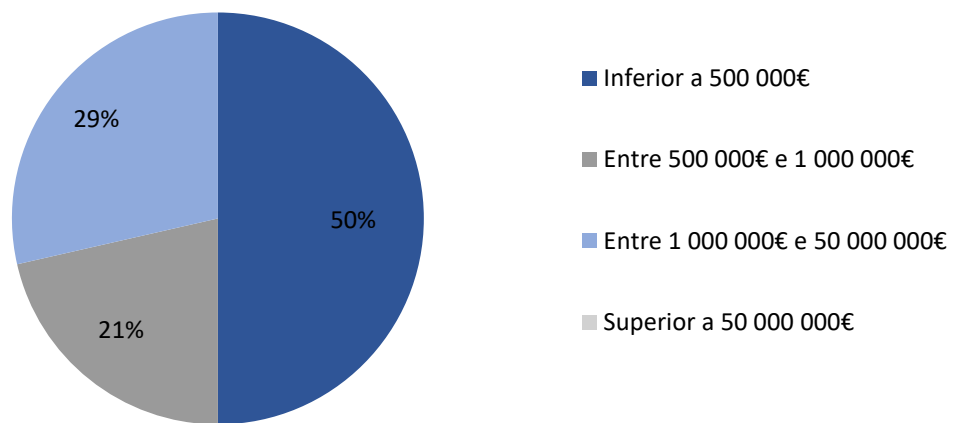


Figura 9 - Distribuição do valor da faturação anual das empresas inquiridas.

De acordo com a figura 10, verifica-se que 7% (1 empresa) não têm implementado sistema de gestão ambiental, enquanto, 7% (1 empresa) tem um sistema de gestão implementado. Os restantes 86% (12 empresas) respondeu que a pergunta não se aplica à empresa.

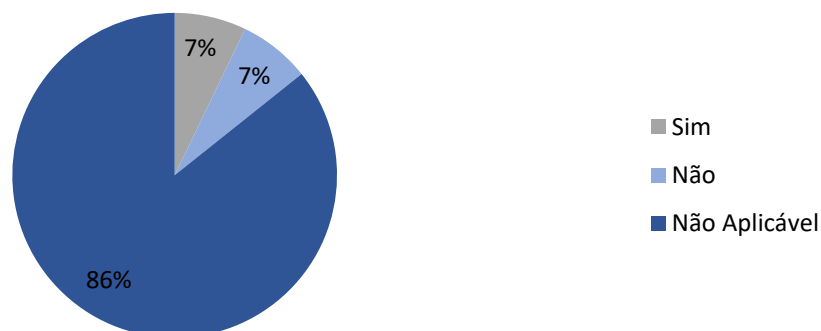


Figura 10 - Implementação de um sistema de gestão ambiental nas diversas empresas.

Secção 2 – Uso de ApR

Relativamente à origem da água utilizada no processo da unidade industrial, todas as empresas indicaram que utilizam água da rede pública. O preço do m³ de água em Nelas para consumidores não domésticos é de 0,6152€/m³. Por sua vez, é necessário o pagamento das taxas de Recursos Hídricos-Saneamento e Taxa Gestão Resíduos-THR, que são de 0,0160 €/m³ e 0,0380 €/m³.

Quanto ao volume de água utilizado no mês de menor consumo, mais de metade (86%) assinala consumos mínimos até 100 m³/mês e 14% refere consumos máximos entre 100-500 m³/mês. Considerando que 70% deste consumo é para uso não doméstico, significa que para o mês de menor consumo ter-se-ia a possibilidade de uso teórico de ApR de 1190 m³/mês.

$$(12*100 \text{ m}^3/\text{mês} + 2*250 \text{ m}^3/\text{mês}) * 0.7 = 1190 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Relativamente ao volume de água utilizado no mês de maior consumo, metade (50%) assinala consumos máximos até 100 m³/mês e 50% refere consumos máximos entre 100-500 m³/mês. Considerando que 70% deste consumo é para uso não doméstico, significa que para o mês de maior consumo ter-se-ia a possibilidade de uso teórico de ApR de 1715 m³/mês.

$$(7*100 \text{ m}^3/\text{mês} + 7*250 \text{ m}^3/\text{mês}) * 0.7 = 1715 \text{ m}^3/\text{mês}$$

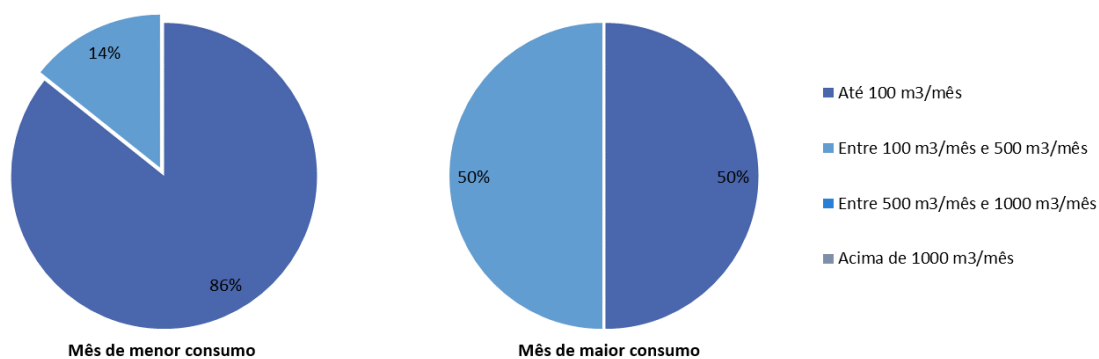


Figura 11 - Volume de água utilizado pelas empresas no mês de menor e maior consumo.

Relativamente custo mensal de água utilizada no mês de menor e maior consumo, os resultados são apresentados na figura 12. Verifica-se que no mês de menor consumo mais de metade (86%) assinala consumos mínimos até 100 €/mês e 14% refere consumos máximos entre 100-500 €/mês. No mês de maior consumo, menos de metade (43%) assinala consumos máximos até 100 €/mês e 57% refere consumos máximos entre 100-500 €/mês. Estes valores são também indicativos sobre um potencial valor do custo do uso de ApR nesta região, que deverá ser inferior aos valores mencionados.

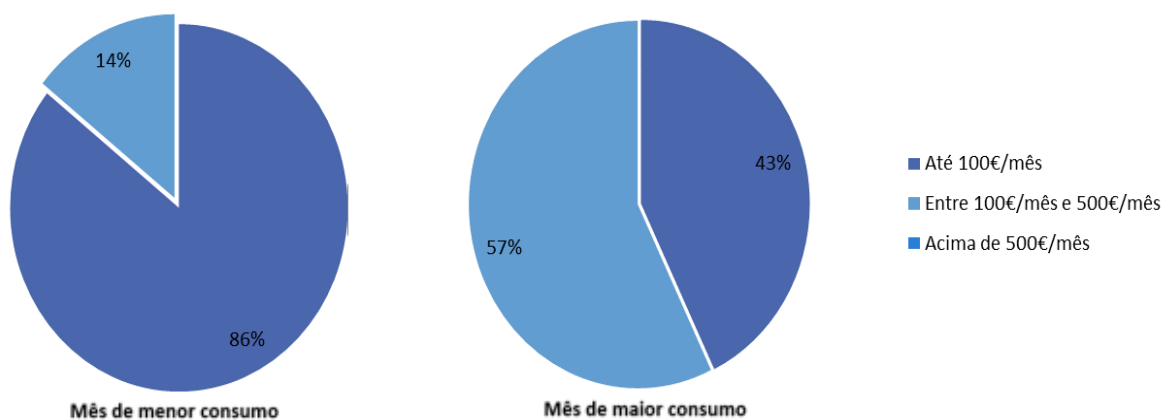


Figura 12 - Custo mensal de água no mês de menor e maior consumo.

Paralelamente aos consumos de água, foi inquirido o volume de água residual no mês de menor e maior consumo. A figura 13 apresenta os resultados para o mês de menor e maior consumo. Relativamente ao volume de água residual gerada no mês de menor consumo, mais de metade (93%) assinala consumos mínimos até 100 m³/mês e 7% refere consumos máximos entre 100-500 m³/mês. Quanto ao volume de água residual gerada no mês de maior consumo, mais de metade (64%) assinala consumos máximos até 100 m³/mês e 36% refere consumos máximos entre 100-500 m³/mês.

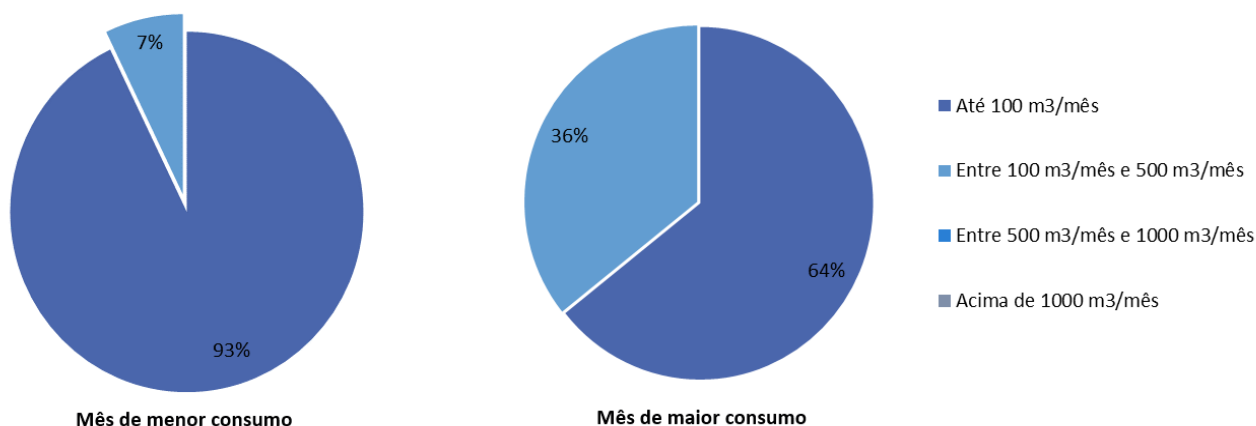


Figura 13 - Volume de água residual gerada no mês de menor e maior consumo.

De acordo com as respostas obtidas, pode existir ainda a possibilidade das AR geradas e após tratamento adequado serem usadas por exemplo na lavagem de pavimentos, ou outros, na própria empresa.

Relativamente ao destino dado à água residual gerada pelas empresas, verifica-se que mais de metade (93%) encaminha a AR para coletor municipal sem tratamento prévio e 7% realiza a descarga direta no meio ambiente.

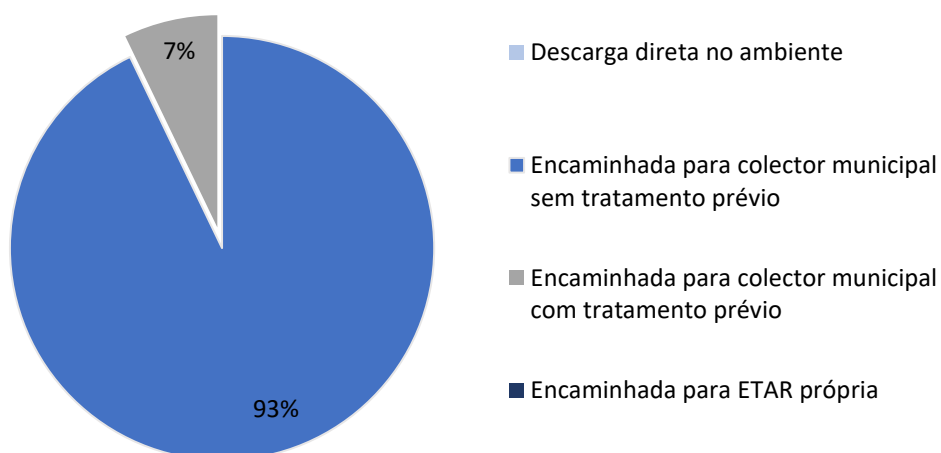


Figura 14 - Destino dado à água residual gerada pelas empresas.

Quando as empresas são questionadas sobre se têm conhecimento da existência da possibilidade de utilização de águas residuais tratadas (ApR), as respostas indicam que há espaço para desenvolver este tema em contexto industrial. Metade dos inquiridos desconhece por completo esta possibilidade de reutilização.

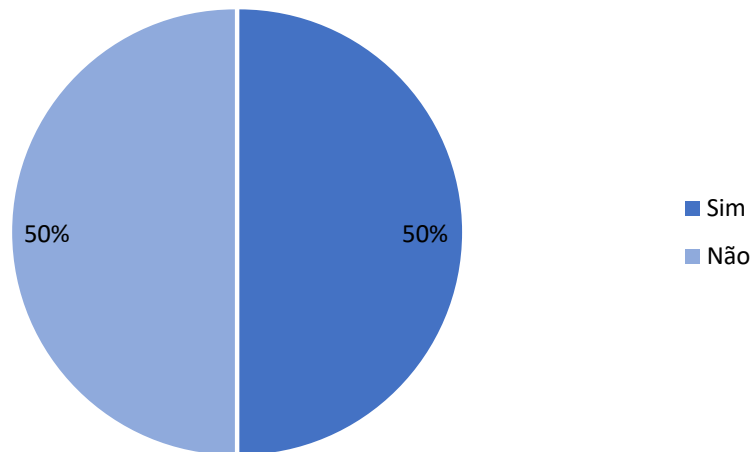


Figura 15 - Conhecimento da possibilidade de utilização de águas residuais tratadas.

As empresas quando inquiridas sobre a sua predisposição em utilizar ApR's nos seus processos, respondem de forma interessante, pois 79% diz estar disposto a utilizar ApR nos seus processos da empresa, enquanto 21% ainda demonstra falta de interesse em relação ao tema.

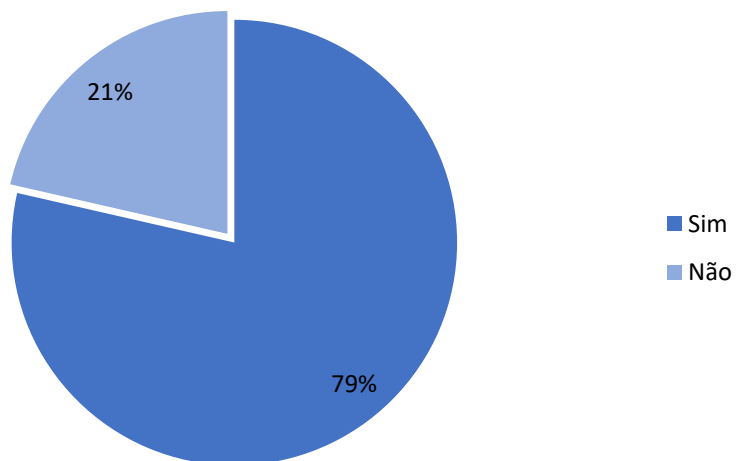


Figura 16 - Disposição para a utilização de ApR's nos processos das diversas empresas.

Ainda em relação à utilização de ApR, por parte das empresas inquiridas, foi solicitado que assinalassem os motivos que levam a aceitar ou não essa possibilidade. As figuras 17 e 18 apresentam os resultados.

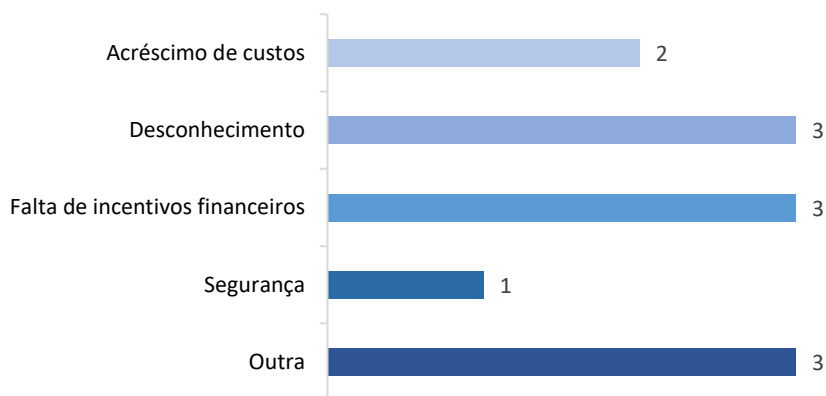


Figura 17 - Motivos que levam os inquiridos a não considerar a possibilidade da reutilização de águas residuais.

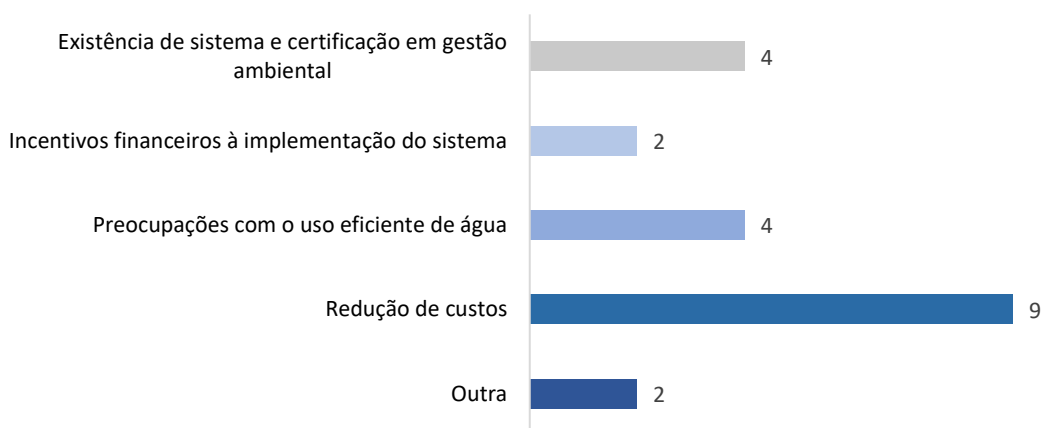


Figura 18 - Motivação para os inquiridos considerarem a utilização de águas residuais tratadas.

Os motivos com maior peso para que os inquiridos não considerem a utilização de ApR, foram o desconhecimento e a falta de incentivos para a implementação do sistema. Contudo, obteve-se um maior número de respostas a esta pergunta uma vez que era uma pergunta com resposta de opção múltipla. Por sua vez, o motivo com maior peso que leva os inquiridos a considerarem a utilização de ApR foi a redução de custos. Esta pergunta, tal como a anterior, era de opção múltipla.

Às empresas que indicaram estar na disposição de utilizar uma ApR, foi questionado, entre um conjunto de possíveis usos, quais seriam os usos dados à ApR por cada uma.

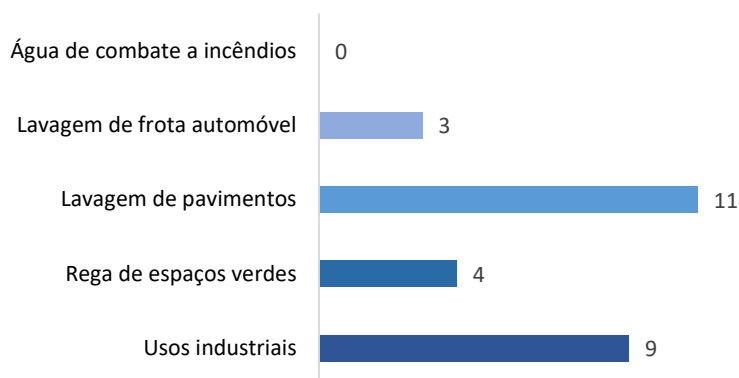


Figura 19 - Diversos usos dados à ApR por cada empresa interessada.

Verifica-se na figura 20, que 79% dos inquiridos estão possivelmente interessados no investimento do uso de ApR. Contudo, 21% dos inquiridos não estão dispostos a investir no uso de uma ApR.

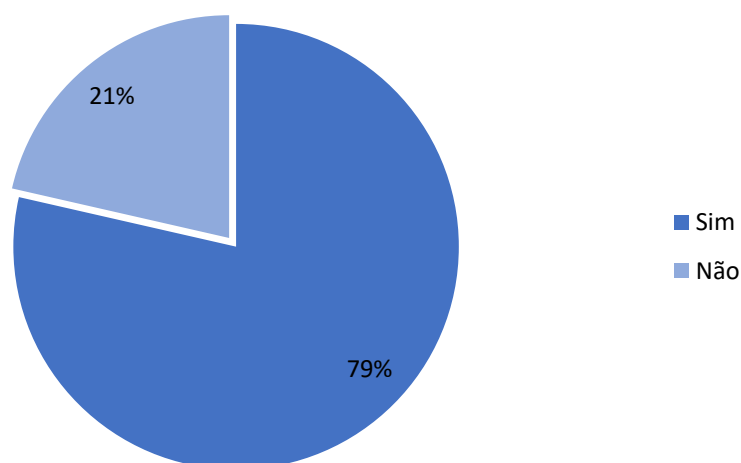


Figura 20 - Possível interesse no investimento no uso de uma ApR.

Analisando a figura 21, verifica-se que 57% dos inquiridos com interesse no investimento da utilização de uma ApR estão dispostos se tal proporcionar uma redução de custos entre 25% e 50% do valor do custo atual da água para consumidores não domésticos, para poderem utilizar uma ApR na sua empresa. Por sua vez, 43% dos inquiridos está disposto se tal proporcionar uma redução de custos até 50% do valor do custo atual da água para consumidores não domésticos.

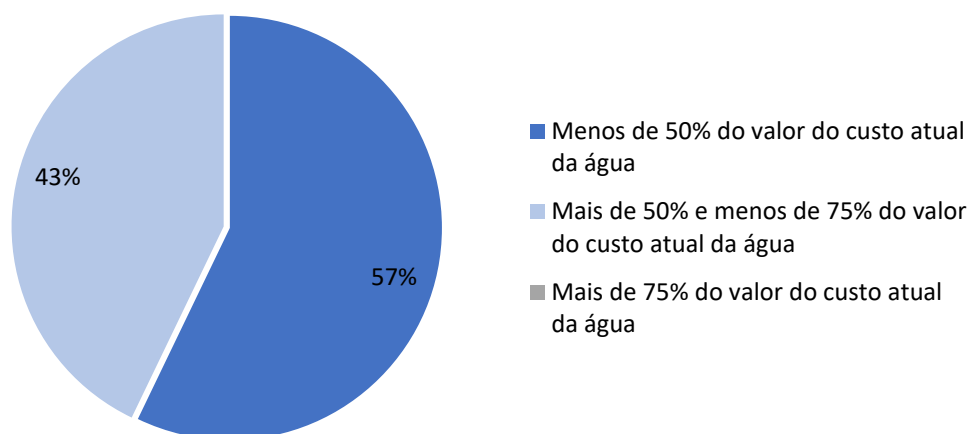


Figura 21 - Valor a que estão dispostas as empresas a suportar para poder utilizar uma ApR.

O custo atual da água por metro cúbico no concelho de Nelas é de 0,6152€ para consumidores não domésticos (Nelas, 2022). Tendo em conta este valor, 57% está disposto a suportar um valor de custo pela ApR entre 0,3076 €/m³ e 0,4614 €/m³, mais as taxas de saneamento e resíduos sólidos. Por sua vez, 43% dos inquiridos só está disposto a suportar um valor de custo de ApR até 0,3076 €/m³, mais as taxas de saneamento e resíduos sólidos.

Tendo em conta as respostas obtidas anteriormente relativamente ao interesse de investimento no uso de ApR, realizou-se uma questão de modo a perceber o horizonte temporal a que os inquiridos estariam dispostos a investir no seu uso nas diversas empresas. Verificou-se, através da figura 22, que 50% dos inquiridos pretendem investir neste uso num horizonte temporal superior a 3 anos. Por sua vez, 43% pretende investir num espaço temporal de 1 a 3 anos e os restantes inquiridos (7%), num reduzido horizonte temporal, inferior a 1 ano.

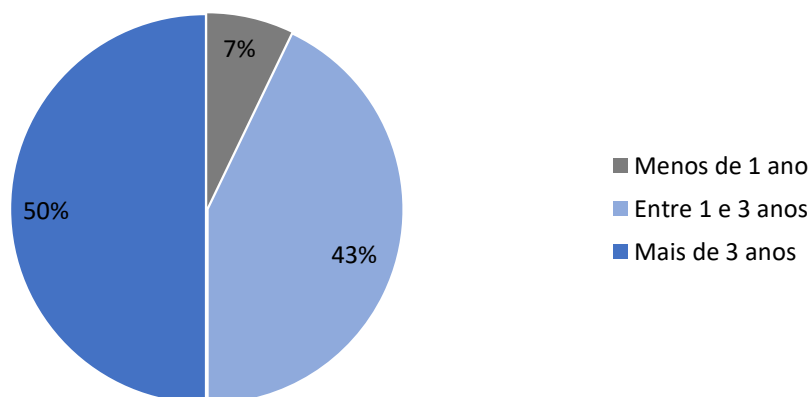


Figura 22 - Horizonte temporal para o investimento numa ApR.

Secção 3 - Perguntas de resposta aberta

Tendo em conta as respostas obtidas, em relação aos benefícios que a opção de uso de ApR poderia trazer para as diversas empresas na Tabela 2, verifica-se que mais de 50% dos inquiridos demonstram que esta opção pode trazer associada uma redução dos custos à empresa. Por sua vez, também é demonstrada ser uma estratégia de marketing para as empresas.

Tabela 2 - Benefícios para as empresas ao utilizar uma ApR.

Indique quais os benefícios que a opção de uso de ApR poderia trazer para a empresa?	
Resposta:	Número de respostas:
Redução do consumo de água potável	3
Redução do valor da faturação da água	6
Reutilização e conseqüente benefício ambiental	1
Sub-Total	10
Visibilidade para possíveis compradores	1
Não aplicável	3

Tabela 3 - Fragilidades encontradas pelas empresas no uso de uma ApR.

Indique quais as fragilidades que encontra na implementação do uso de ApR?	
Resposta:	Número de respostas:
Ainda é um tema recente com conhecimentos pouco adquiridos.	2
Desconhecimento de sistemas de ApR.	3
Falta de divulgação de informação acerca do tema.	1
Falta de informação no que diz respeito às Águas Residuais Tratadas.	2
Sub-Total	8
Eventuais efeitos nocivos.	1
Falta de segurança.	1
Falta incentivos.	1
Sub-Total	3
A sua implementação.	1
Não aplicável.	2

Tendo em conta as respostas obtidas, em relação às fragilidades que os inquiridos encontram na implementação do uso de ApR na Tabela 3, verifica-se que a maior fragilidade inerente ao tema é o desconhecimento e falta de informação acerca do mesmo. Por sua vez, também existe alguma preocupação em relação a eventuais efeitos nocivos para a saúde pública.

De acordo com as respostas obtidas nas perguntas de resposta aberta na Tabela 4, é possível verificar que existe uma grande diversidade de respostas. Tendo em conta esta diversidade de opiniões obtidas no inquérito, é possível observar a falta de preocupação por grande parte da amostra no que diz respeito ao consumo de água potável.

Tabela 4 - Opinião dos inquiridos acerca do tema.

Indique qual a sua opinião sobre este tema?	
Resposta:	Número de respostas:
Deve ser feito	1
É necessário num futuro próximo.	1
É um tema necessário nos tempos atuais.	1
É um tema que poderá ter potencial para ser desenvolvido para empresas.	1
Deveria ser mais explorado	1
É uma boa solução para vários setores fabris.	1
É um tema que tem de ser desenvolvido e explorado.	1
É um tema com possibilidades de ser vantajoso.	1
Apesar de o tema não estar dominado, é relevante a possibilidade de reutilização.	1
Inquérito e tema desadequado à prática nos tempos que correm. Há falta de incentivos da parte do nosso governo e cada vez são exigidas mais licenças para tudo.	1
É algo que poderá ser colhedor de frutos.	1
Assunto pouco falado.	1
Não aplicável.	2

Apesar do tema da reutilização ser um tema recente, atualmente existe uma vasta informação disponível à cerca do mesmo, de modo ao ser humano adequar a utilização da água potável apenas para os fins indispensáveis ao seu uso, preservando a mesma, utilizando outras alternativas. Por sua vez, é possível verificar que ainda existe pouca predisposição por parte da amostra para investir no uso de uma ApR.

5. Conclusões e Recomendações

O presente trabalho teve como objetivo a análise preliminar entre a procura e a oferta de água para reutilização na região de Nelas. Para tal, foi realizada a avaliação do potencial de oferta de ApR a partir da ETAR de Nelas III, situada na região de Nelas, bem como o potencial de procura de ApR por parte da indústria existente na região. A realização deste trabalho permitiu fazer uma breve caracterização da região no que diz respeito à indústria existente, com possibilidade de utilização de uma ApR tendo em conta o potencial de oferta proporcionado pela recente ETAR. A ETAR foi concebida para receber para tratamento uma carga gerada de 14633 em equivalente populacional (Ep) e tratar um caudal correspondente de 1 756 m³/dia no ano de horizonte, sendo que atualmente a mesma tem com um caudal tratado de cerca de 1400 m³/d.

Apesar da utilização de ApR's ser uma realidade no que diz respeito às alternativas para uma disponibilidade de recursos hídricos para consumo não humano, os resultados demonstram que ainda há um caminho a percorrer até esta ser uma prática frequente. Os resultados do inquérito realizado mostraram que as indústrias ainda não estão preparadas para aderir a esta alternativa, uma vez que a falta de informação e conhecimento acerca deste tema por parte dos inquiridos é transversal à amostra estudada. A exigência legal associada ao uso de uma ApR poderá contribuir para a dificuldade na aceitação por parte das empresas desta forte alternativa de utilização de água. Contudo, grande parte da amostra em estudo está disposta a utilizar uma ApR na sua empresa num espaço temporal de 1 a 3 anos. Esta predisposição é justificada maioritariamente pelo facto de contribuir para a redução de custos relativos à utilização de água, e preocupação com a escassez de água potável disponível em Portugal. O custo atual da água por metro cúbico no concelho de Nelas é de 0,6152€, para consumidores não domésticos (Nelas, 2022). O custo adequado indicado pelas empresas para uma ApR está situado entre 0,3076 €/m³ e 0,4614 €/m³. Considerando o valor de consumo da amostra estudada de 1715 m³/mês e o valor para ApR de 0,4614 €/m³ é expectável ocorrer uma redução de custos associados ao consumo de água de cerca de 25%.

O trabalho desenvolvido constitui uma análise preliminar, mas permite concluir que, existe uma tendência para a utilização de ApR por parte das empresas desde que existam incentivos financeiros para a sua implementação e uma potencial revisão do quadro legal no sentido de agilizar e acelerar o processo de utilização de ApR.

Recomenda-se que análise seja alargado a outras realidades na RH4, desenvolvendo-se, nomeadamente, uma abordagem semelhante a envolver os municípios, para a introdução de água nas empresas.

6. Referências Bibliográficas

- Agência Portuguesa do Ambiente. (2022). *APA - Agência Portuguesa do Ambiente*.
<https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=11>
- Almeida, J., Monahan, A., Dionísio, J., Delgado, F., & Magro, C. (2022). *Avaliação da sustentabilidade da reutilização de águas residuais numa base aérea militar portuguesa*. Obtido 31 de Dezembro de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722054286>
- Amaral, I. (2019). *Reutilização de águas residuais tratadas na rega de espaços verdes: efeito de salinidade nos solos e nas plantas*. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/12317>
- APA. (2016). *Plano de Gestão de Região Hidrográfica 2016/2021 - RH4*.
- APA/ARH. (2020). *Processo: Licença de Utilização dos Recursos Hídricos ETAR Nelas III - Rejeição de Águas Residuais*.
- Gomes, S. (2011). *Reutilização das Águas residuais tratadas - O caso da ETAR do Ave*.
- INE. (2022). *Instituto Nacional de Estatística*.
https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main
- Ministério do Ambiente. (1997). *Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho*.
<https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/152-1997-365343>
- Ministério do Ambiente. (1998). *Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto*.
<https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/236-1998-430457>
- Monte, H., & Albuquerque, A. (2010). *Reutilização de Águas Residuais*.
- Monte, H., Santos, M., Barreiros, A., & Albuquerque, A. (2016). *Tratamento de Águas Residuais - Operações e Processos de Tratamento Físico e Químico*.
- Nelas, C. M. de. (2022). *Município de Nelas Coração do Dão*. Município de Nelas Coração Do Dão.
https://www.cm-nelas.pt/wpfd_file/abastecimento-publico-de-agua-tarifario-2022/
- POSEUR. (2012). *Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos*.
<https://poseur.portugal2020.pt/pt/projetos/fichas-de-projetos/POSEUR-03-2012-FC-000012/>
- Rebelo, A., & Franco, A. (2019). *APA - Guia para a Reutilização de água para usos não potáveis*.

Anexo I

Inquérito

Secção 1 - Caracterização das empresas inquiridas

1. Indique o seu código de atividade económica (CAE).

- 13920
- 13993
- 16212
- 16230
- 17212
- 22220
- 23610
- 23701
- 23703
- 25110
- 25120
- 25992
- 28222
- 28250
- 31010
- 31091
- 33120

2. Indique o número de trabalhadores que operam na empresa.

Resposta curta: _____

3. Indique o valor da faturação anual da empresa.

- Até 500.000€
- Entre 500.000€ e 1.000.000€
- Entre 1.000.000€ e 50.000.000€
- Superior a 50.000.000€

4. A empresa tem implementado algum sistema de gestão ambiental?

- Sim
- Não
- Não aplicável

Secção 2 - Uso de ApR

1. Indique qual é a origem da água utilizada no processo da unidade industrial.

- Rede pública
- Furo próprio
- **Outra:** _____

2. Indique qual é o volume de água utilizado no mês de maior consumo.

- Até 100 m³/mês
- Entre 100 m³/mês e 500 m³/mês
- Entre 500 m³/mês e 1000 m³/mês
- Acima de 1000 m³/mês

3. Indique qual é o volume de água utilizado no mês de menor consumo.

- Até 100 m³/mês
- Entre 100 m³/mês e 500 m³/mês
- Entre 500 m³/mês e 1000 m³/mês
- Acima de 1000 m³/mês

4. Indique o custo mensal de água utilizada no mês de consumo mais elevado.

- Até 100 €/mês
- Entre 100 €/mês e 500 €/mês
- Acima de 500 €/mês

5. Indique o custo mensal de água utilizada no mês de consumo mais baixo.

- Até 100 €/mês
- Entre 100 €/mês e 500 €/mês
- Acima de 500 €/mês

6. Indique o volume de água residual no mês de maior consumo.

- Até 100 m³/mês
- Entre 100 m³/mês e 500 m³/mês
- Entre 500 m³/mês e 1000 m³/mês
- Acima de 1000 m³/mês

7. Indique o volume de água residual gerada no mês de consumo mais baixo.

- Até 100 m³/mês
- Entre 100 m³/mês e 500 m³/mês
- Entre 500 m³/mês e 1000 m³/mês
- acima de 1000 m³/mês

8. Indique o destino dado à água residual gerada.

- Encaminhada para coletor municipal sem tratamento prévio
- Encaminhada para coletor municipal com tratamento prévio
- Encaminhada para ETAR própria
- Descarga direta no ambiente

9. Tem conhecimento que existe a possibilidade de utilização de águas residuais tratadas (ApR)?

- Sim
- Não

10. Está disposto a utilizar as ApR na sua empresa?

- Sim
- Não

10.1. Se respondeu não, indique quais os motivos que o levam a não considerar esta possibilidade?

- Segurança
- Desconhecimento
- Acréscimo de custos
- Falta de incentivos financeiros à implementação do sistema
- **Outra:** _____

10.2. Se respondeu sim à questão 10, indique quais os motivos que o levam a considerar esta possibilidade?

- Existência de sistema e certificação em gestão ambiental
- Preocupações com o uso eficiente da água
- Incentivos financeiros à implementação do sistema
- Redução de custos
- **Outra:** _____

10.2.1.1. Se respondeu sim à questão 10, quais seriam os usos dados a essa ApR?

- Água de combate a incêndios
- Usos industriais
- Rega de espaços verdes
- Lavagem de pavimentos
- Lavagem de frota automóvel

10.2.1.2. Se respondeu sim à questão 10, estaria disposto em investir no uso das ApR?

- Sim
- Não

10.2.1.3. Se respondeu sim à questão 10.2.2, qual o valor que estaria disposto a suportar para poder usar uma ApR?

- Menos de 50% do valor do custo atual da água
- Mais de 50% e menos de 75% do valor do custo atual da água
- mais de 75% do valor do custo atual da água

10.2.1.4. Se respondeu sim à questão 10.2.2, qual o horizonte temporal previsto para a implementação do uso de uma ApR?

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 3 anos
- Mais de 3 anos

Secção 3 - Perguntas de resposta aberta

11. Indique quais os benefícios que esta opção poderia trazer à empresa?

- Resposta aberta: _____

12. Indique quais as fragilidades que encontra na implementação do uso das ApR?

- Resposta aberta: _____

13. Indique qual é a sua opinião acerca deste tema?

- Resposta aberta: _____

Anexo II

Procedimento de avaliação do risco (Decreto lei nº 119/2019, 21 de agosto, Art. 6º)
Requisitos
1 - O requerente deve apresentar junto da APA, I. P., documentação que evidencie:
a) Identificação dos perigos físicos, químicos e biológicos para os diversos recetores em presença, designadamente as pessoas, os recursos hídricos, o solo, a vegetação ou os animais;
b) Identificação das vias, diretas e indiretas, de exposição entre os perigos e os respetivos recetores e a caracterização dos possíveis cenários de exposição dos recetores, considerando a cenarização a partir das normas mínimas de qualidade, descritas no anexo I ao presente decreto-lei, do qual faz parte integrante, e ainda a variação espacial e temporal do projeto de reutilização;
c) Caracterização do risco através de métodos quantitativos, qualitativos ou semi - quantitativos, com a avaliação do resultado da multiplicação entre a probabilidade de ocorrência dos diferentes cenários de exposição pela severidade dos possíveis danos;
d) Gestão do risco, com identificação de medidas de minimização ou de eliminação, através da aplicação de barreiras físicas, químicas, biológicas ou de outras medidas de prevenção;
e) Proposta de normas de qualidade da ApR a aplicar a cada reutilização, no ponto de entrega e no ponto de aplicação, em resultado da aplicação do disposto nas alíneas anteriores.
2 — A avaliação do risco associada à utilização de ApR produzida por sistemas centralizados deve determinar, face à qualidade da água produzida e disponível no ponto de entrega e às utilizações em causa, os procedimentos a adotar para a manutenção ou a afinação da qualidade da água e o tipo de barreiras a implementar, sendo-lhe aplicável, com as devidas adaptações, o procedimento previsto no número anterior.
3 — Para efeitos dos números anteriores, a APA, I. P., disponibiliza, no seu sítio na Internet, um documento guia para apoio à avaliação do risco.
4 — No caso de utilização de ApR para o uso da rega agrícola e florestal, devem ser ainda implementadas medidas que garantam a higienização e a segurança alimentar, sempre que aplicável, em observância do disposto no Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento e do Conselho, de 29 de abril de 2004, e no Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento e do Conselho, de 28 de janeiro de 2002, respetivamente, bem como o estabelecido no documento guia mencionado no número anterior.

Anexo III

TARIFÁRIO EM VIGOR PARA O ANO DE FATURAÇÃO 2022					
CONSUMIDORES DOMESTICOS					
ABASTECIMENTO PÚBLICO		HIGIENE E SALUBRIDADE		HIGIENE E SALUBRIDADE	
ÁGUA		SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS(AR)		RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS(RU)	
TARIFA VARIÁVEL		TARIFA VARIÁVEL		TARIFA VARIÁVEL	
Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3	
1.º Escalão : 0 a 5 m3	0,4745	0,1466		0,4261	
2.º Escalão : 6 a 10 m3	0,6054	0,1868			
3.º Escalão : 11 a 15 m3	0,6152	0,1900			
4.º Escalão : 16 a 25 m3	1,5290	0,4722			
5.º Escalão : > de 25 m3	2,9102	0,8987			
Tarifa Fixa- Por cada 30 dias e por Instalação		Tarifa Fixa- Por cada 30 dias e por Instalação		Tarifa Fixa- Por cada 30 dias e por Instalação	
1.º Nível [até 25 mm]	2,0914	0,6875		1,5394	
2.º Nível [> 25 até 30 mm]	6,1685				
3.º Nível [> 30 até 50 mm]	8,0875				
4.º Nível [> 50 até 100 mm]	12,6532				
5.º Nível [> 100 até 300 mm]	21,0887				
Taxa de Recursos Hidricos-THR ÁGUA		Taxa de Recursos Hidricos-Saneamento		Taxa Gestão Residos-THR	
Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3	
0,0180		0,0160		0,0380	
CONSUMIDORES NÃO DOMESTICOS					
ABASTECIMENTO PÚBLICO		HIGIENE E SALUBRIDADE		HIGIENE E SALUBRIDADE	
ÁGUA		SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS(AR)		RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS(RU)	
TARIFA VARIÁVEL		TARIFA VARIÁVEL		TARIFA VARIÁVEL	
Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3	
Escalão Único por m3		Escalão Único por m3		Escalão Único por m3	
0,6152		0,1900		0,4451	
				Tarifa Fixa- Por cada 30 dia e por Instalação	
Tarifa Fixa- Por cada 30 dia e por Instalação		Tarifa Fixa- Por cada 30 dia e por Instalação		Comercio Serv.Lig.Provisorias	
1.º Nível [até 20 mm]	5,0760	Tarifa Fixa		3,6887	
2.º Nível [> 20 até 30 mm]	6,1685	2,0283		Indústria até 50 m3	
3.º Nível [> 30 até 50 mm]	8,0875			7,3810	
4.º Nível [> 50 até 100 mm]	12,6532			Indústria Superior 50 m3	
5.º Nível [> 100 até 300 mm]	21,0887			14,7621	
Taxa de Recursos Hidricos-THR ÁGUA		Taxa de Recursos Hidricos-Saneamento		Taxa Gestão Residos-THR	
Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3		Por cada 30 dias por cada intalação e por m3	
0,0180		0,0160		0,0380	