

European Union Network for
the Implementation and Enforcement
of Environmental Law

Relatório Reutilização de Águas Urbanas

Projeto Abordagem Integrada da Água e Reutilização de Águas Urbanas

2018/12



Versão Draft 1.0

Título do relatório: Relatório Reutilização de Águas Urbanas	Número do relatório: 2018/07
Gestores de Projeto: Anabela Rebelo (PT) Genève Farabegoli (IT)	Relatório adotado na Assembleia Geral da IMPEL: Dezembro de 2018, Áustria
Autores: Anabela Rebelo (PT) Genève Farabegoli (IT) Francesco Andreotti (IT) Jennifer Balmer (UK) Matthew Vella (MT) Ronald Van Tunen (NL) Stuart Gunput (NL) Stella Perikenti (CY) Pinar Ece (TK)	Número de páginas: Relatório: Anexos:
Anabela Rebelo e Genève Farabegoli (gestoras de projeto), Francesco Andreotti, Ana Paula Malo, Paula Grech Bonnici, Matthew Vella, Gabriella Grima, Paul Hickey, Jennifer Balmer, Erna Tomazevic, Pinar Topkaya, Pinar Ece, Ronald Van Tunen, Stuart Gunput, Stella Perikenti	
Sumário Executivo: Este relatório é o resultado do trabalho do subgrupo dedicado à reutilização de águas urbanas, da equipa do projeto "Abordagem integrada da água e reutilização de águas urbanas". Pretende-se que este seja uma primeira abordagem para desenvolver um relatório, sobre a utilização de águas residuais tratadas para fins de rega agrícola, o qual deverá constituir uma ferramenta para atingir os objetivos da Diretiva-Quadro da Água (DQA) em certas áreas e melhorar as boas práticas de gestão da água.	
Aviso legal: Este relatório é o resultado de um projeto no âmbito da rede IMPEL. O respetivo conteúdo não representa, necessariamente, a opinião das administrações nacionais.	

Introdução à IMPEL

A Rede Europeia para a Implementação e Aplicação da Legislação Ambiental (IMPEL) é a uma associação sem fins lucrativos de autoridades de ambiente dos Estados Membros da UE, de países em vias de adesão e candidatos à União Europeia e países da EEA. A associação está registada na Bélgica, com sede em Bruxelas, Bélgica.

A IMPEL foi fundada em 1992 como uma Rede Europeia informal de Reguladores Europeus e autoridades preocupadas com a implementação e execução de legislação ambiental. O objetivo da Rede foi a criação de um impulso na Comunidade Europeia no avanço da garantia de uma aplicação mais eficaz da legislação ambiental.

O cerne das atividades IMPEL correspondem a ações de sensibilização, capacitação e troca de informação e experiências sobre a implementação, aplicação e colaboração internacional para a execução, promoção e apoio da exequibilidade e aplicabilidade da legislação ambiental Europeia.

Durante os anos anteriores, a rede IMPEL tornou-se uma organização considerável e amplamente reconhecida, tendo sido mencionada em vários documentos legislativos e de políticas da UE, e.g., no 6º Programa de Ação em matéria de Ambiente e a Recomendação para os Critérios Mínimos aplicáveis às Inspeções Ambientais.

O conhecimento e a experiência dos participantes dentro da IMPEL tornam a rede unicamente qualificada para trabalhar quer nos aspetos técnicos, quer nos aspetos regulamentares da legislação ambiental da UE. As informações sobre a rede IMPEL poderão ser encontradas no respetivo *site* disponível em www.impel.eu.

Tabela de conteúdos

Introdução/objetivos	5
Práticas atuais de reutilização de água na Europa	6
Tecnologias atuais/MTD	19
Requisitos atuais de qualidade para rega vs JRC (Requisitos Europeus).....	25
Avaliação do risco (aspetos-chave para o ambiente)	29
Monitorização	32
Análise comparativa de boas práticas	34
Custo da reutilização de água	35
Conclusões	36
Referências.....	38
ANEXO (exemplos dos Estados-Membros participantes).....	40

Introdução/objetivos

Mais de 15 anos após a emanação de várias grandes diretivas, incluindo a Diretiva-Quadro da Água, (DQA), a Diretiva dos Nitratos, a Diretiva do Tratamento de Águas Residuais Urbanas, bem como a Diretiva da Prevenção e do Controlo Integrado da Poluição (IPPC), entretanto substituída pela Diretiva das Emissões Industriais, os respetivos objetivos continuam por serem totalmente alcançados em diversos Estados-Membros.

A utilização de águas residuais tratadas pode constituir uma importante ferramenta, como uma solução local, para o alcance dos objetivos da Diretiva-Quadro da Água (DQA) e contribuir para uma economia mais eficiente dos recursos, bem como para a adaptação às alterações climáticas, em particular em casos onde a escassez de água está identificada como uma pressão significativa.

Dentro das políticas da água da UE, a utilização de águas residuais tratadas tem sido destacada como uma possível origem de água alternativa em regiões que apresentam escassez e onde poderá ser adequado considerar a mesma no planeamento da água para fazer face a situações de seca.

A reutilização de água foi igualmente identificada no *2012 Water Blueprint* e constitui uma medida suplementar que os Estados Membro podem adotar como parte do Programa de Medidas, requerido no âmbito do Artigo 11(4) da DQA.

A utilização de águas residuais tratadas é ainda referida nas políticas da EU sobre a eficiência dos recursos, em particular na Comunicação da Economia Circular, de 2015, que afirma que “para além das medidas de eficiência hídrica, a reutilização das águas residuais tratadas, em condições seguras e com uma boa relação custo-eficácia, constitui um meio valioso mas subutilizado para aumentar o abastecimento de água e aliviar a pressão sobre os recursos hídricos sobre explorados na UE”.

A Comissão Europeia está a trabalhar no desenvolvimento de uma proposta legislativa para a reutilização da água para rega agrícola e recarga de aquíferos, em particular tendo em conta que existe uma falta de harmonização de um quadro regulamentar ao nível comunitário.

Uma “Proposta de um regulamento sobre requisitos mínimos para a reutilização da água para rega agrícola” foi adotada pelo Parlamento e pelo Conselho da União Europeia em 28 de maio de 2018. A troca de informação sobre boas práticas, uso seguro e processos de licenciamento contribui para um melhor cumprimento da legislação relativa à água e para um aumento da confiança da reutilização da água, nomeadamente para a rega agrícola.

Este projeto constitui o seguimento do anterior projeto “Abordagem Integrada da Água” de 2017, o qual foi estendido ao setor da Reutilização das Águas Residuais Urbanas, i.e., ao uso de águas residuais tratadas de origem urbana para rega agrícola.

Este projeto é levado a cabo por dois grupos de trabalho relativos à utilização de águas residuais tratadas de origem urbana e à gestão de água na indústria., respetivamente.

Em particular, o objetivo do primeiro grupo de trabalho é a troca de boas práticas ao nível da utilização de águas residuais tratadas de origem urbana para rega agrícola.

Práticas atuais de reutilização de água na Europa

A reutilização e reciclagem de água foi identificada como uma das cinco prioridades na Parceria Europeia de Inovação (EIP¹) para a água, tendo a Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhecido que as principais forças motrizes para a reutilização da água, a nível global, são:

- A crescente escassez da água e do stress hídrico;
- O aumento da população e dos aspetos relativos à segurança alimentar;
- O aumento da poluição ambiental decorrente de rejeições indevidas de águas residuais, e
- O crescente reconhecimento das águas residuais, águas negras e cinzentas como um recurso valioso (WHO, 2006).

A população mundial distribui-se cada vez mais em grandes centros urbanos, concentrados junto à costa, onde o acesso a água doce pode ser limitado ou apenas acessível a custos elevados. Por outro lado, para além da necessidade de satisfazer uma crescente procura de água potável para consumo e outros fins urbanos (e.g., rega paisagística, usos comerciais e industriais), há também um aumento dos consumos de água para a produção de alimentos de origem agrícola, devido ao incremento do consumo de produtos de origem animal e de laticínios na dieta humana.

Um indicador da insuficiência de água é o Indicador de Escassez (WEI²) que permite a comparação da utilização da água face às respetivas disponibilidades, descrevendo os riscos da sobreexploração (Figura 1).

A pressão sobre os recursos hídricos tem promovido uma maior consideração no uso de origens alternativas de água, como opção estratégica para complementar o abastecimento de água e para a proteção dos recursos naturais. A reutilização da água, como origem alternativa, pode providenciar significantes benefícios a nível económico, social e ambiental, os quais constituem os fatores-chave para motivar a implementação de programas de reutilização. Estes benefícios incluem:

- Aumento das disponibilidades hídricas;
- Uso integrado e sustentável dos recursos hídricos;
- Substituição de consumos de água potável – manutenção de água potável para consumo humano e uso de água para reutilização para usos não potáveis;
- Redução da captação e consequente sobreexploração das águas superficiais e subterrâneas;
- Redução dos consumos de energia comparativamente ao uso de recursos subterrâneos profundos, importação de água ou dessalinização;
- Redução das cargas de nutrientes rejeitadas para os recursos hídricos;
- Redução dos custos de produção pelo uso de uma água para reutilização de elevada qualidade;
- Aumento da produção agrícola;
- Redução da aplicação de fertilizantes;
- Aumento da proteção ambiental pela restauração de zonas ribeirinhas, zonas húmidas e áreas lagunares;
- Aumento do emprego e da economia local (e.g. turismo, agricultura).

O relatório sobre reutilização de água da Plataforma Tecnológica da Água e do Saneamento (WssTP, 2013) refere que *“Embora os investidores e os serviços públicos de água mostrem um crescente interesse na reutilização de água... a capacidade do sector da água na Europa para implementar*

¹ EIP – European Innovation Partnership on Water.

² WEI – Water Exploitation Index

projetos de reutilização está sendo comprometida pela falta de regulamentação adequada, de competências e da aceitação pública”.

Esse relatório identifica ainda que *“com investimento apropriado em pessoal, conhecimento e tecnologia, a Europa poderá tornar-se num líder global neste mercado em rápido desenvolvimento”*, e evidencia o *“grande potencial para a eco inovação em termos de tecnologias e serviços que envolvem a reciclagem de água na indústria, agricultura e nos sistemas urbanos de água”*. A transição para a economia circular também pode promover significantes sinergias numa adoção mais ampla da reutilização de água como uma origem alternativa de água. A reutilização e reciclagem de água através de uma gestão apropriada das águas residuais é crucial para uma abordagem de economia circular. Contudo, esta estratégia necessita de assegurar que a prática é segura através do uso de água com qualidade adequada aos fins a que se destina e com um nível mínimo de risco para a saúde pública e ambiente, o que apenas poderá ser alcançado pelo uso de sistemas robustos para o tratamento e distribuição de água

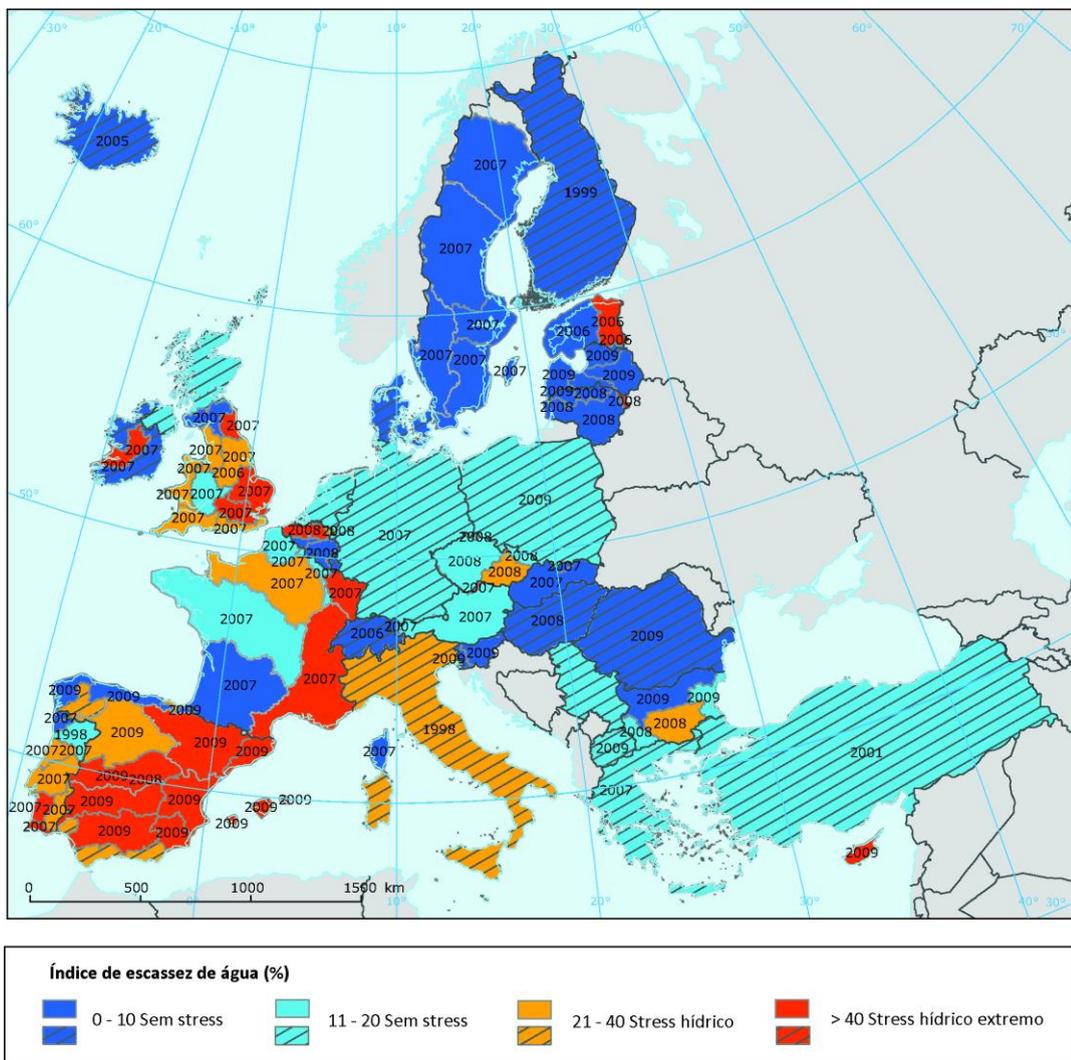


Figura 1 – Índice de escassez na Europa ao mais baixo nível de desagregação de dados (EEA, 2012)

A nível mundial já existe um número substancial de projetos de reutilização de água, muitos dos quais na Europa (Bixio and Wintgens, 2006; GWI, 2010), que contribuem para uma poupança significativa da água potável. A maioria dos esquemas de reutilização localizam-se no Japão (>1800) e EUA (>800), seguidos pela Austrália (>450), Europa (>200), zona do Mediterrâneo e Médio Oriente (>100), América Latina (>50) e África Subsariana (>20). Atualmente, este número deverá ser

significativamente mais elevado dado o rápido desenvolvimento da reutilização da água na China, Índia e Médio Oriente.

Na Europa, os projetos de reutilização de água estão principalmente localizados nas áreas costeiras e ilhas (nos países do sul) e nas áreas densamente povoadas (nos países do norte), tal como representado na Figura 2.

Os principais usos da água para reutilização são a rega agrícola e de espaços urbanos e usos industriais (Figura 3).

A rega agrícola constitui de longe a maior aplicação de água para reutilização quer a nível mundial, quer a nível Europeu, correspondendo no total a cerca de um quarto do volume de água doce captada. Deste modo, a reutilização para rega agrícola apresenta o maior potencial de crescimento contribuindo, assim, para atenuar a escassez de água na Europa.

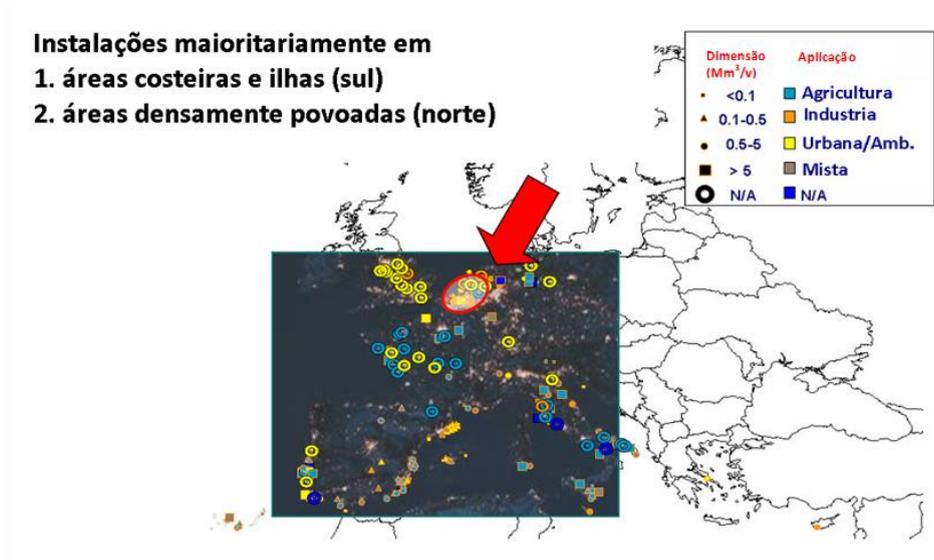


Figura 2 – Distribuição geográfica dos projetos de reutilização

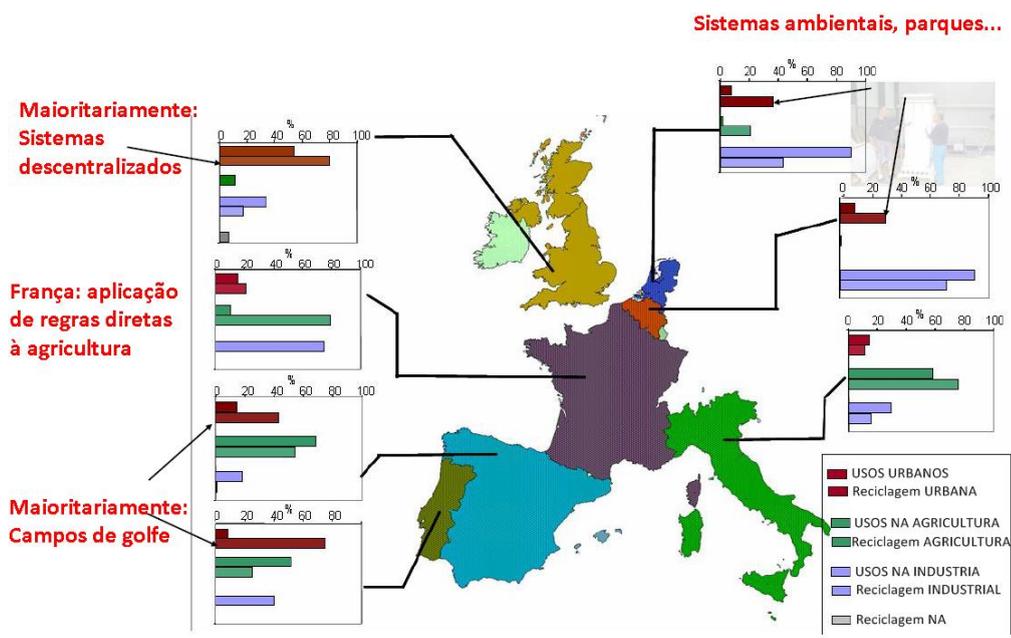


Figura 3 - Reutilização da água por setores

A Figura 4 mostra o resultado de um modelo para o potencial de reutilização nos países Europeus, num horizonte de projeto a 2025. A Espanha apresenta o maior potencial para a reutilização de água, com um valor superior a 1 200 milhões de m³/ano. A Itália e a Bulgária mostram um potencial de aproximadamente 500 milhões de m³/ano. A reutilização de água expectável na Turquia será de 287 milhões de m³/ano, enquanto a Alemanha e a França poderão potencialmente reutilizar 144 e 112 milhões de m³/ano, respetivamente.

Portugal e Grécia apresentam potenciais de reutilização inferiores a 100 milhões de m³/ano (67 e 57, respetivamente). Em resumo, o potencial para a reutilização de água sugere um total de 3 222 milhões de m³/ano (Hochstrat *et al.*, 2005; TYPSA, 2013).

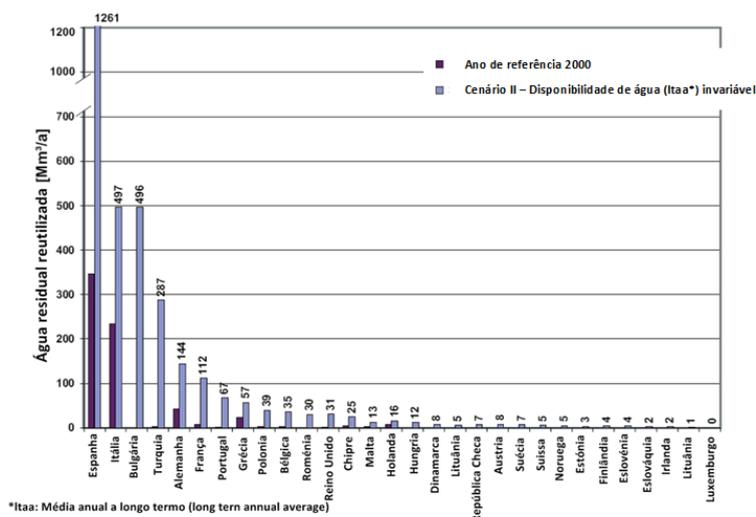


Figura 4 – Resultado do modelo para o potencial de reutilização de água nos países Europeus, com uma projeção ao horizonte de 2025 (TYPSA, 2013)

Contudo, o uso de água para reutilização pode apresentar alguns riscos para a saúde pública devido ao respetivo conteúdo microbiológico e para o ambiente pela introdução de alguns contaminantes. Por exemplo, atualmente existe uma crescente apreensão relativa aos poluentes de preocupação emergente, em particular quando a água se destina à recarga de aquíferos. Deste modo, para garantir uma prática segura deverá ser aplicado um modelo de gestão do risco, o que tem levado, em vários países, ao desenvolvimento de normas orientadoras e de regulamentos para a promoção do uso seguro de águas residuais tratadas. Algumas organizações nacionais e internacionais têm vindo a desenvolver normas de referência para aplicação de água para reutilização (Tabela 1).

Tabela 1. Guias para a reutilização de água desenvolvidos por organizações internacionais

Organização	Normas	Comentários
Organização Mundial da Saúde World Health Organization (WHO)	“Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater” (2006)	Volume 1: Policy and regulatory aspects. Volume 3: Wastewater and excreta use in aquaculture. Volume 2: Wastewater use in agriculture. Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture.
Programa das Nações Unidas para o Ambiente United Nations Environment Programme (UNEP)	“Guidelines for municipal water reuse in the Mediterranean region” (2005) “Development of performance indicators for the operation and maintenance of wastewater treatment plants and wastewater reuse” (2011)	
Programa da Década da Água das Nações Unidas sobre Capacitação United Nations Water Decade Programme on Capacity Development (UNW-DPC)	“Proceedings of the UN-Water Project on the Safe Use of Wastewater in Agriculture” (2013)	
Organização Internacional de Normalização International Organization for Standardization (ISO)	ISO/TC282 Reutilização de Água	Normalização da reutilização de água de qualquer natureza e para qualquer finalidade. Abrange reutilização de água em sistemas centralizados, descentralizados e a nível local, a reutilização direta e indireta, bem como os usos intencionais e não intencionais. O âmbito do ISO/PC 253 (reutilização de águas residuais tratadas para irrigação) foi incorporado num novo comité (ISSO TC 282). Exclusões: os limites da qualidade aplicáveis à água para reutilização, que devem ser determinados pelas autoridades governamentais, pela OMS e outras autoridades competentes relevantes
Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)	“Water quality for agriculture” (1994)	

Note-se que algumas destas normas só se aplicam às águas residuais urbanas de origem doméstica ou de outras instalações com afluências pouco significativas de origem industrial. O ISO/TC 282 está a desenvolver várias normas referentes à reutilização de água para fins industriais.

Embora estas normas não sejam vinculativas ou de caráter obrigatório, a respetiva aplicação permite a adoção de um objetivo comum, possibilitando respostas flexíveis e adequadas a diferentes circunstâncias, tanto a nível regional como local.

Na Europa, não existem nenhuma norma ou regulamentos ao nível da União Europeia (UE). Apesar da falta de critérios para a reutilização de água ao nível da UE, alguns Estados Membro e regiões autónomas têm vindo a desenvolver legislação ou normas específicas para a aplicação de água para reutilização.

Os países que desenvolveram normas mais elaboradas, ao nível dos Estados membro da eu, foram: Chipre, Grécia, Espanha, França, Itália e Portugal (Tabela 2).

Tabela 2. Normas dos Estados Membros UE, mais representativas para a reutilização da água

Pais	Normas de referência	Instituição emissora
Chipre	Lei 106 (I) 2002 Controle de poluição na água e solo e regulamentos associados KDP 772/2003, KDP 269/2005*	Ministério da Agricultura, Recursos Naturais e Ambiente Departamento de Ambiente
França	JORF num.0153, 4 Julho 2014 Ordem de 2014, relacionada com o uso da água proveniente do tratamento de água residual urbana para rega de florestas e áreas verdes	Ministério da Saúde Pública Ministério da Agricultura, Alimentação e Pescas Ministério da Ecologia, Energia e Sustentabilidade
Grécia	CMD No 145116 Medidas, limites e procedimentos para utilização água residual tratada	Ministério do Ambiente, Energia e Alterações Climáticas
Itália	DM 185/2003 Medidas técnicas para utilização de água residual	Ministério do Ambiente Ministério da Agricultura Ministério da Saúde Pública
Portugal	NP 4434 2005 Reutilização de águas residuais urbanas tratadas na rega	Instituto Português para a Qualidade
Espanha	RD 1620/2007 Regime jurídico da reutilização de águas tratadas	Ministério do Ambiente Ministério da Agricultura, Alimentação e Pescas Ministério da Saúde

*A KDP 269/2005 foi substituída pelo decreto ministerial referente a estações de tratamento de águas residuais de pequena escala ≤ 2000 p.e (No. 379/2015). Decreto do código de boas práticas agrícolas (No. 263/2007). Controle da poluição aquática (Descarga de águas residuais urbanas) Regulamento de 2003 (No. 772/2003) que transpõe as obrigações contidas na UWWTD 91/271/EEC para a legislação nacional.

As normas do Chipre, França, Grécia, Itália e Espanha estão incluídas nas respetivas legislações nacionais como regulamentos ou decretos ministeriais. Em Portugal, as normas para reutilização de água são apenas de caráter orientador, pelo que não são vinculativas, mas que usualmente são tidas em consideração pelas autoridades nacionais no âmbito dos processos de licenciamento aplicáveis à prática. Contudo, atualmente, o uso desta norma tem vindo a ser substituído pelas normas ISO já publicadas, tais como a ISO 16075 – Guia de utilização de águas residuais tratadas em projetos de rega.

Todas as normas atrás indicadas referem-se à utilização de águas residuais de origem urbana ou industrial, exceto as de Chipre e Portugal que se aplicam exclusivamente a águas residuais urbanas. No que concerne ao Chipre, as normas referem-se a requisitos de qualidade aplicáveis à água tratada para rega proveniente de pequenas estações de tratamento de águas residuais urbanas, menores ou iguais que 2.000 e.p.

A comparação entre as várias normas deverá ser efetuada com precaução uma vez que não existe qualquer homogeneidade entre os aspetos cobertos por cada Estado Membro.

De uma forma geral, as normas incluem os seguintes aspetos:

- usos previstos;
- parâmetros analíticos;
- valores limite aplicáveis a cada parâmetro;
- protocolos de monitorização;
- medidas preventivas adicionais para proteção da saúde e ambiente.

Os usos previstos para as normas acima referidas encontram-se resumidos na Tabela 3. As maiorias dos normativos aplicam-se aos usos agrícolas, urbanos e industriais.

Tabela 3 - Usos previstos para a reutilização de água incluídos nas normas dos Estados Membros UE

Fins pretendidos para a reutilização de água	Chipre	França	Grécia	Itália	Portugal	Espanha
Rega de jardins privados						✓
Abastecimento de instalações sanitárias				✓		✓
Rega de espaços verdes urbanos (parques, recintos desportivos e similares)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lavagem de ruas			✓	✓		✓
Compactação de solos			✓			
Hidrantes para combate a incêndios			✓	✓*		✓
Lavagem industrial de veículos				✓		✓
Rega de culturas consumidas em cru	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rega de culturas não consumidas em cru	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rega de pastos para animais para produção de leite ou carne		✓	✓	✓	✓	✓
Aquacultura						✓
Rega de árvores sem contacto direto com frutos destinados ao consumo humano	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rega de Flores ornamentais, sem contacto direto da água com a flor		✓	✓	✓		✓
Rega de culturas industriais não alimentares e forrageiras	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Água de processo e limpeza em indústria não alimentar			✓	✓**		✓
Torres de arrefecimento e condensadores de evaporação			✓	✓**		✓
Rega de campos de golfe	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lagos ornamentais sem acesso público			✓			
Recarga de aquíferos com percolação localizada	✓		✓			✓
Recarga de aquíferos por injeção direta	#		✓			✓
Rega de espaços florestais e áreas verdes não acessíveis ao público	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Silvicultura						✓
Usos ambientais (manutenção de zonas húmidas, fluxo de caudal mínimo e similares)						✓
* Só para usos industriais						
** Águas reutilizadas que não podem ser usadas em contacto direto com alimentos, produtos farmacêuticos ou cosméticos						
# No Chipre, o efluente tratado é usado para recarga de aquíferos usando lagoas de recarga que não estão abrangidas pelas normas. Nestes casos, a monitorização é definida como obrigatória ao nível do licenciamento de descarga de águas residuais						

Os parâmetros analíticos das várias normas referidas para reutilização são resumidos na Tabela 4 e incluem parâmetros microbiológicos e físico-químicos.

No que concerne aos parâmetros microbiológicos, todas as normas incluem um indicador microbiano para monitorização da água para reutilização, no entanto, este indicador nem sempre é comum nos vários documentos. Os regulamentos de Espanha, Chipre, França, Grécia e Itália contêm a *E. coli* como indicador de bactérias patogénicas, o qual nos últimos anos tem sido usado para substituir os coliformes totais e fecais, uma vez que reflete de uma forma mais precisa o comportamento patogénico das bactérias na água (Ashbolt *et al.*, 2001).

Relativamente aos parâmetros físico-químicos, todas as normas refletem os requisitos das várias Diretivas Europeias tais como a Diretiva 91/271/CEE sobre a qualidade das rejeições de águas residuais urbanas tratadas, as Diretivas 2008/105/CE e 2013/39/UE, relativas às normas de qualidade ambiental, e a Diretiva 91/676/CEE sobre a poluição por nitratos. Adicionalmente, algumas normas ainda incluem outros parâmetros ou valores limite mais restritivos.

Tabela 4 – Parâmetros analíticos incluídos nas normas nacionais para a reutilização da água

Parâmetros analíticos	Chipre	França	Grécia	Itália	Portugal	Espanha
Parâmetros microbiológicos						
- <i>Escherichia coli</i>	√	√	√	√		√
- Coliformes fecais					√	
- Coliformes totais			√			
- Enterococos fecais		√				
- <i>Legionella spp.</i>						√*
- <i>Salmonella spp.</i>				√		√*
- Bactérias Sulfito-redutoras		√				
- Ovos de helminta (nematodes intestinais)					√	√
- Bacteriófagos F-específicos		√				
Parâmetros físico-químicos						
- Sólidos suspensos totais	√	√	√	√	√**	√
- Turvação				√		√
- Carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅)	√		√	√		√**
- Carência química de oxigénio (CQO)	√	√		√		√**
- pH	√		√	√	√**	
- Metais pesados e metaloides	√		√	√	√**	√*
- Condutividade elétrica	√		√	√	√**	√*
- Sólidos dissolvidos totais			√		√**	
- Razão da adsorção de sódio			√	√	√**	√*
- Cloro (Cl, cloretos)	√		√	√	√**	√*
- Formas de azoto (total, N-NO ₃ , N-NH ₄)	√		√	√	√**	√*
- Fosforo total	√		√	√	√**	√*
- Bicarbonato (HNO ₃)			√			
- Substâncias tóxicas incluindo substâncias prioritárias)			√**	√	√**	√**

* Só para certos usos ou métodos de rega
 ** De acordo com a correspondente legislação em vigor

No Chipre, os parâmetros físico-químicos também incluem os Óleos e Gorduras, Boro e Cloro Residual. De acordo com o Decreto Ministerial para as estações de tratamento de pequena escala, menores ou iguais que 2000 e.p. (N.º 379/2015), são monitorizados os metais pesados, o N_{Total}, o P_{Total} e os demais parâmetros especificados na Diretiva das águas subterrâneas, sempre que estejam em causa descargas neste tipo de águas. A amostragem é efetuada antes da rejeição, com periodicidade mensal e enquanto a mesma decorrer. Os valores limite aplicáveis são os definidos na Diretiva das águas subterrâneas.

Os valores limite para os parâmetros mais representativos das normas nacionais avaliadas são descritos na Tabela 5. A gama de valores depende do tipo de uso previsto para a água para reutilização. A Itália, Espanha, Grécia e Chipre incluem também valores limite próprios para outros parâmetros tais como metais pesados e parâmetros agronómicos (e.g. SAR, nutrientes).

No Chipre, os parâmetros e respetivos valores limite referem-se aos requisitos de qualidade da água para rega, proveniente estações de tratamento de águas residuais de pequena escala, menores ou iguais que 2000 e.p., que também incluem demais obrigações de monitorização sempre que as águas tratadas a nível terciário se destinem à descarga nas águas subterrâneas (durante o período de inverno), tendo em conta os normativos especificados na Diretiva 2006/118/CE, referente às águas subterrâneas. Outras obrigações de monitorização poderão também ser definidas nas licenças de descarga de águas residuais provenientes de estações de tratamento de água de pequena escala, menores ou iguais que 2000 e.p.

Tabela 5 – Valores limite máximos de acordo com o uso final pretendido para os parâmetros incluídos nas normas nacionais

Parâmetros analíticos	Chípre #	França	Grécia	Itália	Portugal	Espanha
Parâmetros microbiológicos						
- <i>Escherichia coli</i> (ufc/100 mL)		250-10 ⁵	5-200	10		0-10 ⁴
- Coliformes fecais (ufc/100 mL)					100-10 ⁴	
- Coliformes totais (ufc/100 mL)			2			
- Enterococos fecais (redução logarítmica)		2-4***				
- <i>Legionella spp.</i> (ufc/L)						0-10 ³
- <i>Salmonella spp.</i>			ausência			ausência
- Bactérias Sulfito-redutoras (redução logarítmica)		2-4***				
- Ovos de helminta (nematodes intestinais) (ovos/L)					1	0.1
- Bacteriófagos F-específicos (redução logarítmica)		2-4***				
Parâmetros físico-químicos						
- Sólidos suspensos totais (mg/L)		15	2-35	10	60	5-35
- Turvação (NTU)			2-sem limite			1-15
- Carência bioquímica de oxigénio (CBO ₂) (mg/L)			10-25	20		
- Carência química de oxigénio (CQO) (mg/L)		60		100		
- pH			6.5-8.5	6.0-9.5	6.5-8.4	
- Condutividade elétrica (dS/m)			3.0	3.0	1.0	3.0
- Sólidos dissolvidos totais (mg/L)			2000		640	
- Razão da adsorção de sódio			12*	10	8	6
- Cloretos (ml/L)			350	250	70	
- Azoto total (mg/L)			30	15		10**
- Fosforo total (mg/L)			1-2	2		2**
- Bicarbonato (HNO ₃)			500			
# Ver tabela 5 a						
* Dependente do valor da condutividade elétrica						
** Só para recarga de aquíferos e usos recreativos						
*** Requer redução logarítmica mínima						

Tabela 5a – Chipre – Valores limite máximos de acordo com o uso final pretendido para os parâmetros incluídos nas normas nacionais

Parâmetros	CBO ₅ mg/L	CQO mg/L	SS mg/L	O&G mg/L	E. Cóli /100 mL	pH	Condutividade µS/cm	Cl mg/L	B mg/L	Cloro residual mg/L
Frequência	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses	Todos os meses
Qualquer cultura agrícola e áreas verdes	10	70	10	5	5	6.5-8.5	2500	300	1	2
Vegetais não consumidos em cru	10	70	10	5	50	6.5-8.5	2500	300	1	2
Produtos para consumo humano e áreas verdes com acesso limitado ao público	25	125	35	5	200	6.5-8.5	2500	300	1	2
Culturas de alimentação animal	25	125	35	5	200	6.5-8.5	2500	300	1	2
Unidades industriais	25	125	35	5	200	6.5-8.5	2500	300	1	2

Relativamente à frequência analítica, embora existam variações nos parâmetros e tipos de utilização (Tabela 6), de um modo geral, os regulamentos de Espanha e Grécia estabelecem protocolos de monitorização mais restritos que os demais países.

No entanto, as várias normas existentes nos países Europeus mencionados são, geralmente, soluções tipo “*fit-for-all*”, onde a única variante é o fim pretendido para a água. Contudo, para promover uma transição para uma estratégia de economia circular, torna-se necessária a aplicação de uma abordagem mais holística que combine os usos desejados para a água com o ambiente circundante. Neste âmbito, recentemente foi adotada pela Comissão Europeia, uma proposta de regulamento para o estabelecimento de requisitos de qualidade mínima para a rega agrícola que promove a adoção de uma abordagem “*fit-for-purpose*” que combina o uso pretendido com a proteção da saúde pública e do ambiente. Esta abordagem permite a seleção do nível adequado de tratamento e a melhor solução tecnológica, capaz de providenciar um volume significativo de água residual tratada ao menor custo, comparativamente a outras soluções técnicas. Para a rega agrícola, o Regulamento Europeu com uma abordagem “*fit-for-purpose*”, adequada caso-a-caso, e suportada em gestão do risco permitirá a adoção de soluções com maiores benefícios ambientais, económicos e sociais, face a outras opções mais conservadoras.

Este regulamento irá propor requisitos mínimos para a utilização de águas residuais tratadas a partir de estações de tratamento de águas residuais urbanas, englobando elementos microbiológicos (por exemplo, níveis de *E. coli*) e condições para monitorização de rotina e validação, por forma a assegurar que a água para reutilização, produzida de acordo com as novas normas, é segura para a rega. Este regulamento inclui ainda um modelo de gestão do risco, segundo o qual os vários perigos envolvidos terão de ser avaliados de modo a que a reutilização de água seja segura. Finalmente, é ainda expectável que este regulamento aumenta a transparência da prática, uma vez que preconiza a disponibilização de informação *online* sobre a mesma, ao nível dos vários Estados Membros.

Tabela 6 – Frequência de análise de acordo com os parâmetros e os usos pretendidos, nas normas nacionais

Parâmetros analíticos	Chipre #	França	Grécia	Itália	Portugal	Espanha
<i>Escherichia coli</i>		1/semana 1/quinze dias 1/mês	4/semana 2/semana 1/semana	X		3/semana 2/semana 1/semana
Coliformes fecais					X	
Coliformes totais			7/semana 3/semana			
Enterococos fecais		1/semana 1/quinze dias 1/mês				
<i>Legionella spp.</i>						3/semana 1/mes
<i>Salmonella spp.</i>				X		1/quinze dias 1/mês
Bactérias Sulfito-redutoras		1/semana 1/quinze dias 1/mês				
Ovos de helminte (nematodes intestinais)					X	1/semana 1/quinze dias
Bacteriófagos F-específicos		1/semana 1/quinze dias 1/mês				
Sólidos suspensos totais		1/semana 1/quinze dias 1/mês	24/ano 12/ano 4/ano	X	X	1/dia 1/semana
Turvação			4/semana 2/semana			1/dia 1/semana 2/semana
Carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅)			24/ano 12/ano 4/ano	X		
Carência química de oxigénio (CQO)		1/semana 1/quinze dias 1/mês		X		
Metais pesados e metaloides			12/ano 4/ano 2/ano 1/ano	X	X	1/quinze dias 1/mês
pH			2/ano 1/ano	X	X	
Condutividade elétrica			2/ano 1/ano	X	X	1/quinze dias 1/mês
Sólidos dissolvidos totais			2/ano 1/ano		X	
Razão da adsorção de sódio			2/ano 1/ano	X	X	1/quinze dias 1/mês
Cloretos (ml/L)			2/ano 1/ano	X	X	
Azoto total e Fosforo total			24/ano 12/ano	X	X	1/semana 1/mês
# ver tabela 5 a						
X frequência estabelecida pelos responsáveis do processo de águas reutilizadas, de acordo com as autoridades competentes						

No quadro seguinte são resumidos alguns exemplos dos vários Estados Membro que participaram no presente projeto. Para mais detalhes deverá ser consultado o Anexo ao presente relatório.

Práticas correntes de reutilização de água

Itália	<p>60% Agricultura; 25% energia e setores industriais; 15% setor urbano.</p> <p>A reutilização de água não é permitida para usos potáveis, contato direto com bens alimentares consumidos em cru e rega de áreas verdes abertas ao público.</p> <p>A legislação não cobre a reutilização de água dentro da indústria ou consórcio industrial produtor da mesma.</p> <p>Não há distinção entre os vários tipos de reutilização. Preconiza-se o uso dos mesmos valores limite de emissão para parâmetros químicos e microbiológicos qualquer que seja o uso.</p>
Portugal	<p>Rega de campos de golfe, agricultura e suporte de ecossistemas</p> <p>Está em desenvolvimento uma nova legislação para a utilização de águas residuais tratadas.</p> <p>Os projetos de reutilização carecem de uma licença emitida pela Agência Portuguesa do Ambiente. Os normativos de qualidade são selecionados de acordo com as normas ISO e uma abordagem multibarreira é aplicada para redução do risco para a saúde pública e ambiente.</p>
Malta	<p>Rega dentro do setor agrícola.</p> <p>Uma rede de distribuição foi criada especificamente para distribuir água para reutilização para campos agrícolas em toda a ilha. Um número de pontos de distribuição também está disponível aos agricultores que queiram recolher a água através de autotanque.</p> <p>Foi implantado um sistema de cartão pré-pago para regular a distribuição de água. Os agricultores beneficiam de uma origem de água mais segura, inclusive durante períodos de seca, quando outras origens de rega poderão não estar disponíveis.</p>
Chipre	<p>51,4% Rega; 16,1% recarga de aquíferos para posterior utilização para rega; 27,6% leitos de infiltração; 1,5% armazenamento em barragem para rega.</p> <p>Reutilização para agricultura durante o inverno, quando a procura de água de rega é limitada. Adequada à maioria das culturas agrícolas, tais como, culturas para alimentação animal, oliveiras, citrinos e áreas verdes. Não é permitida a rega de hortaliças, morangos e bolbos e outros vegetais consumidos em cru, batatas e beterraba.</p> <p>As lamas das ETAR utilizadas para agricultura são regulamentadas por legislação específica.</p>
Reino Unido	<p>Rega de campos de golfe, parques e jardins, lavagem de viaturas, águas de arrefecimento, pisciculturas e indústria. Mais de 40% da procura da água é para usos domésticos. Desta percentagem, 30% é utilizada em instalações sanitárias (descarga de autoclismos).</p> <p>Para a reutilização de água, o Reino Unido apenas dispõe de um setor direto emergente ou planeado e um regulamento ambiental não específico.</p> <p>A ETAR de Langford, no sudeste de Inglaterra é um dos poucos projetos de reutilização.</p>
Turquia	<p>Reutilização de água regulada pelo Comunicado dos Métodos Técnicos das ETAR.</p> <p>Requisitos de tecnologia para recuperação de águas residuais estão relacionados com a respetiva utilização da água.</p> <p>A desinfecção é necessária no caso de uso de águas residuais tratadas de origem urbana na rega agrícola ou de espaços verdes.</p> <p>Em caso de reutilização direta ou indireta, outras alternativas de tratamento poderão ser necessárias, tais como tecnologias de membranas, carvão ativado ou oxidação avançada.</p>

Holanda	<p>Para estimular a reutilização de água foi previsto um aumento dos impostos no uso de água subterrânea, enquanto que para a reutilização foi proposto um benefício. Apesar destas medidas, dois grandes setores continuam a recorrer exclusivamente a água subterrânea. Nomeadamente, a agricultura e o armazenamento de energia térmica nas cidades. Esta situação ocorre uma vez que não há circunstâncias de escassez de águas subterrâneas e, por conseguinte, não se sente a necessidade de promoção da reutilização de água.</p> <p>Alguns exemplos de reutilização de água são a horticultura na área de Nieuw-Prinsenland, reciclagem de água em estufas e na indústria de galvanização.</p>
----------------	--

Tecnologias atuais/MTD

Quando se preconiza a utilização de águas residuais tratadas existe a necessidade de um tratamento adicional de modo a minimizar os riscos para a saúde pública e ambiente, bem como a garantir que a qualidade da água se adequa ao fim a que se destina.

O tratamento adicional pode ser denominado de afinação e é levado a cabo em sistema de produção de água para reutilização, que constitui um processo adicional à ETAR convencional. O principal objetivo destes sistemas de produção são a remoção de contaminantes químicos e microbiológicos. As tecnologias de afinação podem ser classificadas como intensivas (convencional) ou extensivas (não-convencional) (Tabela 7):

- as tecnologias intensivas são caracterizadas pela necessidade de grandes quantidades de energia e de um espaço mínimo. Estas são caracterizadas por processos artificiais acelerados que poderão ser rapidamente modificados, se necessário. Adicionalmente, estas requerem pessoal especializado para a respetiva operação e manutenção;
- as tecnologias extensivas requerem grandes quantidades de terreno uma vez que usam as matrizes ambientais e suportam-se em processos naturais para o tratamento da água. Os processos ocorrem naturalmente e os consumos energéticos são, de um modo geral, muito baixos. Estas tecnologias apresentam, apesar de baixo, um importante nível de operação e manutenção.

Cada tecnologia de afinação tem as suas características e é usual a necessidade de combinação de duas ou mais técnicas para alcançar os requisitos desejáveis para a qualidade da água. A seleção da tecnologia de afinação deverá ter em conta vários aspetos, tais como, a qualidade e quantidade de água para reutilização a ser produzida, a qualidade adequada ao fim previsto, o custo económico e o impacto ambiental.

Tabela 7 – Tecnologias de afinação Intensivas e extensivas

Tecnologias intensivas	Tecnologias extensivas
Sistemas físico-químicos (coagulação-floculação, filtros de areia)	Lagoas de estabilização (lagoas de maturação, reservatórios de estabilização...)
Tecnologias de membranas (ultrafiltração, osmose inversa, bioreator de membranas...)	Zonas húmidas construídas (fluxo vertical, fluxo horizontal...)
Biodiscos	Sistemas de infiltração-percolação
Tecnologias de desinfecção (radiação ultravioleta, dióxido de cloro, ozono, ácido peracético...)	

O conceito de Melhor Técnica Disponível (MTD), definido na Diretiva da Emissões Industriais (DEI), pode ser aplicado às tecnologias de afinação. O termo MTD implica a seleção da melhor técnica disponível no mercado para um determinado caso específico, a qual será a melhor solução técnica e económica e que apresenta o menor impacto ambiental.

Os Documentos de Referência para as Melhores Técnicas Disponíveis (BREF³) focam-se essencialmente na gestão da água em setores industriais relevantes, mas também incluem a reciclagem de água industrial (e.g. para o setor químico).

É essencial ter-se um conhecimento mais vasto da eficiência das várias tecnologias de afinação e da respetiva combinação. Tendo em conta a eficiência e robustez das tecnologias de afinação, poderá ser necessária investigação adicional nos seguintes aspetos:

³ BREF – Best Available Techniques Reference Documents

- eficiência e eficácia da ETAR (tratamento secundário), de modo a que as tecnologias de afinação sejam mais eficientes no tratamento dos efluentes secundários;
- tecnologias extensivas nos países onde as mesmas são mais apropriadas (e.g. países Mediterrânicos);
- tecnologias de remoção de subprodutos de desinfecção;
- investigação à escala industrial com condições reais de operação de ETAR e de sistemas de produção de água para reutilização (a maioria da investigação existente à data atual tem sido realizada à escala laboratorial ou piloto).

Uma vez produzida a água para reutilização torna-se necessário distribuí-la até ao ponto de utilização. Para tal, a água tem de ser armazenada e distribuída a partir do sistema de tratamento e do sistema de distribuição, o que poderá provocar levar a uma alteração da qualidade química e microbiológica da água. Por este motivo, os Planos de Segurança da Água deverão cobrir todo o sistema, desde a produção de água para reutilização até ao respetivo ponto de utilização.

Um esquema de reutilização de água tem muitas possibilidades de configuração: tipo e grau de tratamento, número e localização de estações de bombagem, número, dimensão e localização de tanques de armazenamento, bem como a extensão e desenho da rede de distribuição. Estes elementos podem ser combinados numa grande variedade de esquemas, mesmo para sistemas aparentemente pequenos. O planeamento de projetos de reutilização de água é assim muito complexo e um sistema de suporte de decisão (SSD) deverá ser utilizado para ajudar no próprio processo de planeamento.

Notou-se que para sistemas de produção de água para reutilização de elevada qualidade, preferencialmente são utilizadas tecnologias de membranas que consomem uma quantidade substancial de energia. Assim, num futuro próximo, o maior desafio para a reutilização da água será o desenvolvimento de novos processos que consomem menos energia e/ou incrementam a recuperação energética.

Contudo, os esforços nos projetos de reutilização de água não se deverão somente focar nas melhores tecnologias disponíveis, que poderão levar à promoção de soluções do tipo “*fit-for-all*”, que poderão apresentar-se como não economicamente viáveis. Assim, um novo importante conceito é a abordagem “*fit-for purpose*” que preconiza a produção de água para reutilização com uma qualidade adequada ao fim a que se destina, sem comprometer a saúde pública e o ambiente. O uso de um modelo de gestão do risco é crucial para ajudar na definição da solução tecnológica mais apropriada a cada projeto. O uso combinado de tecnologias adequadas com medidas adicionais de minimização dos riscos irá permitir o desenvolvimento de projetos de reutilização viáveis e de confiança, para a produção de água ao menor preço e de encontro aos princípios da economia circular.

No quadro seguinte são apresentados alguns exemplos dos vários Estados Membro, participantes no presente projeto. Para mais detalhes deverá ser consultado o Anexo ao presente relatório.

Tecnologias atuais/MTD

Itália	<p>Afinação ou tratamento terciário indica uma etapa adicional de tratamento a ser levada a cabo após o tratamento primário ou secundário, numa unidade de produção de água para reutilização, com o objetivo de melhorar as características das águas para posterior reutilização em conformidade com os objetivos atrás descritos.</p> <p>As técnicas de afinação que podem ser utilizadas são essencialmente direcionadas para a remoção de sólidos suspensos e redução da CBO₅. As mais usadas são: microfiltração, filtros de areia de meio lento, filtros de areia de meio rápido, filtros de cascalho em tanques de decantação secundária e sistemas de carvão ativado.</p>
Portugal	<p>A maioria dos projetos em curso envolve uma etapa de desinfecção para produção de água com qualidade ao fim a que se destina. Os métodos mais utilizados são a radiação UV, antecedida por uma etapa de filtração, que pode ser por filtros de areia ou microfiltração. Sempre que se justifica é usada uma etapa de pós-cloragem para prevenção de recontaminação e/ou recrescimento nos sistemas de distribuição. Em projetos em fase de desenvolvimento, a tecnologia de membranas ou ultrafiltração está a começar a ser utilizada. É também utilizada a osmose inversa em alguns efluentes industriais para pequenos projetos de reutilização.</p>
Malta	<p>A “Nova Água” é produzida numa unidade de afinação de águas residuais tratadas que até então tinha sido utilizada para produção de água com qualidade compatível com as águas balneares, uma vez que as águas residuais tratadas eram rejeitadas para o mar. Atualmente a fase de afinação é um processo que compreende a ultrafiltração e osmose inversa, oxidação avançada e radiação UV. Para aumentar o conteúdo mineral da água tratada é posteriormente adicionada cal.</p>
Chipre	<p>As ETAR estão equipadas com nível de tratamento terciário, o qual consiste numa filtração de areia e cloragem para obtenção de uma água com características compatíveis com a rega agrícola. Algumas das novas ETAR estão equipadas com tecnologias avançadas tais como bioreatores de membranas e desinfecção UV. Tecnologias de tratamento convencionais são utilizadas para o tratamento das lamas, as quais são posteriormente encaminhadas para a agricultura.</p>
Reino Unido	<p>O tratamento inicial é a decantação primária e tratamento biológico por leitos percoladores ou lamas ativadas.</p> <p>Os processos de tratamento avançado na ETAR de Langford são: remoção química de fósforo, nitrificação e desnitrificação biológica, desinfecção UV e uma etapa de tratamento por osmose inversa.</p>
Turquia	<p>A água das estações de tratamento são utilizadas para rega de parques e jardins e são utilizadas em lagoas de estabilização quando destinadas à agricultura. A ETAR do Município de Konacık (cidade de Muğla) utiliza bioreatores de membranas (MBR).</p>
Holanda	<p>O tratamento das águas residuais urbanas e industriais envolve as seguintes etapas:</p> <p>1ª etapa: Remoção de gradados, tais como restos de papel, madeira, etc.; remoção de areias; decantação primária de matéria orgânica;</p> <p>2ª etapa: Tratamento anaeróbico com lamas ativadas, tratamento aeróbico com ar dissolvido;</p> <p>3ª etapa: Remoção de fosfatos e de azoto;</p> <p>4ª etapa: De um modo geral ainda não é aplicada. Nesta etapa os tratamentos da água podem consistir na utilização de filtros de areia, ozonização, ultrafiltração.</p> <p>Não é permitido o uso de lamas de ETAR na agricultura sem tratamento prévio.</p>

Práticas expectáveis de reutilização de água nos Estados Membros/Barreiras à reutilização de água

Apesar da reutilização da água já estar desenvolvida em muitos países, na Europa, em geral, apenas uma pequena fração de água para reutilização é utilizada, em particular devido a uma falta de confiança generalizada na prática. De facto, uma série de barreiras ainda impede a implementação em pleno da reutilização de água na Europa e a uma escala global. Estas barreiras terão de ser ultrapassadas se se quiser implementar estratégias de reutilização de água a uma maior escala que a atual, promovendo o potencial para a eco inovação em termos de tecnologias e serviços relacionados com a reciclagem de água na indústria, agricultura e setor urbano. As principais barreiras identificadas são:

- regulamentos/guias para a reutilização de água inconsistentes ou inadequados, o que pode levar a atrasos ou a uma interpretação errónea e conseqüentemente a uma falta de confiança na prática em termos de segurança para a saúde pública e para o ambiente;
- algumas barreiras comerciais para os produtos agrícolas regados com água reutilizada na União Europeia, uma vez que no mercado comum, o nível de segurança dos Estados-Membros produtores pode não ser considerado como suficiente pelos países importadores;
- métodos inconsistentes e pouco robustos para identificar e otimizar as tecnologias de tratamento de águas residuais adequadas à reutilização e com capacidade para equilibrar a procura por processos sustentáveis;
- baixo custo da água de origem natural comparativamente à água para reutilização, em particular devido aos elevados custos de produção para uma baixa utilização (barreira económica);
- distância entre as estações de tratamento de água e os locais de aplicação da mesma;
- dificuldades na especificação e seleção de técnicas e tecnologias de monitorização para todo o sistema;
- desafios significantes na avaliação robusta dos riscos para a saúde e ambiente e benefícios da reutilização a várias escalas geográficas;
- processos de licenciamento complexos ou inadequados que necessitam de garantir a segurança para o público e ambiente, ao longo de toda a cadeia, desde a produção à aplicação, passando pela distribuição da água para reutilização;
- modelos de negócio e mercados pouco desenvolvidos para projetos de reutilização;
- baixo nível de entusiasmo ao nível da opinião pública e governamental para a reutilização da água;
- capacidade institucional limitada para formular e incentivar práticas de reciclagem e reutilização;
- falta de incentivos financeiros para os projetos de reutilização.

No quadro seguinte são expostos alguns exemplos dos vários Estados Membro, participantes no presente projeto. Para mais detalhes deverá ser consultado o Anexo ao presente relatório.

Práticas expectáveis de reutilização de água

Itália	<p>O uso de águas residuais para rega e fins industriais ocorrem essencialmente em situações de “emergência de água” devido a problemas de escassez e elevada procura em determinadas áreas do território destinadas à agricultura intensiva.</p> <p>Só nos últimos anos é que se começou a planear a reutilização da água com uma visão mais alargada, tendo em conta as vantagens indiretas da prática em termos de benefício ambiental da “ausência de rejeição” e possibilidade de redução dos consumos de água de melhor qualidade, em particular das águas subterrâneas.</p>
Portugal	<p>Portugal está a desenvolver uma nova legislação para o uso de água para reutilização, uma estratégia de governança para promoção da prática e um guia para clarificar os processos administrativos e técnicos, tais como as metodologias de avaliação do risco, a escolha dos níveis adequados de tratamento e os planos de monitorização a aplicar às águas para reutilização e ambiente. A nova estratégia de governança pretende promover uma abordagem holística desde o produtor ao recetor da água para reutilização e, conseqüentemente, aumentar o uso das águas residuais tratadas.</p>
Malta	<p>A água para reutilização é utilizada em todas as culturas destinadas ao consumo humano e animal, culturas para fins não alimentares e áreas verdes de uso público. Esta água também pode ser utilizada para fins industriais, desde que não haja contato com bens alimentares, produtos farmacêuticos ou de cosmética. Alguns exemplos são a lavagem automóvel, torres de arrefecimento, caldeiras e eventualmente lavandarias.</p>
Chipre	<p>Chipre utiliza um sistema de recarga de aquíferos, onde a água para reutilização entra no aquífero através de um sistema de lagoas rasas construídas para o efeito. A água, após sofrer depuração natural, pode ser utilizada para rega. O sistema de bombagem está desenhado de modo a maximizar o tempo de retenção no aquífero.</p>
Reino Unido	<p>As autoridades reguladoras inglesas suportam e encorajam as empresas gestoras de água e saneamento a considerarem a reutilização direta e indireta como uma opção para aumentar as disponibilidades de abastecimento público de água, em particular nos locais onde se preveem situações de défice. Existe um certo número de projetos para reutilização já previstos para enquadramento nos futuros planos de gestão dos recursos hídricos.</p>
Holanda	<p>Os desenvolvimentos na reutilização de água centram-se na utilização dos diferentes componentes de águas residuais urbanas, tais como: celulose do papel, fosfatos para uso como fertilizante, proteínas para uso em comida animal (atualmente ainda não permitido), recuperação de energia a partir do tratamento de lamas e uso de outros materiais como novos produtos.</p>

Barreiras expectáveis à implementação de práticas de reutilização de água

Itália	As principais barreiras são infraestruturais, económicas, agronómicas e sanitárias (bactérias, vírus e parasitas).
Portugal	Perceção negativa no “uso de águas residuais” que terá de ser contrariado através de campanhas de educação robustas e de resultados positivos de projetos reais de reutilização. Distância entre os sistemas de produção de água para reutilização e os locais de utilização. Barreiras económicas associadas ao baixo custo da água natural face às águas residuais tratadas.
Malta	Perceção pública que pode induzir medo pelo consumo de produtos alimentares regados com águas reutilizadas. Em geral, a viabilidade económica na recuperação dos custos por parte do operador do sistema de produção e posterior trabalho em eventuais lucros.
Chipre	Uma das principais barreiras iniciais foi o custo. Esta foi a razão que refletiu a imposição substancial de subsídios à distribuição de água para reutilização para promoção do respetivo consumo. A decisão sobre a localização de uma estação de tratamento de águas residuais é tomada em conta, entre outros parâmetros, atendendo à proximidade de áreas agrícolas, de modo a minimizar a extensão das redes de distribuição e os consumos energéticos derivados das necessidades de bombagem.
Reino Unido	As principais barreiras são os riscos para a saúde pública e ambiente, perceção, regulamentação, propriedade, carbono e esquema de custos.
Holanda	A legislação na segurança alimentar atualmente não permite a reutilização de produtos obtidos das águas residuais urbanas. A legislação local e Europeia sobre reutilização de água classifica as águas residuais industriais e urbanas como resíduo e não como uma matéria-prima. Assim, a reutilização só é possível após um procedimento de “Fim de Resíduo”. Resíduos de medicamentos e hormonas nas águas residuais tratadas. Técnicas economicamente viáveis para tratar a água até um nível seguro.

Requisitos atuais de qualidade para rega vs JRC (Requisitos Europeus)

Como já referido, dos vários Estados Membros onde a reutilização de água é praticada, Chipre, França, Grécia, Itália, Portugal e Espanha desenvolveram normas. Em todos estes países, exceto Portugal, estas normas são vinculativas e todas são aplicáveis à rega de culturas agrícolas, pomares e, exceto Chipre, a pastagens.

A recarga de aquíferos (por espalhamento superficial ou injeção direta) apenas é permitida no Chipre, na Grécia e em Espanha.

Muitos dos normativos desenvolvidos ao nível dos Estados Membros tiveram por base as normas da OMS de 2006, as normas ISO sobre o uso seguro de águas residuais tratadas, bem como as abordagens regulamentares de outros países (e.g. Austrália, Israel, EUA) e considerações nacionais. De facto existe pouca harmonização entre as várias normas propostas pelos vários Estados Membros da UE, sendo que este facto tem provocado alguma preocupação sobre eventuais barreiras ao comércio de bens agrícolas regados com água reutilizada, decorrente da perceção de que há diferentes níveis de segurança nas práticas de rega (JRC, 2014).

Para ultrapassar esta questão e fomentar a reutilização de água como um elemento central do plano de ação da UE para a Economia Circular, a Comissão Europeia solicitou ao *Joint Research Centre* (JRC) que elaborasse uma proposta técnica para requisitos mínimos de qualidade para rega agrícola e recarga de aquíferos. A proposta inicial do JRC foi publicada, como versão *draft*, em outubro de 2016 e após várias interações e pareceres dados pelo Comité Científico dos Riscos para a Saúde e o Ambiente (SHEER⁴) e a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA⁵), o documento foi revisto e publicado em junho de 2017 (JRC, 2017). Os requisitos propostos para a qualidade de água para a reutilização para rega agrícola estão descritos no relatório técnico do JRC e são resumidas nas tabelas A e B.

⁴ SHEER – Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks

⁵ EFSA – European Food Safety Authority

Tabela A – Requisitos de qualidade mínima para rega agrícola (JRC, 2017)

Classe de qualidade da água para reutilização	Tecnologia indicativa alvo	Critérios de qualidade				
		<i>E. coli</i> (ufc/100 mL)	CBO ₅ (mg/L)	SST (mg/L)	Turvação (NTU)	Critérios adicionais
Classe A	Tratamento secundário, filtração, e desinfecção (tratamentos de água avançados)	≤10 ou abaixo do limite de deteção	≤10	≤10	≤5	<i>Legionella</i> spp.: <1,000 ufc/L quando há risco de aerolização em estufas. Nematodes intestinais (ovos de helmintas): ≤1 ovo/L em rega de pastagens ou culturas forrageiras
Classe B	Tratamento secundário e desinfecção	≤100	De acordo com a Diretiva 91/271/CEE	De acordo com a Diretiva 91/271/CEE	-	
Classe C	Tratamento secundário e desinfecção	≤1,000	De acordo com a Diretiva 91/271/CEE	De acordo com a Diretiva 91/271/CEE	-	
Classe D	Tratamento secundário e desinfecção	≤10,000	De acordo com a Diretiva 91/271/CEE	De acordo com a Diretiva 91/271/CEE	-	

Tabela B - Classes de qualidade de água para reutilização e uso agrícolas associados (JRC, 2017)

Categoria de culturas agrícolas	Classe de qualidade da água para reutilização	Métodos de rega
Rega agrícola de culturas agrícolas para consumo em cru em que a parte consumível está em direto contato com a água	Classe A	Todos os métodos de rega são permitidos
Tubérculos consumidos em cru		
Rega agrícola de culturas agrícolas para consumo em cru em que a parte consumível é produzida acima do solo	Classe A Classe B	Todos os métodos de rega são permitidos
Rega agrícola de culturas agrícolas para consumo em cru com pele não comestível (pele consumida antes de consumo)	Classe C	Apenas rega gota-a-gota
Culturas alimentares destinadas a processamento	Classe A Classe B	Todos os métodos de rega são permitidos
	Classe C	Apenas rega gota-a-gota
Culturas agrícolas não destinadas ao consumo humano, incluindo culturas destinadas ao consumo animal, produção de leite ou carne	Classe A Classe B	Todos os métodos de rega são permitidos
	Classe C	Apenas rega gota-a-gota
Produção de sementes, tais como sementes para uso industrial ou produção de energia	Classe A Classe B Classe C Classe D	Todos os métodos de rega são permitidos

Na tabela C apresenta-se a comparação entre os normativos de qualidade dos vários Estados Membro com as normas propostas no relatório técnico do JRC (2017) e requisitos impostos pela Comissão Europeia às águas de rega para produção de produtos hortícolas frescos, para minimização dos riscos microbiológicos (2017).

Tabela C – Comparação entre os valores limite máximos adotados do JRC (2014), Comissão Europeia (2017) e JRC (2017)

Parâmetros	Chipre #	França	Grécia	Itália	Portugal	Espanha	UE Com. (2017)*	Relatório JRC (2017)
E. coli (ufc/100 mL)	5-10 ³	250-10 ³	5-200	10	--	0-10 ⁴	100-10 ⁴	10-10 ⁴
E. coli (logs)	--	--	--	--	--	--	--	>5
Coliformes fecais (ufc/100 mL)	--	--	--	--	100-10 ⁴	--	--	--
Enterococos (logs)	--	≥2-≥4	--	--	--	--	--	--
Esporos de bac. sulfito-reductoras anaeróbicas (logs)	--	≥2-≥4	--	--	--	--	--	--
Esporos de clostridium perf. (logs)	--	--	--	--	--	--	--	>5
Bacteriófagos (logs)	--	≥2-≥4	--	--	--	--	--	--
Colifagos F-específicos (logs)	--	--	--	--	--	--	--	>6
SST (mg/L)	10-30	15	2-35	10	60	5-35	--	10-35
Turvação (NTU)	--	--	2-sem limite	--	--	1-15	--	5
CBO ₅ (mg/L)	10-70	--	10-25	20	--	--	--	--
CQO (mg/L)	70	60	--	100	--	--	--	--
Azoto total	15	--	30	15	--	10	--	--

Nota:* Documento de orientação em matéria de gestão dos riscos microbiológicos em frutos e produtos hortícolas frescos a nível da produção primária através de uma boa higiene (Comissão EU, 2017)

No que se refere ao Chipre, esta tabela refere-se ao antigo decreto ministerial (n.º 269/2005) que foi substituído pelo Decreto Ministerial (n.º 379/2015) para estações de tratamento de pequena escala (≤ 2000 e.p.).

No quadro seguinte ilustram-se alguns exemplos de todos os Estados Membros participantes no presente projeto. Para mais detalhes deverá ser consultado o Anexo ao presente relatório.

Requisitos atuais de qualidade

Itália	As normas italianas D.M. 185/2003 incluem valores limite máximos que têm de ser cumpridos para todos os usos previstos para aplicação de água para reutilização. Alguns parâmetros têm valores similares aos das águas para consumo humano, mesmo que o uso previsto seja a rega de espaços verdes. Quanto aos usos industriais, os valores limite deverão no mínimo ser equivalentes aos existentes para as rejeições de águas residuais tratadas no meio recetor (Decreto Legislativo 152/2006).
Portugal	Para a rega, Portugal já está a aplicar as normas de qualidade previstas na ISO 16075. Para cada projeto de rega, dependendo do fim pretendido, uma classe de qualidade A, B, C ou D é aplicada em combinação com várias medidas de minimização, i.e., multibarreiras. As barreiras são escolhidas de acordo com o princípio de barreira equivalente descrito nas normas ISO 16075, da EPA e da OMS.
Malta	Malta produz água com Classe A que pode ser utilizada para todos os tipos de culturas agrícolas destinadas à alimentação, incluindo bolbos consumidos em cru e culturas cuja parte consumível contata diretamente com a água reutilizada. Todos os métodos de rega são permitidos.
Chipre	Os requisitos de qualidade para a água tratada geralmente dependem do tipo de rejeição, da qualidade do meio recetor, das culturas regadas, da sensibilidade da área e da dimensão da ETAR. Decreto Ministerial (N.º 379/2015) para pequenas ETAR (≤ 2.000 e.p.).
Reino Unido	Não existe nenhuma legislação específica para a reutilização de água no Reino Unido. As peças legislativas mais importantes e que diretamente afetam a reutilização de água são a Diretiva das Águas Residuais Urbanas, a Diretiva-Quadro da Água e a Diretiva da Água de Consumo Humano. Não existe qualquer guia, mesmo não vinculativo, sobre a qualidade da água que pode ser utilizada para rega agrícola.
Turquia	O Comunicado dos Métodos Técnicos das ETAR define critérios para o uso de tratamento de águas residuais tratadas para rega e classifica a qualidade da água em Classe A e Classe B. De acordo com a classe de qualidade, a rega de certo tipo de culturas ou áreas pode ser permitido. O Comunicado define normas de qualidade química para a água e providencia informação sobre a sensibilidade de algumas plantas que podem ser regadas com as águas residuais tratadas.
Holanda	Na Holanda não existe nenhum normativo de qualidade para a reutilização de águas residuais tratadas, uma vez que a mesma não é permitida por lei.

Avaliação do risco (aspectos-chave para o ambiente)

Uma das maiores preocupações da reutilização de água é a segurança para a saúde pública e ambiente. O contato direto e indireto com a água reutilizada pode ter implicações para a saúde dos indivíduos, quer eles sejam ou não os utilizadores finais da água, tendo em conta toda a cadeia desde a unidade de produção ao consumidor (em caso de rega agrícola) ou público. Estas implicações na saúde poderão, em alguns casos, variar de moderadas a severas e poderão ser de curta duração ou prolongar-se a médio ou longo prazo. Também o ambiente precisa de ser protegido, na medida em que a água para reutilização pode conter alguns poluentes de preocupação emergente ou outros contaminantes que poderão apresentar risco para outras matrizes ambientais, e.g, salinização de solos.

Assim, quando se reutiliza água é essencial proteger-se quer a saúde pública quer o ambiente, sendo a aplicação de uma abordagem de gestão do risco a melhor opção para alcançar estes objetivos. Uma abordagem deste género foi adotada na indústria da água na última edição das normas australianas e nas normas da Organização Mundial de Saúde para consumo humano (WHO, 2004), as quais integram esta abordagem em planos de gestão do risco denominados Planos de Segurança da Água (PSA).

As normas internacionais para reutilização da água da OMS e da Austrália (WHO, 2006; NRMHC-EPHC-AHMC, 2006) recomendam o desenvolvimento de um modelo de gestão do risco para a reutilização da água similar aos sistemas de Planos de Segurança da Água (PSA). Estes são específicos quando há uma clara evidência de via de exposição, e.g., contato direto, mas menos efetivos na ausência de dados para outro tipo de cenários, como a maioria dos usos não potáveis. Para lidar com este tipo de casos foi recentemente publicada a norma ISO 20426:2018 – Guia para a gestão e avaliação do risco para a saúde para a reutilização de água não potável.

Um modelo de gestão do risco é uma ferramenta sistemática que permite garantir a segurança e aceitabilidade das práticas de reutilização de água. Esta ferramenta deverá também ser suficiente flexível para ser aplicada a todos os tipos de projeto de reutilização, independentemente da dimensão e da complexidade, e que incorpore os vários elementos interrelacionados, em que cada um destes suporta a eficácia dos outros. Uma vez que a maioria das dificuldades associadas aos projetos de reutilização derivam de uma combinação de fatores, estes necessitam de ser avaliados em conjunto, de modo a garantir um abastecimento de água para reutilização seguro e sustentável. Este tipo de modelos de gestão do risco incluem, de uma forma geral, quatro requisitos:

1. Uso responsável da água para reutilização: Envolvimento das autoridades com experiência no abastecimento de água, gestão de águas residuais e proteção da saúde pública;
2. Requisitos formais e regulamentares: Identificação de toda a legislação, normas e condicionantes locais relevantes;
3. Parcerias e envolvimento de atores: Identificação de todas as autoridades com responsabilidade e atores envolvidos na reutilização de água;
4. Políticas de reutilização de água: Desenvolvimento de políticas para a reutilização de água, licenciamento e contratação com utilizadores finais.

O modelo de gestão do risco é usado para desenvolver uma gestão ou um plano de segurança que descreve a forma como um sistema de reutilização deverá ser operado, monitorizado e gerido. Para desenvolver tais modelos, deverá ser criada uma equipa multidisciplinar de indivíduos com experiência adequada e nível de conhecimento em termos proteção da saúde pública e do ambiente, que conheçam e compreendam as componentes do sistema de reutilização e a respetiva localização para avaliarem os riscos associados a cada uma das mesmas.

Uma abordagem de gestão do risco envolve a identificação e gestão dos riscos de forma proactiva ao invés de soluções simples de resposta a problemas, após o aparecimento dos mesmos.

Na aplicação desta abordagem à reutilização de água, uma etapa crucial é a avaliação do risco cujo primeiro passo é identificar de forma sistemática todos os possíveis perigos, colocados pela própria reutilização, para a saúde pública e ambiente, definir as várias vias de contaminação e os possíveis cenários de exposição.

Uma vez identificados os perigos e vias de exposição, o risco associado a cada perigo é avaliado pela estimativa da probabilidade de ocorrência multiplicada pela respetiva consequência. O passo seguinte é a identificação de medidas para controlar ou minimizar o risco e que podem ser aplicadas diretamente à fonte de perigo, na via de exposição ou ao recetor do risco.

Para caracterização do nível do risco podem ser aplicadas abordagens qualitativas, semi-quantitativas e quantitativas, dependendo dos dados disponíveis relativos aos perigos, vias de exposição e recetores.

A abordagem proposta pela OMS, nomeadamente a Avaliação Quantitativa do Risco Microbiológico é muito útil quando estão presentes usos potáveis e a ingestão direta. Contudo menor atenção tem sido prestada aos usos não potáveis e para os quais os efeitos dose-resposta não são bem conhecidos ou nunca foram determinados. Por exemplo, a rega gota-a-gota é muito utilizada em pomares e esta a água não contata com o fruto, sendo que muitos dos quais nem sequer são consumidos com pele. Assim, não é fácil avaliar a via de exposição entre a água e o fruto. Para este tipo de situações apenas as abordagens semi-quantitativas e qualitativas são válidas.

O estabelecimento de programas de monitorização é necessário para garantir que as medidas preventivas estão a ser operadas de forma eficaz e durante o tempo de vida do projeto, de modo a assegurar que o risco é constantemente mantido tão baixo, quanto razoavelmente possível.

Os programas de monitorização podem distinguir-se em três categorias: validação, levado a cabo uma única vez para garantir que a reutilização cumpre os requisitos definidos no projeto, monitorização operacional para avaliar a complexidade da operação dos sistemas e das capacidades infraestruturais e uma monitorização de verificação para validar que a qualidade da água cumpre os requisitos legais.

Do modelo de gestão do risco deverá surgir um plano de gestão que permite garantir que o sistema é gerido de forma consistente e providencia água para reutilização com qualidade adequada ao fim pretendido, com um risco tão baixo, quanto razoavelmente possível, quer para a saúde pública, quer para o ambiente.

Deverá ainda notar-se que a implementação de um modelo de gestão do risco irá conduzir à solução mais adequada ao fim pretendido e ao ambiente, e assim também ao projeto economicamente mais viável e à promoção de melhores recursos a longo prazo.

As legislações atuais dos vários Estados Membros não mencionam a aplicação de modelos de gestão do risco, mas alguns elementos deste tipo de modelos são por vezes incluídos.

Alguns parâmetros físico-químicos aparecem de forma complementar em alguns regulamentos dos Estados Membros, em particular parâmetros agronômicos, enquanto os requisitos mínimos de qualidade previstos preveem a aplicação de uma avaliação do risco, tendo em conta as condições locais para definir requisitos adicionais de monitorização

Parâmetros analíticos	JRC	Chipre	França	Grécia	Itália	Portugal	Espanha
Todas as categorias							
Aplicação de elementos de um modelo de gestão do risco	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Elementos aplicados	Todos os elementos	Multibarreiras	Multibarreiras, Monitorização de validação	Multibarreiras		Multibarreiras	Multibarreiras
Parâmetros físico-químicos adicionais e valores limite	Dependendo do resultado da avaliação do risco	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Parâmetros		Metais pesados, nutrientes		Metais pesados, nutrientes, substancias orgânicas	Metais pesados, nutrientes, substancias orgânicas	Metais pesados, nutrientes, substancias orgânicas	Metais pesados, nutrientes

Alguns requisitos adicionais estão incluídos nos regulamentos dos Estados Membros e na proposta de requisitos de qualidade mínima do JRC para a rega agrícola.

No quadro seguinte mostram-se alguns exemplos de todos os Estados Membros participantes no presente projeto. Para mais detalhes deverá ser consultado o Anexo.

Avaliação do risco (exemplos e metodologias aplicadas)

Itália	O modelo de gestão do risco não é mencionado no Regulamento italiano como uma ferramenta a ser aplicada no país, no entanto o mesmo contém parâmetros físico-químicos adicionais, tais como como metais pesados, nutrientes e substâncias orgânicas.
Portugal	Portugal está a preparar uma nova legislação para a reutilização de água para vários fins, para além da rega agrícola, que irá ser incorporar uma abordagem de gestão do risco. No entanto, no processo de licenciamento atual já se aplica a parte deste conceito e algum trabalho de pesquisa está sendo conduzido em abordagens semi-quantitativas para usos não potáveis.
Malta	A Corporação de Serviços de Água, como entidade operadora do sistema de produção de água para reutilização em Malta, terá de elaborar um Plano de Gestão do Risco para a Reutilização de Água, baseado em aspetos chave de gestão do risco. O Plano de Gestão do Risco para a Reutilização de Água terá de englobar todo o sistema, desde a unidade de produção de água para reutilização ao ponto de utilização.
Chipre	O Comitê Técnico avalia os potenciais efeitos no ambiente, decorrentes das atividades de desenvolvimento relacionados com a conceção, construção e operação de sistemas de águas residuais e ETAR urbanas, bem como a gestão de águas residuais tratadas para identificar e avaliar os impactos positivos e negativos para o ambiente e para a saúde pública.
Reino Unido	A avaliação de impacto ambiental e das várias opções de qualquer proposta de projeto de reutilização é importante para proteger o ambiente e outros interesses dos impactes negativos que as mudanças aos regimes de escoamento e alteração da qualidade da água possam causar Uma observação de custos e benefícios para definição de recomendações para minimizar impactos. Uma adequada abordagem baseada no risco para a monitorização da qualidade da água e caracterização das águas residuais afluentes aos sistemas será necessária para suportar as decisões na análise das águas para consumo.
Turquia	A avaliação do risco não é mencionada no Regulamento turco como uma ferramenta a ser aplicada pelo país.
Holanda	Na Holanda não há nenhuma norma para a avaliação do risco das águas residuais tratadas. A reutilização de água, de um modo geral, não é utilizada.

Monitorização

O desenvolvimento e a implementação de uma estratégia adequada de monitorização é um passo crucial para segurança da saúde e do ambiente, em qualquer projeto de reutilização de água.

A monitorização pode ser realizada com uma dada variedade de propósitos e em função do fim requerido diferentes parâmetros devem ser selecionados. Os principais objetivos de um programa de monitorização são:

1. proteção da saúde pública;
2. proteção do ambiente contra efeitos adversos (proteção das origens naturais de água e solos);
3. prevenção de efeitos adversos nas culturas agrícolas (alimentares e não alimentares);
4. prevenção da integridade dos sistemas de distribuição (e.g. prevenção de entupimentos nos sistemas de rega).

Para um dado projeto de reutilização de água, em conformidade com o fim pretendido, deverão ser implementados pelo menos dois tipos de programas de monitorização, nomeadamente monitorização operacional e de conformidade ou verificação. Para usos mais restritos, i.e., usos que requeiram água com um elevado nível de qualidade, também deverá ser levada a cabo uma monitorização de validação.

Para garantir um desempenho adequado de um sistema reutilização da água, de modo a fornecer água com o nível de qualidade requerido, deverá ser definido um protocolo de monitorização operacional para estabelecer os procedimentos funcionais para todas as atividades e processos aplicados a todo o sistema de reutilização de água, para garantir que todas as medidas preventivas implementadas para controlar os perigos estão efetivamente em funcionamento.

Um programa de monitorização operacional inclui parâmetros de leitura rápida e que poderão dar uma indicação imediata do desempenho e de possíveis medidas preventivas ou corretivas que permitem uma pronta resposta (e.g. desinfetante residual ou outros parâmetros relacionados com a desinfeção ou parâmetros medidos em linha, como a turvação). Os parâmetros operacionais deverão ser medidos em pontos críticos e associados a valores limite que definem a eficácia dos sistemas e detetam variações no respetivo desempenho.

A monitorização de conformidade ou verificação está especificamente associada à necessidade de proteção da saúde pública e do ambiente. Estes programas são, de um modo geral, definidos pelas autoridades nacionais e idealmente incluídos no licenciamento aplicado ao projeto de reutilização. Os vários parâmetros deverão ser definidos de modo a assegurar que o projeto é mantido num nível adequado de proteção, devendo ser escolhidos de modo a controlarem o risco decorrente de vias de exposição diretas e indiretas para o ambiente, em particular para a água (superficial e subterrânea), solos e culturas.

Os parâmetros típicos na monitorização de verificação são os parâmetros microbiológicos (e.g. *E. coli*, ovos de helmintas ou legionella), matéria orgânica (CBO₅ e CQO), Sólidos (SST) e nutrientes (N e P). Dependendo das necessidades de proteção do ambiente e dos resultados da avaliação do risco, outros parâmetros também poderão ser incluídos neste programa, tais como salinidade, SAR ou metais pesados para a proteção dos solos e culturas ou, dependendo da origem das águas residuais brutas, alguns poluentes alvo de preocupação emergente.

Um programa de monitorização de validação está previsto na proposta do novo Regulamento Europeu para projetos que requeiram água de elevado nível de qualidade. Este programa tem por objetivo garantir que o desempenho do sistema cumpre todos os requisitos de conceção. Este tipo

de programas propõem valores limite em termos de requisitos de desempenho para microrganismos indicadores específicos (bactéria, vírus e protozoários).

No quadro seguinte mostram-se alguns exemplos de todos os Estados Membros participantes no presente projeto. Para mais detalhes deverá ser consultado o Anexo ao presente relatório.

Monitorização

Itália	As normas italianas não consideram a frequência de análise. Esta frequência é estabelecida pelo responsável do sistema de tratamento, mediante acordo com as autoridades competentes e tendo sempre em conta a variabilidade das características da água. Um programa de monitorização pode fornecer um controlo qualitativo da água tratada para rega antes da respetiva distribuição para as parcelas, solos e frutas.
Portugal	Cada licença é emitida pela autoridade nacional da água e define um programa de monitorização de conformidade ou verificação, que é específico para cada projeto de acordo com os requisitos do fim a que a água se destina e as características das massas de água envolventes, em particular o seu estado e correspondentes usos. Se necessário a autoridade de agricultura competente pode definir ainda monitorização de culturas e/ou solos.
Malta	A água para reutilização é analisada duas vezes por semana em termos de <i>E. coli</i> , CBO ₅ , SST, Turvação e <i>Legionella spp.</i> Ao longo do sistema de tratamento, após cada etapa a água é igualmente analisada, i.e., após a ultrafiltração, osmose inversa e a oxidação avançada. Outros parâmetros são também frequentemente analisados na água para reutilização e incluem um certo número de compostos orgânicos, poluentes emergentes, pesticidas e metais.
Chipre	A monitorização inclui a amostragem e análise de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos nas águas residuais tratadas, tais como: CBO ₅ , CQO, sólidos suspensos, metais pesados, fósforo e azoto, cloro residual, substâncias prioritárias e microrganismos patogénicos. Outras obrigações são estabelecidas na licença para a monitorização das águas subterrâneas e solos nas áreas irrigadas, bem como nas águas superficiais e aquíferos, caso se justifique.
Reino Unido	No caso de Langford, a avaliação do risco e respetiva mitigação requer vários anos de dados de base para que o esquema de reutilização seja bem-sucedido. Dez anos de monitorização procederam à implantação do projeto, demonstrando que o projeto cumpre com o objetivo da DQA de “não deterioração”.
Turquia	O Comunicado dos Métodos Técnicos das ETAR define a frequência de monitorização, dependendo das classes de qualidade, podendo ser contínua, diária ou semanal.
Holanda	Na Holanda não há nenhuma norma para a monitorização das águas residuais tratadas destinadas à reutilização. A reutilização de água, de um modo geral, não é utilizada.

Análise comparativa de boas práticas

A avaliação das práticas atuais nos vários Estados Membros não permite efetuar uma análise comparativa das mesmas. De facto, alguns países promovem uma solução *“fit-for-all”*, i.e., uma aplicação de tecnologias avançadas que produzem uma água de elevada qualidade para um uso específico maioritário, nomeadamente a rega agrícola (e.g., Malta e Chipre), enquanto outros promovem diferentes soluções conforme o uso final pretendido, tal como Portugal ou a Turquia.

A prática *“fit-for-all”* pode ser aplicada em bacias similares, com características paralelas e quando existe apenas um único uso. Contudo, quando coexistem vários usos que requeiram diferentes níveis de qualidade, a melhor opção será uma solução *“fit-for-purpose”*, uma vez que permite a alocação de recursos onde estes são efetivamente necessários.

Outro aspeto importante é a promoção de uma avaliação do risco e uma análise de custo-benefício previamente ao desenvolvimento do projeto de reutilização, para garantir que o sistema de tratamento é o que melhor se adequa os requisitos necessários e que um sistema adequado de multibarreiras é adotado, para manter o risco para a saúde pública e ambiente tão baixo, quanto razoavelmente possível. Contudo, nenhum projeto implantado parece ter seguido esta estratégia.

A análise do custo da reutilização da água e forma como os utilizadores finais são envolvidos é também uma parte importante que requer um estudo mais aprofundado, nomeadamente para assegurar práticas fiáveis dentro dos princípios da economia circular.

Outro aspeto crítico que requer uma análise mais detalhada é a responsabilidade da qualidade da água para reutilização desde o ponto de saída do sistema de produção até ao ponto de aplicação. Um processo de licenciamento adequado poderá auxiliar as autoridades a lidarem com esta situação. Assim, apesar da aplicação de boas práticas em vários países, a simples adoção de uma destas por outros países pode não representar a melhor opção. Pelo que futura pesquisa parece ser necessária, em termos de padrões de uso destas práticas, para promover uma melhor compreensão de como, quando e onde as boas práticas já conhecidas são aplicáveis.

Estes resultados poderiam representar uma grande vantagem para o desenvolvimento de futuros projetos de reutilização de água, tais como projetos de irrigação agrícola, tendo em conta o futuro Regulamento Europeu. Também o conhecimento do uso de boas práticas com uma análise de custo-benefício poderá promover uma verdadeira transição para a economia circular.

Custo da reutilização de água

Na maioria dos países a informação disponível é insuficiente para gerar cenários suportados em gamas de custos que poderiam fornecer, de forma razoável, dados indicativos de capital de investimento ou de custos de operação.

No quadro seguinte apresenta-se o resumo de alguns exemplos dos Estados Membros participantes do presente projeto. Mais detalhes poderão ser consultados no Anexo ao presente relatório.

Custo da reutilização de água

Itália	Os custos médios para reutilização, conforme calculado pelo ISPRA numa pesquisa em vários projetos de reutilização (sistemas distintos para diferentes usos: urbano, industrial, agricultura) revelam valores entre 0,0083 a 0,48 €/m ³ . Como comparação, os custos de captação água superficiais e subterrâneas estima-se em 0,015-0,2 €/m ³ . O alto custo de água reutilizada é geralmente indicado como uma das principais barreiras para a promoção da reutilização da água.
Portugal	A informação disponível é insuficiente para gerar cenários suportados em gamas de custos que poderiam fornecer, de forma razoável, dados indicativos de custos de investimento ou de operação.
Malta	A tarifa relativa à primeira fração de 2500 m ³ de água de elevada qualidade para fins agrícolas é gratuita para todos os consumidores, até que o Ministro responsável pela Corporação dos Serviços da Água determine que a tarifa definida no sub-parágrafo i (legislação Maltesa) entre em vigor. Os escalões tarifários irão ser aplicados numa base de exploração, para água de elevada qualidade para fins de rega agrícola.
Chipre	No Chipre, desde o início, que a água para reutilização é fornecida para rega a um custo de cerca de 33% a 40% inferior ao custo da água doce convencional. Este facto constituiu um grande incentivo à aceitação da reutilização como uma nova origem de água de confiança. O custo da água para reutilização é subsidiado pelo Governo, uma vez que o respetivo custo de produção é muito superior ao custo das origens convencionais de água. Este valor deve-se aos elevados requisitos de qualidade requeridos.
Reino Unido	A informação disponível é insuficiente para gerar cenários suportados em gamas de custos que poderiam fornecer, de forma razoável, dados indicativos de capital ou de custos de operação.
Holanda	Na Holanda a reutilização de água não é, de um modo geral, permitida.

Conclusões

O crescente consumo de água tem provocado um aumento da pressão sobre os recursos hídricos a nível global. Esta pressão sobre as massas de água apesar de ser mais visível em áreas áridas e semiáridas, tem vindo a ser alterada pela mudança nos padrões de escassez, agravados pelos cenários de alterações climáticas, começando a ser observada em outras latitudes. Por outro lado, também as variações sazonais poderão intensificar o consumo de água em períodos onde menores quantidades de água doce estão disponíveis e afetar negativamente o balanço hídrico.

Estes aspetos críticos combinados com os esforços que têm vindo a ser efetuados para o controlo da poluição tornaram a água residual tratada numa origem alternativa e viável, aumentando o abastecimento de água existente, em especial quando comparada com outras alternativas mais dispendiosas, tais como a dessalinização.

Também deverá ter-se em conta que a pressão global sobre as massas de água tem um impacto direto na respetiva quantidade e qualidade, sendo que a reutilização pode ser uma solução benéfica na medida em que também promove a qualidade da massa de água, como por exemplo, através da redução de descargas de águas residuais em áreas sensíveis e conseqüentemente das cargas poluentes rejeitadas.

Embora o uso de água para reutilização seja uma prática aceite em vários países, a adoção de soluções de reutilização permanece limitada comparativamente ao respetivo potencial. Como se referiu anteriormente, uma das principais barreiras identificadas é a falta de harmonização nos quadros regulamentares para gestão dos riscos para a saúde e ambiente, associados à prática. Para ultrapassar este aspeto, a União Europeia está a propor um novo regulamento para rega agrícola, excluindo os demais usos, que não serão controlados a nível comunitário. Outro aspeto crítico é o processo de licenciamento e a atribuição de responsabilidades nas várias etapas e estágios do projeto de reutilização de água.

A análise comparativa entre as práticas correntes pode ajudar na identificação das melhores opções de gestão e de licenciamento e pode também identificar problemas eventualmente decorrentes da aplicação do novo regulamento, numa face precoce.

Os resultados de 2018 mostraram que o uso de água para reutilização está a ganhar importância na Europa e, por conseguinte, uma melhor compreensão da prática é necessária para evitar riscos diretos e indiretos para a saúde pública e ambiente.

No entanto, a recolha de resultados de casos práticos, visitas de campo e de discussão em reuniões, demonstra que alguns dados ainda estarão em falta e investigação adicional deverá ser desenvolvida. Uma compreensão aprofundada das soluções de reutilização de água existentes, nomeadamente em termos de avaliação do risco poderá ser útil para clarificar qual o nível do risco atualmente presente na prática.

Os aspetos críticos identificados estão associados com o uso atual de soluções “*fit-for-all*”, onde os projetos são definidos pelo nível de tratamento implantado o que pode prejudicar a tendência corrente do uso de soluções “*fit-for-purpose*”, nas quais os requisitos de tratamento são combinados com medidas preventivas ou barreiras (i.e., a aplicação do conceito multibarreira) para satisfazer as necessidades do fim a que a água se destina e os requisitos de proteção da saúde e ambiente envolvente.

Uma melhor compreensão nas boas práticas para fechar o ciclo da reutilização também é necessária, uma vez que as medidas atuais, tais como a redução do consumo de água doce e a reutilização direta,

podem afetar outros aspetos do ciclo, como por exemplo o incremento das cargas nas águas residuais brutas que poderão levar a um maior consumo de energia, maiores emissões de CO₂, aumento do risco de falha nos sistemas de tratamento e a uma redução dos valores naturais. Deste modo, uma abordagem integrada do uso da água é necessária para assegurar o correto uso da mesma, contribuir para o respetivo Bom Estado e garantir a transição para o modelo de economia circular.

De acordo com os atuais desenvolvimentos da reutilização de água na Europa considera-se que o presente projeto e respetivos resultados poderão ser úteis para alguns dos trabalhos da Comissão Europeia em curso.

Referências

ARTA Abruzzo, ARPA Lazio, ARPA Toscana (2006), *Analisi di casi studio diversificati di riutilizzo delle acque reflue*. Italy

Ashbolt N.J., Grabow W.O.K., Snozzi M. (2001). *Indicators of microbial water quality*. In: Fewtrell, L., Bartram, J. (eds.) *Water quality: guidelines, standards and health; risk assessment and management for water-related infectious disease*. IWA Publishing, London, UK.

Αναθεώρηση της Μελέτης Επιμέτρησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από τον Εμπλουτισμό του Υδροφορέα Ακρωτηρίου με Ανακυκλωμένο νερό του Αποχετευτικού συστήματος Λεμεσού – Αμαθούντας (ΤΑΥ 74/2009) – Νοέμβριος 2010, ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ.

Bixio D., Thoeve C., de Koning J., Joksimovic D., Savic D., Wintgens T., Melin T. (2006). *Wastewater reuse in Europe*. *Desalination* 187, 89-101.

Cirelli (2014). *L'irrigazione con acque reflue*. Catania University. Italy

European Commission (2018). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on minimum requirements for water reuse*. Brussels, BE.

EEA (2012). *Towards efficient use of water resources in Europe*. EEA report No 1/2012. European Environment Agency, Copenhagen, DK.

EU Commission (2017). *Guidance document on addressing microbiological risks in fresh fruits and vegetables at primary production through good hygiene*. European Commission, Brussels.

FAO (2017). AQUASTAT website. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

GWl (2010). *Municipal Water Reuse Markets 2010*. Global Water Intelligence. Media Analytics Ltd. Oxford, UK.

Hochstrat R., Wintgens T., Melin T., Jeffrey P. (2005). *Wastewater reclamation and reuse in Europe: a model-based potential estimation*. *Water Supply*, 5(1), 67-75.

ISPRA (ex APAT) (2008). *Il riutilizzo delle acque e dei fanghi prodotti da impianti di depurazione di reflui urbani: Quadro conoscitivo generale ed aspetti specifici*. Report 08-2008. Italy

ISPRA (2009). *L'ottimizzazione del servizio di depurazione delle acque di scarico urbane: massimizzazione dei recuperi di risorsa (acque e fanghi) e riduzione dei consumi energetici*. Rapporto 93/2009

International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-1:2015 – *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 1: The basis of a reuse project for irrigation*, International Organization for Standardization, Geneva.

International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-2:2015 – *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 2: Development of the project*, International Organization for Standardization, Geneva.

International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-3:2015 – Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 3: Components of a reuse project for irrigation, International Organization for Standardization, Geneva.

International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-4:2016 – Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 4: Monitoring, International Organization for Standardization, Geneva.

Italia Nostra (2014). Impianto Depurazione di Savona Riutilizzo acque reflue depurate. Italy

JRC (2014) Alcalde-Sanz L., Gawlik B. M. *Water Reuse in Europe. Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation – A synoptic overview*, EUR 26947 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, ISSN 1831-9424 (online), doi:10.2788/29234, JRC 92582.

JRC (2017) Alcalde-Sanz L., Gawlik B. M. *Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge - Towards a legal instrument on water reuse at EU level*, EUR 28962 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-77175-0, doi:10.2760/804116, JRC109291.

L.N. 210 of 2017 REGULATOR FOR ENERGY AND WATER SERVICES ACT (CAP. 545) Water Supply (Amendment) Regulations, 2017

Lamberto L. (2008), Tecniche per il riutilizzo delle acque depurate per l'approvvigionamento idrico di emergenza, Italy

NRMMC-EPHC-AHMC (2006). *Australian guidelines for water recycling: managing health and environmental risks: Phase 1*. National Water Quality Management Strategy. Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council, Australian Health Ministers' Conference. Canberra, Australia.

Rebello, A. (2018) *Modelo semi-quantitativo para avaliação de risco*. Atas do 14º Congresso da Água. Évora, Portugal.

Toscano A. (2014). Il riuso delle acque reflue in agricoltura. Workshop: Acqua e produzioni alimentari: scenari, tecnologie, politiche. Italy

TYPSA (2013). *Updated report on wastewater reuse in the European Union*. Report for DG ENV, European Commission, Brussels, BE.

WHO (2004). *Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization, Geneva, CH.

WHO (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. World Health Organization, Geneva, CH.

WssTP (2013). *Water Reuse: Research and Technology Development Needs*. Water Supply and Sanitation Technology Platform Brussels, BE.

ANEXO (exemplos dos Estados-Membros participantes)

Prática atual de reutilização de água

Itália

Na Itália, atualmente, a utilização da água para reutilização distribui-se em:

- cerca de 60% para a agricultura;
- cerca de 25% para o setores energético e industrial;
- cerca de 15% para o setor urbano.

Os regulamentos não permitem a reutilização para:

- uso potável;
- contato direto com alimentos crus;
- rega de espaços verdes de uso público.

O Decreto Ministerial n.º 185, de 12 de junho de 2003, estabelece as regras técnicas para a utilização de águas residuais domésticas, urbanas e industriais no país, com a finalidade de garantir a proteção qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, através da limitação à captação de águas superficiais e subterrâneas e minimização do impacto das descargas nos rios e promoção da poupança da água através da utilização de água residual tratada para múltiplos fins. De acordo com o referido neste diploma, a reutilização deve ocorrer em condições de segurança ambiental, evitando alterações nos ecossistemas, no solo e nas culturas, bem como minimizando os riscos para a saúde pública. Além disso, a reutilização de água para rega deve ser implementada de forma a promover a eficiência hídrica.

Os usos considerados elegíveis para a reutilização são:

- rega de culturas destinadas à produção de alimentos para consumo humano e animal e para fins não alimentares, bem como para a rega de áreas verdes destinadas a usos paisagísticos, recreativos ou desportivos;
- usos urbanos, tais como lavagem de estradas em centros urbanos, alimentação dos sistemas de aquecimento ou arrefecimento, alimentação de redes de abastecimento duplo, desde que separadas das de água potável, com exclusão do uso direto dessa água em edificações para uso urbano, excetuando os sistemas de descarga nas instalações sanitárias;
- usos industriais, e.g., combate a incêndios, processo e lavagem de água e para circuitos térmicos de processos industriais, com a exclusão de usos que envolvam o contato entre a água para reutilização e alimentos ou produtos farmacêuticos e de cosmética.

A legislação não permite assim a reutilização para fins potáveis, bem como não regulamenta a utilização de águas residuais tratadas dentro dos próprios estabelecimentos industriais que as produzem.

A reutilização de água deve ser realizada de acordo com os métodos estabelecidos no art. 10, do decreto acima indicado, ou seja:

- no caso da rega, a reutilização deve ser implementada de forma a garantir a poupança de água, não sendo possível exceder as necessidades das culturas e estando ainda sujeita ao cumprimento das boas práticas agrícolas. Alternativamente, a cargas de azoto resultantes da utilização deste tipo de água devem contribuir para alcançar a carga máxima admissível de azoto e determinação do equilíbrio entre as necessidades das culturas e a contribuições de azoto resultantes do solo e da fertilização;

no caso de utilização múltipla (ou seja, outros usos distintos da rega, uso urbano e industrial), o responsável pela distribuição de água para reutilização deve ter em conta a informação dos utilizadores e a forma como estes usam a água, as condições de utilização e os riscos associados a utilizações indevidas.

O decreto contém os valores-limite aplicáveis à água para reutilização à saída da estação de tratamento.

Comparando o anexo do Decreto Ministerial 185/2003 com o Decreto Ministerial, de 2 de maio de 2006, o último acrescenta algumas novidades aos parágrafos 1 e 3 referentes às obrigações das Regiões Italianas na monitorização e na definição de alguns valores-limite de emissão. De facto, as Regiões estabelecem, para cada zona homogénea de seu território, quais os parâmetros obrigatórios controlar e monitorizar, definindo os respetivos limites, em conformidade com o diploma. Além disso, para os parâmetros físico-químicos (i.e. pH, azoto amoniacal, condutividade, alumínio, ferro, manganês, cloretos e sulfatos), as Regiões podem prever, com base no conhecimento consolidado adquirido para os diferentes usos a que se destinam, limiares diferentes dos indicados no quadro do anexo, desde que os mesmos não excedam os limites de descarga para as águas superficiais, definidos no quadro 3, do anexo 5, da parte III, do Decreto Legislativo n.º 152/2006, de acordo com o parecer do Ministério do Ambiente e da Proteção do Território.

Em comparação com os regulamentos de outros países, a legislação italiana relativa à reutilização agrícola ou urbana não estabelece qualquer distinção entre os dois tipos de utilização, pois define os mesmos limites químicos e microbiológicos para ambas as situações. No que diz respeito aos parâmetros microbiológicos, por exemplo, nos regulamentos de outros países, há variações significativas nos valores limite aceites entre a rega de culturas alimentares e não alimentares.

A norma italiana dá grande importância aos parâmetros microbiológicos, para os quais a necessidade de proteção da saúde pública não é suportada no risco de ocorrência de eventos epidemiológicos derivados da reutilização de água, mas sim pela definição de limites particularmente rígidos para um conjunto significativo de parâmetros.

Outro aspeto não coberto pelos regulamentos de outros países é a definição de requisitos sobre os tratamentos mínimos necessários de acordo com os tipos de reutilização. Os limites particularmente restritivos, previstos pelo Decreto Ministerial 185/2003 e confirmados pelo Decreto de 2 de Maio de 2006, exigem a necessidade de realizar tratamentos mais avançados para alcançar os valores limite necessários. A severidade dos limiares tem sido questionada por inúmeros peritos que acreditam que estes valores restritivos prejudicam a efetiva possibilidade de utilização de águas residuais tratadas. Não obstante, outros peritos consideram, a abordagem como positiva, na medida em que prevê uma classe de qualidade microbiológica comum para as águas residuais tratadas, independentemente do fim a que se destinam. Deste modo, os controlos são facilitados e não há necessidade de verificações diferenciadas por tipo de uso da água reutilizada. Esta abordagem é assim encarada como encorajadora para a disseminação da prática de reutilização, bem como para a promoção da salubridade em qualquer caso.

Na Itália, o uso de águas para reutilização na indústria, rega e usos urbanos é identificada para cada Região como parte da estratégia nacional de poupança no consumo de água. Os Planos de Proteção da Água regionais contêm factos, figuras, estratégias e planos futuros para a promoção da reutilização da água.

Como pode ser visto na figura 5, a aplicação de água para reutilização é diferente em diversas regiões da Itália. No norte e no centro da Itália, os principais usos são o uso industrial e agrícola, incluindo explorações especializadas, enquanto no sul do país, a reutilização de água destina-se principalmente à rega agrícola.

Nos últimos anos tem havido um interesse crescente na reutilização de água para rega paisagística, campos de golfe, etc.

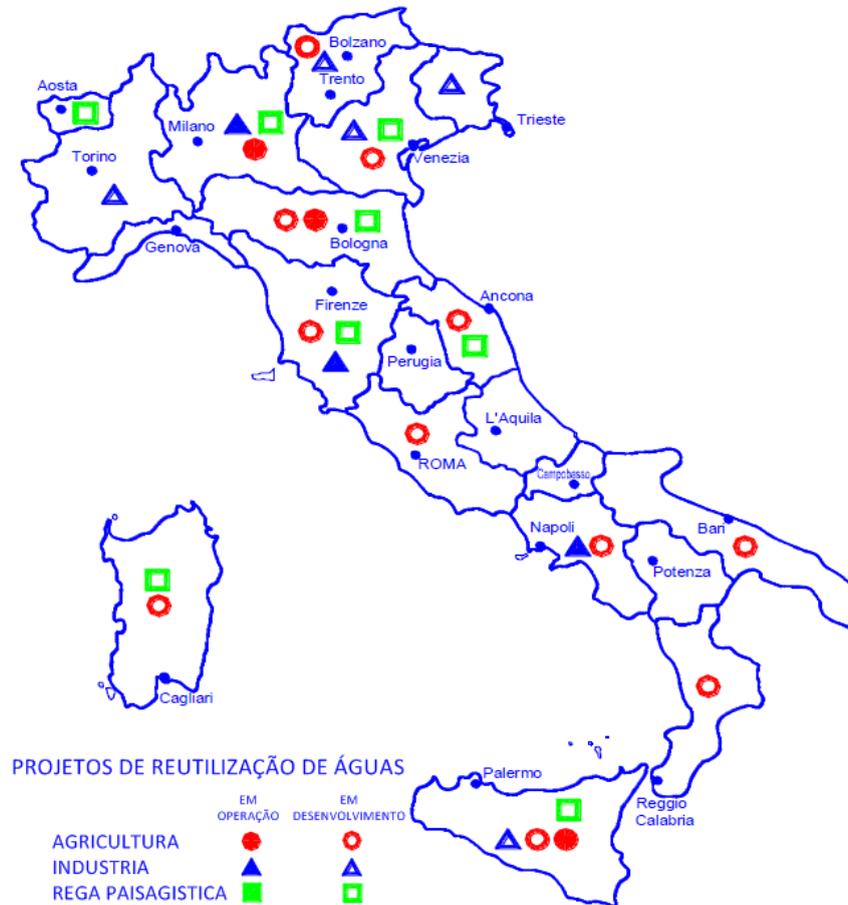


Figura 5 – Aplicação de Água para Reutilização em Itália em 2014 (Fonte: Universidade Catânia, prof CIRELLI)

Como pode ser observado na tabela 8, a Itália utiliza principalmente águas superficiais para rega, cerca de 70% comparativamente aos 30% de águas subterrâneas.

Na Itália, a área irrigável totaliza 3.892.202 ha, enquanto a área efetivamente regada é de 2.471.379 ha. Como recurso alternativo de água doce, a água para reutilização para rega agrícola pode representar 32% das necessidades de rega, constituindo como um dos maiores potenciais de aplicação para reutilização de água em todo o mundo (Global Water Intelligence 2015).

O volume total de água para reutilização utilizado na Itália, no ano de 2006, foi de 233 milhões de m³/ano (TYPISA, 2013).

Tabela 8 - Áreas equipadas para rega com águas subterrâneas ou superficiais na Itália (Fonte: FAO, 2017)

Província	Área equipada para rega (ha)		
	total	água subterrânea	água superficial
ABRUZZO	59 358	8 077	51 281
BASILICATA	80 640	17 529	63 111
CALABRIA	117 247	64 148	53 099
CAMPANIA	125 305	72 499	52 806
EMILIA-ROMAGNA	565 573	159 981	405 592
FRIULI-VENEZIA GIULIA	91 876	30 886	60 991
LAZIO	150 088	92 602	57 486
LIGURIA	11 391	2 707	8 684
LOMBARDIA	704 517	105 037	599 480
MARCHE	49 559	23 967	25 591
MOLISE	20 881	687	20 194
PIEMONTE	449 047	101 878	347 169
PUGLIA	389 617	308 116	81 501
SARDEGNA	165 707	49 937	115 770
SICILIA	209 035	101 725	107 310
TOSCANA	111 603	41 133	70 469
TRENTINO-ALTO ADIGE	61 774	15 610	46 164
UMBRIA	66 927	17 825	49 103
VALLE D'AOSTA	26 212	506	25 707
VENETO	435 845	70 931	364 914
total da Itália	3 892 202	1 285 783	2 606 419

Portugal

Em Portugal, o interesse na água para reutilização como origem alternativa de água tem vindo a crescer nos últimos anos, principalmente devido à ocorrência de secas, incluindo alguns períodos de seca severa. No entanto, a falta de regulamentação específica e o fácil acesso às águas subterrâneas tem comprometido a prática. Assim, para contrariar esta situação, está atualmente em curso a preparação de um diploma legal relativo à utilização de água para reutilização em diversos fins, o qual deverá entrar em vigor no próximo ano.

Ainda assim, foram desenvolvidos alguns projetos de reutilização de água, nomeadamente no Sul de Portugal, no Algarve, para rega agrícola, em particular de citrinos, de campos de golfe e para suporte de ecossistemas, com recurso a águas residuais tratadas. Outro exemplo de reutilização de água envolve uma simbiose agrícola/hortícola. Também no Algarve, estão a ser desenvolvidas várias pequenas produções hidropónicas de frutos vermelhos, geralmente com 1 a 2 ha estufas. A partir do processo de irrigação são produzidos cerca de 300 a 400 m³ de águas de escorrência por ano (dos quais 100 a 200 m³ são produzidos na estação seca). Estas águas são ricas em nutrientes podendo ser combinadas com outras origens de água (superficiais ou subterrâneas) para irrigar outras culturas nas áreas circundantes, tais como pomares de citrinos, romãzeiras ou sebes. Com essa simbiose, quase 15% do total das necessidades de rega, em julho, são alcançadas pelo reaproveitamento da água de escorrência de culturas hidropónicas. O consumo de fertilizantes químicos também é reduzido (aproximadamente 10-12% em P e N).

De acordo com a Lei Portuguesa atual, um projeto de reutilização de água necessita de uma licença emitida pela autoridade responsável pela água, a Agência Portuguesa do Ambiente, que envolve um parecer formal prévio das autoridades de saúde pública e agricultura para a irrigação de culturas agrícolas e apenas da autoridade de saúde pública para a irrigação de áreas verdes de uso público, como parques verdes ou campos recreativos e desportivos. As normas de qualidade exigidos em cada licença são atualmente definidas de acordo com as normas ISO e uma abordagem multibarreira é

aplicada para reduzir os riscos para a saúde pública e para o ambiente. Alguns exemplos de barreiras aplicadas são o tipo de sistema de irrigação, o horário de rega, a pós-desinfecção ou a distância às áreas residenciais. Sempre que se justifique é solicitada a monitorização das massas de água recetoras, subterrâneas ou superficiais.

Um dos melhores exemplos de um projeto de reutilização de água em Portugal é a rega de um campo de golfe e a manutenção de um ecossistema a partir de uma única estação de tratamento, denominada Albufeira Poente, com capacidade de tratamento para 140.000 e.p. Diariamente, uma média de 14.500 m³ de águas residuais tratadas a nível terciário são utilizadas para regar o campo de golfe e o caudal remanescente é usado para manter uma lagoa, classificada como paisagem protegida sob a diretiva habitats, que é uma importante área de nidificação e para proteção da avifauna. Outra boa prática foi a preparação de um espaço verde de uso público para um festival de música, “Rock in Rio 2018”, em Lisboa. Para garantir a segurança do público e dos trabalhadores, a irrigação da relva foi realizada poucas semanas antes do evento e somente durante o período noturno, para evitar o contato direto entre a água e as pessoas. A origem da água utilizada na reutilização foi uma estação de tratamento de águas residuais urbanas, denominada Beirolas, com um nível de tratamento mais avançado do que o secundário, nomeadamente a desinfecção por UV.

Malta

Como Malta é um dos países da UE que mais sofre de *stress* hídrico durante todo o ano, muitos recursos têm sido investidos em tecnologia para produção de água para reutilização, nomeadamente através da instalação em três estações de tratamento de águas residuais nas ilhas de Maltesas para o referido efeito. Atualmente, apenas uma estação de recuperação foi concessionada, esperando-se a concessão das outras duas nos próximos meses. A água para reutilização está a ser utilizada na irrigação do do setor agrícola. Uma rede de distribuição foi criada especificamente para distribuir esta água para as explorações agrícolas em toda a ilha. Vários pontos de distribuição encontram-se também disponíveis para os agricultores captarem água com autotanques. Um sistema de cartão pré-pago está em vigor para regular a distribuição da água. Como há menos exploração na captação de águas subterrâneas, poderá eventualmente registar-se uma melhoria geral desse recurso natural. Além disso, os agricultores beneficiariam de um abastecimento de água mais seguro, inclusive em épocas de seca, quando outras origens de água poderão não estar disponíveis.

Chipre

No Chipre, em termos governamentais considera-se a água residual tratada como um importante recurso. Esta política é implementada através da obrigatoriedade de realização de tratamento terciário para as águas residuais urbanas. A água para reutilização é utilizada na agricultura e somente durante o período de inverno, quando a procura de água para rega é limitada. As águas residuais tratadas a nível terciário remanescentes são rejeitadas para o mar.

Em relação às águas residuais urbanas tratadas em estações de tratamento que servem aglomerações menores ou iguais a 2.000 e.p., segundo dados de 2016 (figura 6), **51,4 %** das águas residuais tratadas são reutilizadas diretamente para rega; **16, 1%** para recarga dos aquíferos Ezousa e Akrotiri e posterior utilização para rega; **27,6 %** para infiltração no leito seco de Pediaios e no Rio Serrachis e **1,5%** na barragem de Polemidia (para irrigação). Apenas uma pequena quantidade de água residual tratada, durante o período de inverno, quando a procura para rega é limitada, é rejeitada para o mar e na albufeira de Athalassa.

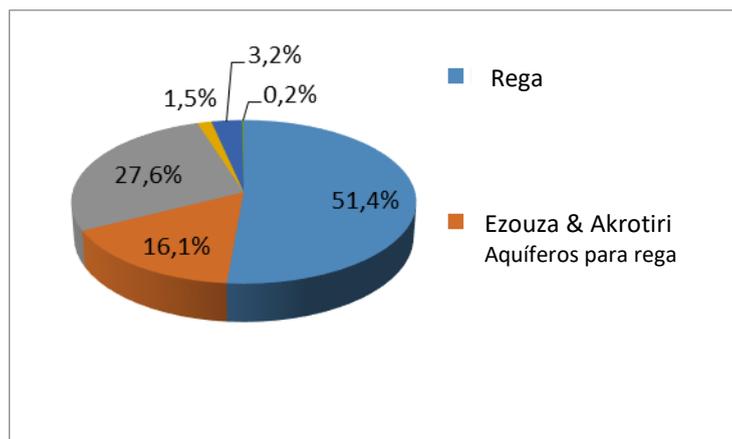


Figura 6 – Água tratada para reutilização em 2016

A água residual tratada é utilizada principalmente na rega e é adequada para a maioria das culturas, tais como alimentos para animais, oliveiras, árvores de citrinos, áreas verdes, etc. No Chipre, não é permitido o uso desta água para a rega de vegetais folhosos, morangos e bolbos e cônidos consumidos em cru, batata e beterraba.

A gestão das águas residuais tratadas é efetuada através de um sistema de licenciamento e inspeção de acordo com a Lei de Controlo da Poluição da Água, bem como os Regulamentos e Decretos Ministeriais relacionados. As licenças de descarga de águas residuais tratadas necessárias para a operação das estações de tratamento de águas residuais urbanas e para a gestão do efluente são emitidas pelo Ministro da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Ambiente.

Cada licença inclui condições específicas que dizem respeito a medidas que devem ser cumpridas pelo operador. De um modo geral, estas medidas incluem:

- método de descarga, quantidade, áreas, culturas irrigadas, etc.
- gestão de lamas;
- monitorização da quantidade e da qualidade do efluente e manutenção de registos;
- conformidade com requisitos de qualidade relevantes;
- envio de relatórios anuais;
- manutenção de registos.

O Departamento de Ambiente do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Ambiente é a autoridade responsável pela emissão de licenças de descarga de águas residuais. O Departamento de Ambiente, através da realização de ações de inspeção e relatórios anuais, assegura que as condições de licenciamento são cumpridas para garantir a proteção da água e do solo.

A Lei de Controlo da Poluição da Água, assim como os Regulamentos e Decretos Ministeriais relacionados estão publicados (em idioma grego) e disponíveis no *site* do Departamento de Ambiente <http://www.moa.gov.cy/environment>.

Lamas

No Chipre, a utilização de lamas provenientes de ETAR na agricultura é regulada pelas Leis de Controlo da Poluição da Água 2002-2013, pelo Regulamento de Controlo da Poluição da Água de 2002 (Nº 517/2002 - Uso de Lamas na Agricultura) e pelo Código de Boas Práticas Agrícolas (Decreto n.º 263/2007). Para além dos requisitos estabelecidos na Diretiva 86/278/CEE, a Lei de Controlo da Poluição exige o licenciamento das ETAR urbanas. A licença abrange condições relacionadas com a gestão de lamas, incluindo a respetiva utilização na agricultura. Além disso, o Código de Boas Práticas Agrícolas inclui requisitos adicionais, tais como: (1) Proibição do uso de lamas em áreas em que a qualidade das águas superficiais ou subterrâneas se pode deteriorar e em pastagens, 12 meses antes

da sua utilização; (2) diretrizes sobre o armazenamento de lamas e (3) fatores a serem considerados para determinar a quantidade de lama a ser aplicada.

Reino Unido

No Reino Unido existe um uso indireto não intencional significativo de água residual tratada. As águas residuais são utilizadas para manter o caudal dos rios e as captações efetuadas a partir desses cursos de água contribuem simultaneamente para as origens de água potável e não potável. Esta situação ocorre frequentemente nos principais rios e fornece volumes significativos de água para o abastecimento público.

No Reino Unido há muitos exemplos da utilização direta de água para reutilização não potável. A água é utilizada principalmente para rega de campos de golfe, parques e jardins, lavagem de viaturas automóveis, refrigeração, piscicultura e indústria. Mais de 40% da procura total de água no Reino Unido destina-se ao uso doméstico. Deste volume, cerca de 30% é utilizado em instalações sanitárias, para a descarga de autoclismos.

Atualmente, o Reino Unido apenas dispõe de um setor emergente na utilização de água para reutilização direta ou planeada, não existindo no entanto qualquer esquema regulatório específico para a prática. No entanto, a base de evidências dos esquemas de reutilização existentes é já substancial para justificar que os utilizadores de água no Reino Unido (empresas gestoras de água, agricultura e indústria) adotem a reutilização como uma opção viável para fazer face à crescente procura.

Langford, no sudeste da Inglaterra, é um dos poucos projetos de reutilização e a informação que se segue é essencialmente deste caso.

Exemplo no Reino Unido: Langford – Águas residuais tratadas de Chelmsford como um recurso

Em abril de 2000, a Essex & Suffolk Water (ESW) obtiveram licenças da Agência Ambiental para descarregar águas residuais tratadas no Rio Chelmer, em Scotch Marsh, Essex, e alterar o ponto de captação para beneficiar do uso de água extra. Acredita-se que este projeto seja o primeiro exemplo em larga escala no Reino Unido de reutilização indireta planeada, em que as águas residuais são deliberadamente reutilizadas como uma origem para produção de água potável.

A Anglian Water Services Chelmsford é proprietária e operadora da Sewage Treatment Works (CSTW). Esta empresa trata as águas residuais produzidas por cerca de 120.000 habitantes e tem um caudal, em tempo seco, de cerca de 30 Mdm³/d. O tratamento primário consiste numa decantação e o tratamento secundário biológico é composto por leitos percoladores e lamas ativadas. Os valores limite de emissão, a cumprir pela Anglian Water, são de 10 mg/L de azoto amoniacal, 20 mg/L de CBO₅ e 40 mg/L de sólidos suspensos.

Atualmente as águas residuais tratadas da CSTW drenam por um emissário subterrâneo, com uma extensão de 15 km paralelo ao Rio Chelmer, e são rejeitadas à maré perto de Beeleigh Weir (zona limítrofe da influência das marés). Este ponto localiza-se a cerca de 1000 m a jusante das captações para a Langford Water Treatment Works e para a estação de bombagem de água bruta para a albufeira de Hanningfield.

No âmbito do projeto de reutilização, a água residual é retirada do emissário para uma estação de tratamento adicional em Langford. A água para reutilização é então descarregada no Chelmer, a montante da captação da ESW, para aumentar o caudal do rio e reabastecer a albufeira de Hanningfield, que tem por finalidade o abastecimento público de água.

O sistema de tratamento adicional foi instalado pela Degremont, com um custo de 13 milhões de libras esterlinas, para uma aplicação planeada de águas residuais tratadas, recebidas de Chelmsford Sewage Treatment Works, para uso potável indireto. Durante os períodos de seca, os volumes representam até 70% da água bruta disponível no Rio Chelmer para captações de água potável e 8% dos recursos hídricos de Essex.

Outras especificidades do esquema poderão ser encontradas na literatura.

Turquia

O Ministério do Ambiente e Urbanismo é responsável pela proteção do abastecimento de água, aprovação e orientação dos projetos de proteção ambiental. O ministério tem a responsabilidade principal na seleção das tecnologias das estações de tratamento de águas residuais e respetiva implementação.

De acordo com o “Estatuto sobre o Controlo da Poluição da Água”, Uso de Águas Residuais Tratadas na Rega - Artigo 28, nas áreas com carência de rega e em que esta tenha um valor económico associado, é encorajada a utilização de águas residuais tratadas para este fim, proporcionando a qualidade da rega mencionada no Comunicado de Métodos Técnicos do Estatuto sobre o Controlo da Poluição da Água. Para alcance deste objetivo, os processos e investigações requeridas são realizados com base no Comunicado de Métodos Técnicos. A adequação de uma água residual para este tipo de uso é determinada por uma comissão composta pela Direção Provincial do Ambiente, pela Direção Provincial da Agricultura e Urbanismo e pela Direção Regional de Obras Públicas de Água.

Neste sentido, o “Estatuto sobre Tratamento de Águas Residuais Urbanas” foi publicado com o para a drenagem de águas urbanas e industriais específicas, tratamento e descarga, assim como a correspondente monitorização, reporte e controlo. No âmbito da utilização de águas residuais urbanas para a rega é também utilizado o “Comunicado de Métodos Técnicos para Estações de Tratamento de Águas Residuais”. Tendo em conta a proposta do Comité Consultivo, instituído pela Direção Regional das Obras Públicas de Água, pela Direção Provincial de Agricultura e pela Direção Provincial do Ambiente e Urbanismo, a autorização para a utilização de águas residuais tratadas na rega é concedida pelo Ministério do Ambiente e Urbanização ou pela Direção Provincial do Ambiente e Urbanismo, dentro do âmbito deste comunicado.

Na Turquia, a utilização de águas residuais tratadas está regulamentada através do “Comunicado de Métodos Técnicos para Estações de Tratamento de Águas Residuais” que entrou em vigor em 2010. Este inclui:

- a seleção de tecnologias para o tratamento de águas residuais;
- os critérios de conceção;
- a desinfeção de águas residuais tratadas,
- a reutilização;
- a descarga em mar profundo;
- a deposição de lamas.

O artigo 18 do Comunicado define que no uso de águas residuais tratadas existem alternativas para a utilização agrícola e industrial, recarga subterrânea, utilização em áreas de recreio e lazer, no combate a incêndios, reutilização em instalações sanitárias e recuperação como água potável direta. O requisito tecnológico para a reutilização de água está relacionado com os usos finais preconizados.

Se as águas residuais urbanas tratadas se destinarem à rega agrícola ou rega de espaços verdes é necessário efetuar uma desinfecção. Em situações de reutilização direta ou indireta são necessárias outras alternativas de tratamento, tais como tecnologias de membrana, carvão ativado e oxidação avançada. Os critérios da água de rega são apresentados no anexo 7 do Comunicado.

A Tabela 7.1 – “Classificação de águas residuais tratadas para reutilização para rega” no Anexo 7 do “Comunicado de Métodos Técnicos para Estações de Tratamento de Águas Residuais” foi adotada para a Legislação Turca, a partir das 'Guidelines for Water Reuse, 2004', preparada pela USEPA.

Holanda

A reutilização de água faz parte da legislação geral e, portanto, também faz parte das licenças ambientais. As empresas são, assim, obrigadas a utilizar as Melhores Técnicas Disponíveis (MTD), garantindo uma redução/minimização do respetivo impacto ambiental. Cabe individualmente às empresas investigarem (e investirem) as diversas possibilidades de reutilização de água.

Um exemplo são as indústrias da pasta e do papel onde, atualmente, 95% da água utilizada no processo de produção é tratada antes de ser devolvida ao ambiente, ou seja, às águas superficiais. Por outro lado, este setor está também a investigar a redução ou até mesmo a remoção total da água do processo de produção.

Para estimular a reutilização da água, há uma compensação fiscal através de um aumento dos impostos sobre a utilização de água subterrânea e de um incentivo sobre a utilização de água residual tratada.

Apesar destas medidas, atualmente os dois maiores setores nacionais, designadamente a agricultura e o armazenamento urbano de energia térmica, continuam a usar somente água subterrânea. Estes setores optam por esta solução devido a não haver escassez de água subterrânea, o que por si só é suficiente para não estimular a reutilização de água.

Um exemplo de reutilização de água na área da horticultura de Nieuw-Prinsenland.

Durante o processamento da beterraba sacarina, o efluente purificado da fábrica de açúcar adjacente é convertido em grandes volumes de água limpa (figura 7). O armazenamento e a recuperação do aquífero (ASR) na camada salobra do solo permitem dispor de água doce suficiente, sem necessidade do uso da área acima do nível do solo, podendo a mesma ser assim utilizada para horticultura, em vez da usual implantação de lagoas ou tanques de armazenamento.

As camadas do solo (composição hidrogeológica) são importantes para escolher o melhor local para armazenamento. É necessário:

- uma camada superior espessa e pouco permeável para proteção da água armazenada das atividades realizadas ao nível do solo.
- uma camada com boa drenagem (arenosa) de espessura superior a 10 metros, na qual serão colocados filtros descartáveis.
- uma concentração de sal relativamente baixa na água subterrânea original, a fim de evitar perdas extremas por subidas de nível e efeito de mistura.

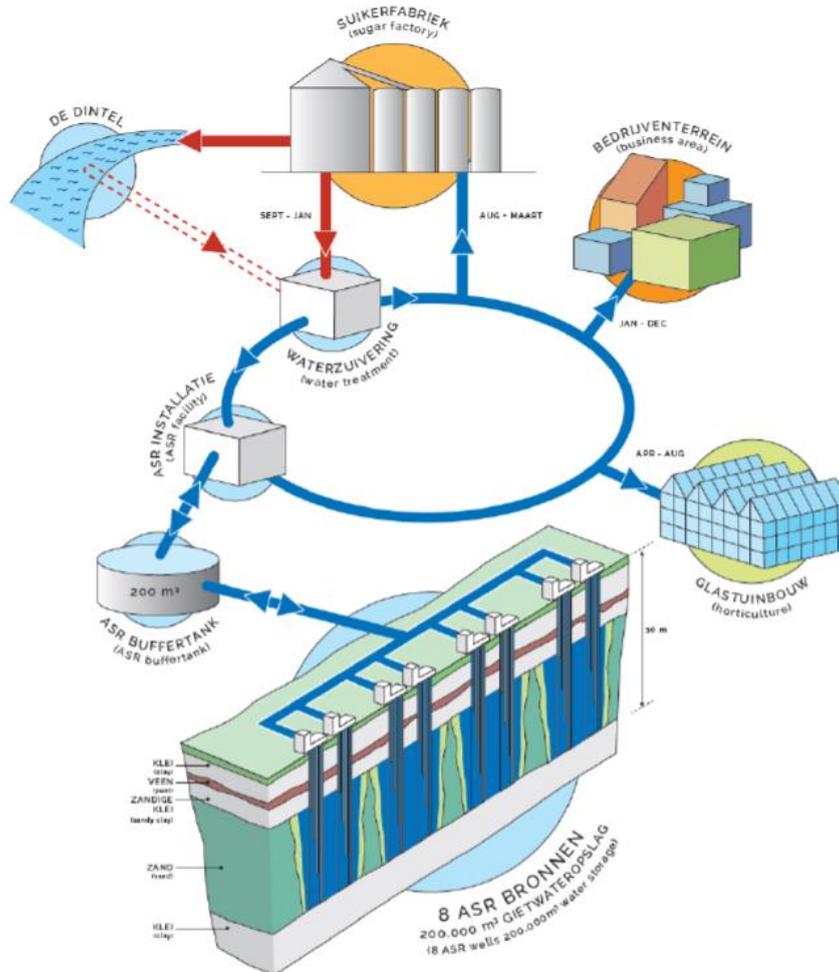


Figura 7 - Visão geral do sistema de água de Nieuw-Prinsenland para o fornecimento de água para reutilização para horticultura e indústria após armazenamento subterrâneo

Reciclagem de água das estufas, um exemplo de implementação da lei ambiental na horticultura

De acordo com a regra ambiental geral em horticultura, as empresas com estufas devem recolher e reciclar a respetiva água da condensação devido ao risco de poluição por pesticidas utilizados na exploração (figura 8). Assim, menor quantidade deste tipo de substâncias poderá ser usada e a água poderá ser reutilizada, sem necessidade tratamento adicional. A água pluvial também é coletada numa lagoa para posterior utilização nas estufas.



Figura 8 - Receção da água da condensação e da água de drenagem para reutilização como água de irrigação

Exemplo de reutilização de água na indústria galvânica

Na indústria galvânica são utilizados diferentes banhos após a galvanoplastia para limpeza do produto (figura 9). Poderão ocorrer poupanças de água através da utilização de uma sequência de banhos, nos quais o último contém a água mais limpa.



Figura 9 - Banhos de enxaguamento na indústria galvânica

Através da reciclagem da água de lavagem para a bacia anterior, a quantidade de água limpa a utilizar pode ser reduzida (figura 10). Uma vantagem adicional pode ser a diminuição de matérias-primas (produtos químicos) a serem adicionadas durante o processo.

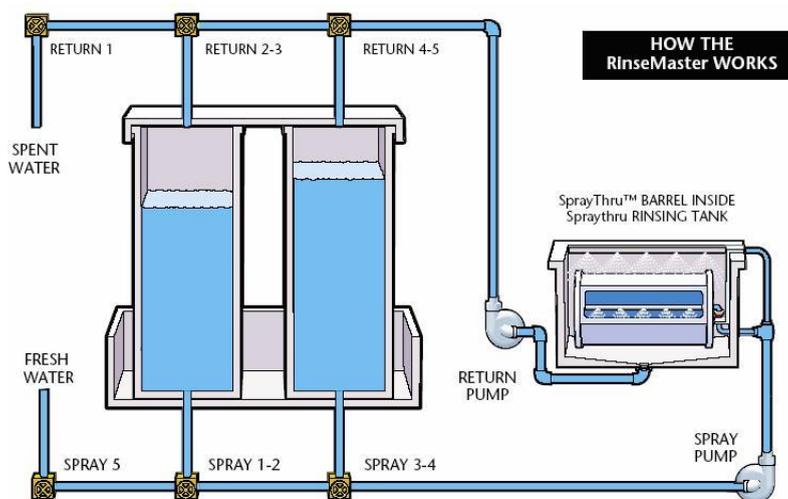


Figura 10 - O ciclo de reutilização de água

Tecnologias atuais / MTD

Itália

O termo "polimento/refinamento" ou "tratamento terciário" indica um estágio adicional a ser realizado após o tratamento primário (sedimentação primária) e o tratamento secundário (ou seja, arejamento e sedimentação secundária) numa estação de purificação, com o propósito de melhorar as características das águas residuais tratadas, com vista a um potencial uso.

As técnicas de polimento que podem ser utilizadas são direcionadas em particular para a remoção dos sólidos suspensos e para a redução da CBO₅. Os principais sistemas deste tipo de tratamento referem-se a:

- microfiltração;
- aplicação de filtros de areia lentos;
- aplicação de filtros de areia rápidos;
- aplicação de filtros de cascalho em tanques de sedimentação secundária;
- sistemas de adsorção por de carvão ativado.

Microfiltração

Em casos particulares, especialmente onde a área disponível constitui uma limitação, podem ser utilizados microfiltros, que consistem num cilindro que gira em torno de seu eixo com uma velocidade periférica de 0,5 m/s. Na superfície do mesmo é colocada uma película muito fina de aço inoxidável perfurado, em que a malha da rede pode variar até 170 furos/mm² e a carga hidráulica de superfície aplicada pode variar entre 3 e 10 m³/h por m². As partículas de lama, bloqueadas pela rede do microfiltro são removidas por jatos de água purificada e reciclada. O consumo de água de lavagem é de cerca de 5% do volume total de água tratada. A microfiltração permite obter um rendimento na remoção de sólidos suspensos entre 50-60%, na ordem de 20-30% para a CBO₅ e 20-30% para a remoção da carga bacteriana.

Filtração em areia (filtros de areia lentos)

Consistem na utilização de tanques colocados após decantação secundária, em que o interior da massa filtrante é constituído por uma camada de areia, com uma espessura de 50 cm a 1 m, com uma granulometria de 0,25-0,60 mm. Este meio assenta sobre uma camada de cascalho, com uma altura de aproximadamente 10 mm. Dentro do meio filtrante é colocada uma tubagem para circulação da água.

Os dois principais mecanismos depurativos envolvidos neste sistema de tratamento são:

- filtração de superfície, onde os sólidos suspensos são retidos na superfície da massa filtrante e, conseqüentemente, uma fração de substâncias orgânicas poluentes também é retida;
- oxidação, em que o material granular constitui um reator biológico, i.e., um suporte de superfície específico no qual as bactérias aeróbicas tendem a fixar-se e a desenvolver-se.

O arejamento ocorre por convecção devido ao deslocamento das camadas de água. O oxigénio também pode ser introduzido na camada porosa através de dutos de ventilação. A carga hidráulica de superfície aplicável é da ordem de 3-3,5 m³/m² por dia. A limpeza do meio filtrante tem de ser realizada com uma periodicidade de 15 a 30 dias. No entanto, os filtros lentos não estão isentos de desvantagens, nomeadamente por vezes ocorre a colmatação ou o congelamento durante o inverno. Por outro lado, podem requerer áreas de ocupação significativa, para o tratamento de grandes volumes de água.

Filtros de areia rápidos

Os filtros rápidos são caracterizados por taxas de filtração elevadas, entre 100-500 m³/m² d, correspondente a 4-20 m³/m² h, que permitem uma redução considerável da superfície requerida, uma flexibilidade de operação, bem como uma reduzida dimensão.

De acordo com a abordagem tradicional, um filtro rápido consiste numa ou mais camadas de material granular, suportadas por um fundo de drenagem, atravessadas de cima para baixo pelo fluxo de água a ser filtrado. O fundo de drenagem executa três funções, nomeadamente, impedir a passagem de areia com água filtrada, distribuir uniformemente o fluxo durante a filtração e distribuir a água durante a lavagem.

A filtração é realizada com um processo descontínuo cíclico. O filtro é mantido em operação até que as perdas de pressão devido à acumulação de impurezas se tornem excessivamente altas. Nesta fase o material filtrante deve ser "lavado", em contracorrente, por um fluxo substancial de água (ou mistura de água e ar) durante cerca de 15-20 min. O material filtrante deve ser de natureza silicosa, para resistir às fricções criadas na lavagem.

Para aumento da eficiência de filtração pode executar-se adicionalmente uma floculação, com recurso a reagentes químicos coagulantes como sais minerais metálicos ou polieletrólitos, e.g., sulfato de alumínio, sulfato ferroso e férrico, cloreto férrico e policloreto de alumínio. Estes produtos executam uma ação desestabilizadora devido à carga eletropositiva do catião metálico, capaz de anular a carga eletronegativa das partículas coloidais suspensas.

O tratamento químico coagulação-filtração, comparado com uma filtração simples, permite obter um maior rendimento, com uma remoção da carga bacteriana que poderá ascender até 90%.

Filtros de cascalho em tanques de sedimentação secundária

Esta opção é utilizada para melhorar o rendimento na remoção de sólidos suspensos durante a decantação secundária. Neste processo, a água, antes de deixar o tanque de sedimentação, é forçada a passar com um fluxo ascendente através de uma camada de cascalho suportada por uma grelha metálica constituída por uma malha com uma abertura de cerca de 4 mm. Os rendimentos na remoção de sólidos suspensos são da ordem de 50%.

A limpeza periódica é realizada pela redução do nível de líquido do tanque e uma lavagem com um jato de água limpa em contracorrente.

Sistemas de carvão ativado

Através do uso de filtros convencionais não é possível a eliminação de micro poluentes, tais como inseticidas, pesticidas, metais pesados ou outras substâncias tóxicas. O uso carvão ativado nos processos físicos permite aumentar substancialmente a área "ativa" de contato gerando fenómenos de atração superficial, que se traduzem na captura das partículas dos poluentes acima mencionados por adsorção.

No mercado existem dois tipos de carvão ativado disponíveis, designadamente em pó e granulado. O carvão ativado em pó pode ser adicionado a montante da filtração final, ou a montante ou a jusante do tanque de oxidação, onde as substâncias inibidoras dos processos biológicos são adsorvidas.

No primeiro caso, o carvão ativado permanece bloqueado na superfície do filtro e durante a lavagem, em contracorrente, é devolvido a montante do tratamento químico, de modo a esgotar a sua capacidade de purificação antes de ser eliminado. No segundo caso, o carvão ativado é eliminado durante a fase de sedimentação.

O carvão ativado em pó apesar de disponível, pode ser difícil de encontrar no mercado e apresenta como desvantagem o facto de poder ser recuperado, nem regenerado.

O carvão ativado granulado é adequado para sistemas acima de 100.000 e.p. e é normalmente colocado em estruturas metálicas de "pressão", semelhantes às utilizadas para os filtros de areia, com uma altura de cerca de 5 m, considerando uma margem livre de 10% para permitir uma expansão da massa filtrante durante a lavagem. Os tempos de contato necessários para a adsorção de poluentes rondam os 15-30 min, com velocidade de atravessamento de 4-10 m/h. É aconselhável que a filtração por carvão ativado seja sempre antecedida por uma filtração rápida em areia, para retenção de sólidos suspensos, devido a estes poderem causar uma rápida diminuição das propriedades de adsorção, o que poderia traduzir-se numa rápida "inativação" do carvão. Além disso, nos casos em que o uso da cal é adotado nos processos de purificação, a filtração por areia colocada a montante do carvão ativado, permite a precipitação do carbonato de cálcio nos grânulos de areia, não afetando a capacidade de adsorção do carbono.

Contrariamente ao carvão ativado em pó, a forma granulada pode ser facilmente regenerada com tratamentos térmicos, por aquecimento dos próprios grânulos a alta temperatura, em fornos especiais que causam a "desorção", ou seja, a separação do carvão ativado das substâncias orgânicas previamente retidas.

Portugal

Normalmente, a maioria dos atuais projetos envolve a fase de desinfecção para produzir água com qualidade para o uso pretendido. Os métodos de desinfecção mais usuais são a radiação UV que geralmente inclui uma etapa prévia de filtração, do tipo filtração de areia ou microfiltração. Quando justificado, uma etapa de pós-cloragem é aplicada para evitar recontaminação e/ou recrescimento bacteriano nos sistemas de distribuição.

O uso de cloro para desinfecção primária não é recomendado em Portugal devido ao risco de ocorrência de subprodutos de desinfecção, como por exemplo trihalometanos.

Nos novos projetos em desenvolvimento começam a testar-se novas tecnologias, tais como membranas de ultrafiltração. No caso de pequenos projetos, que usam alguns efluentes industriais para produzir água para uso interno, é também utilizada a osmose inversa.

Malta

Uma nova água passou a ser produzida a partir do polimento das águas residuais tratadas que até então eram apenas tratadas para obtenção de uma qualidade equivalente a água balnear, com vista à posterior rejeição no mar. O processo atual envolve três etapas que compreendem a: (i) ultrafiltração (ii) osmose inversa (iii) oxidação avançada e tratamento por UV. O processo envolve ainda a adição de cal, antes da distribuição da água, para aumentar o respetivo nível de mineralização.



Chipre

Quase todas as estações de tratamento de águas residuais urbanas estão equipadas com tratamento de nível terciário, constituído por filtrações de areia e cloragem, de modo a alcançar uma água para reutilização com uma qualidade compatível com a rega agrícola. Algumas estações mais recentes estão equipadas com tecnologias mais avançadas, tais como bioreatores de membranas e desinfecção por UV.

A tabela seguinte apresenta as tecnologias de tratamento e o tipo de desinfecção aplicado nas ETAR que servem os grandes centros urbanos:

Tabela 9 - Tecnologias de Tratamento aplicadas em grandes estações de tratamento de águas residuais urbanas

a/a	ETAR	Tecnologia de Tratamento	Tipo de desinfecção
1	Anthoupoli	Tratamento terciário (Bioreator de membranas)	Desinfecção UV
2	Vathia Gonia (WDD)	Tratamento terciário (Lamas ativadas - Filtros de Areia)	Cloragem (hipoclorito de sódio líquido)
3	Vathia Gonia (SBN)	Tratamento terciário (Bioreator de membranas)	Desinfecção UV
4	Paralimni - Ayia Napa	Tratamento terciário (Lamas ativadas - Filtros de Areia)	Cloragem (hipoclorito de sódio líquido)
5	Paphos	Tratamento terciário (Lamas ativadas - Filtros de Areia)	Cloragem (hipoclorito de sódio líquido)
6	Limassol	Tratamento terciário (Lamas ativadas - Filtros de Areia)	Cloragem (hipoclorito de sódio e geradores de cloro <i>in loco</i>)
7	Larnaca	Tratamento terciário (Lamas ativadas - Filtros de Areia)	Cloragem (hipoclorito de sódio e geradores de cloro <i>in loco</i>)
8	Mia Milia	Tratamento terciário (Bioreator de membranas)	Desinfecção UV

As ETAR rurais utilizam principalmente tratamento terciário (lamas ativadas, filtração de areia e cloragem).

Lamas

O tratamento das lamas é efetuado com recurso a tecnologias de tratamento convencionais. Especificamente, a lama que é utilizada como fertilizante na agricultura é produzida maioritariamente a partir de quatro grandes ETAR urbanas, sendo utilizadas as seguintes tecnologias de tratamento:

- Espessamento, digestores anaeróbios em condições hemofílicas a uma temperatura de 35 °C e tempo de retenção não inferior a 18 dias, para produção de lamas estabilizadas, seguido de desidratação mecânica com centrifugação. Por fim, a lama desidratada é transferida para leitos de secagem convencionais.
- Espessamento, digestão aeróbia ou digestão anaeróbia mesofílica seguida de desidratação mecânica usando filtro prensa ou centrífuga. A lama desidratada é transferida para a estação de secagem solar de lamas.
- Espessamento, seguido de desidratação mecânica com centrifugação. A lama desidratada é transferida para a estação de secagem solar de lamas.
- Espessamento, digestão aeróbia por um tempo de retenção de 20 dias garantindo assim a estabilização das lamas. A lama estabilizada com a adição de polieletrólito na linha é posteriormente desidratada em duas centrífugas. A lama desidratada é armazenada em leitos de secagem rígidos e drenados antes de ser espalhada na terra como um condicionador de solo/fertilizante.

Reino Unido

Langford

A etapa inicial é uma decantação primária e o tratamento secundário consiste num sistema biológico de lamas ativadas e filtração por leitos percoladores. O tratamento adicional envolve:

- remoção de fosfatos num decantador de lamelas DensaDeg de alto rendimento, utilizando sulfato férrico e polieletrólito, com uma velocidade de fluxo ascendente de 25 m/h. A lama é posteriormente desidratada e depositada em aterros sanitários;
- remoção de nitrato em filtros Biofor desnitrificantes (filtros DN) onde bactérias anaeróbias convertem o nitrato em azoto gasoso, utilizando o metanol como fonte de carbono;
- remoção de amónia em filtros Biofor nitrificantes (filtros N) sob arejamento. A elevada carência biológica de oxigénio da etapa anterior é também reduzida. As lamas biológicas são transportadas para a AWS, para tratamento;
- redução dos níveis de Compostos Disruptivos Endócrinos (EDC) por adsorção em carvão ativado em pó, adicionado na etapa de remoção de fosfatos;
- remoção de microrganismos patogénicos por desinfecção com radiação UV. Esse processo foi testado com sucesso entre julho de 1997 e dezembro de 1998, quando as águas residuais tratadas e desinfetadas de Chelmsford foram bombeadas para o reservatório de Hanningfield durante um período de seca severa.

Processo avançado de tratamento em Langford:

- remoção química de fósforo;
- desnitrificação biológica;
- nitrificação biológica;
- desinfecção por UV;
- osmose inversa.

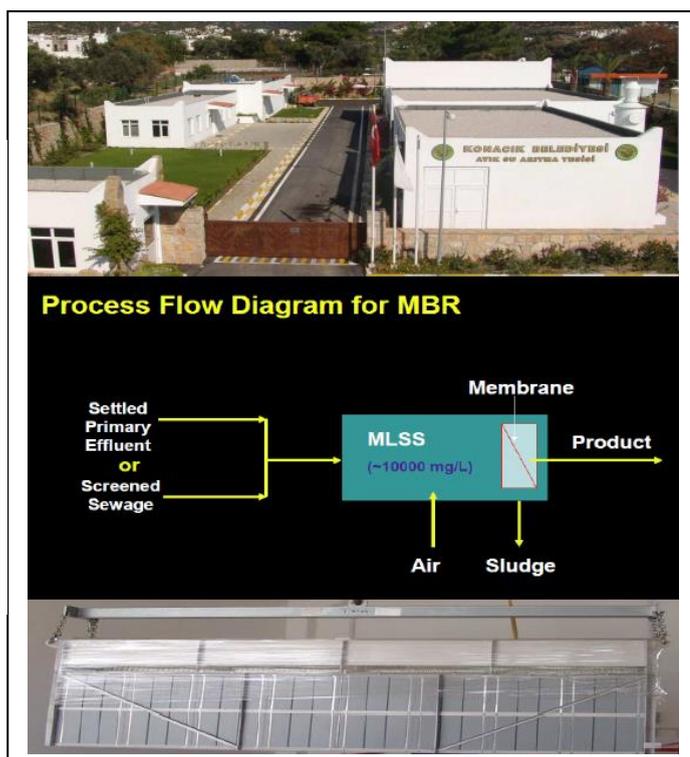
O processo biológico não pode ser "ligado" de forma instantânea, sendo normalmente, o sistema acionado em Abril através de curvas de controlo (sendo necessária água quente para o efeito). Uma

vez estabelecida a biomassa biológica, esta pode funcionar continuamente (por exemplo, de abril a novembro).

Turquia

Na Turquia, na região do Mar Egeu-Mediterrâneo, onde os investimentos e a construção turística são elevados, as águas residuais tratadas são utilizados para rega de parques e jardins e armazenadas em tanques de estabilização para fins agrícolas. Seguidamente apresenta-se um exemplo de aplicação de bioreatores de mebranas no tratamento de águas residuais, no Município de Konacik (cidade de Muğla):

- ✓ A estação de tratamento de águas residuais domésticas localizada em Konacik de Bodrum foi uma das primeiras a utilizar a tecnologia de membranas para tratamento de águas residuais na Turquia
- ✓ As águas para reutilização são utilizadas para rega de parques e jardins e para a lavagem de viaturas automóveis



Holanda

A MTD consiste simultaneamente na aplicação de medidas para redução da quantidade de águas residuais produzidas e para tratamento das mesmas.

Exemplos de redução na produção de águas residuais:

- reutilização da água de uma etapa anterior para outro processo que não requeira água potável, como por exemplo, a lavagem de viaturas de recolha de resíduos sólidos urbanos.
- redução das etapas onde é adicionada água ao processo de produção, como atualmente tem vindo a ser investigado pela indústria da pasta e do papel.

Exemplos de tratamento de águas residuais com vista à sua reutilização:

- unidade de flotação com ar dissolvido / DAF-Unit
- precipitação
- estabilização-Neutralização-Desidratação
- microfiltração

- nanofiltração

Passos no tratamento de águas residuais urbanas e industriais

As etapas gerais de tratamento de águas residuais urbanas e industriais, numa instalação de tratamento comum, são descritas abaixo.

Primeira etapa:

- gradagem para remoção de materiais tais como papel higiénico, madeira, etc.;
- remoção de areias;
- decantação primária para deposição da matéria orgânica.

Segunda etapa:

- tratamento anaeróbio com lamas ativadas;
- tratamento aeróbio com ar dissolvido.

Terceira etapa:

- remoção de fosfato e azoto.

A quarta etapa ainda não é de aplicação generalizada na Holanda e os respetivos tratamentos de águas residuais podem envolver:

- filtração por areia;
- ozonização;
- Ultrafiltração;

Esta última etapa pode ainda ser utilizada para remoção de resíduos de medicamentos, hormonas e germes, uma vez que é reconhecido que este tipo de compostos apresenta uma preocupação crescente associada à rejeição das águas residuais tratadas. Atualmente a obrigação de realizar esta última etapa de tratamento, com recurso a carvão ativado, está em discussão.

Outros aspetos no tratamento de águas residuais

As lamas produzidas em diversas ETAR são recolhidas. O biogás libertado pela fermentação das lamas é utilizado para produzir energia, sendo geralmente convertido em eletricidade, através do uso de um motor de biogás. Na ETAR de Amersfoort são ainda extraídos fertilizantes das lamas.

Na Holanda não é permitido o uso de lama da ETAR sem tratamento na agricultura.

Práticas de reutilização de água

Itália

Os principais desafios dos serviços de água italianos são, essencialmente, o aumento do nível de atendimento (na Itália 4 em cada 10 pessoas não estão ligadas a uma estação de tratamento de águas residuais) e a utilização de águas residuais tratadas, desenvolvimento dos sistemas de dessalinização, que atualmente apenas fornecem 0,1% de água potável utilizada no país, e aumentar o investimento na rede de água para 80€ *per capita* por ano, o qual atualmente apenas atinge um valor de 32€.

Um sistema de reutilização de água terá certamente repercussões económicas positivas, sendo a Itália um dos países europeus com maior potencial para o respetivo desenvolvimento. No entanto, este ainda não é ainda devidamente explorado, em particular devido à falta de estações de tratamento industriais para a “purificação” da água e à ausência de mecanismos de gestão a “nova água” produzida.

Não obstante, existem alguns exemplos de utilização de águas residuais na Itália, tanto para rega como para fins industriais. Uma visão geral evidencia diferenças claras entre as diversas regiões, sendo que, a utilização de águas residuais para rega ou em processos industriais tem ocorrido quase exclusivamente em situações de "emergência hídrica", que podem ser classificadas em dois grupos:

- indisponibilidade de água (principalmente nas regiões do sul);
- elevada procura de água em determinadas áreas do território decorrente da existência de agricultura intensiva.

Só nos últimos anos se começou a planear o uso de águas residuais com uma visão mais ampla, tendo em conta as vantagens indiretas dessa prática, tais como:

- o benefício ambiental da "não rejeição";
- a possibilidade de não utilizar águas com uma qualidade superior, especialmente águas subterrâneas para fins menos nobres.

Barreiras à implementação da prática de reutilização de água

Os problemas relacionados com a utilização de águas residuais tratadas são:

- infraestruturais: as dificuldades técnicas na transferência de recursos hídricos parecem ser uma das principais razões para a não reutilização;
- económicos: os custos significativos necessários para produzir água para reutilização e os baixos custos dos recursos hídricos convencionais disponíveis para a irrigação constituem uma das causas da utilização limitada da prática de reutilização em Itália;
- agronómicos: a composição iónica água residual tratada poderá não ser adequada às características dos solos agrícolas (em termos de teores de sódio, cálcio, magnésio, sulfatos, cloretos, etc.), devendo os efeitos sobre as características físicas, hidráulicas e químicas do solo serem avaliados em relação aos efeitos sobre as culturas;
- sanitários: o potencial microbiológico da água residual tratada, uma vez que poderão haver algumas limitações nos processos de tratamento estão mais relacionadas com os parâmetros bacteriológicos. O maior risco deste tipo de águas poderá estar relacionado com a presença de bactérias, vírus e parasitas.

Entre os principais problemas para a utilização de águas residuais urbanas tratadas na agricultura estão:

- a falta de redes de distribuição e consórcios para a rega que impossibilitam a utilização de águas residuais, apesar do possível controlo da qualidade das mesmas;
- valores de salinidade nem sempre apropriados para alguns tipos de solo, para os quais deverá ser realizado um estudo prévio pedológico e agronómico para possibilitar a irrigação com estas águas.

Acima de tudo, as características relacionadas com a quantidade e qualidade de sais (sem prejuízo de outras condições) poderão colocar sérios limites à utilização das águas residuais tratadas.

Uma água residual urbana apresenta valores médios de condutividade elétrica (com flutuações sazonais) que rondam os 2550 a 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores de Razão de Adsorção de Sódio (SAR) entre 3 e 12, um pH entre 5,5 a 9,5 e a possibilidade real da presença de metais pesados (como Cr, Pb, etc.). Mediante estas condições, a utilização de águas residuais é impensável sem a ocorrência de duas condições essenciais:

- a obtenção de um certificado de adequação para a sua utilização na rega, o qual só poderá ser emitido na presença de uma monitorização robusta e contínua da água para reutilização;
- a realização de um estudo aprofundado sobre a utilização de águas residuais tendo em consideração alguns fatores essenciais, tais como a natureza dos solos e características termoplúviométricas, as características das culturas agrícolas (plantas de folhas largas, arbustos, árvores, etc.);

- Na Itália, ao contrário de outros países da UE, a legislação que permite a utilização de águas residuais urbanas e lamas difere de região para região, com sérias divergências do ponto de vista logístico e de processo industrial.

As tecnologias de tratamento atualmente disponíveis são capazes de produzir uma água de elevada qualidade, que pode ser utilizada para qualquer fim, desde que economicamente viável. Para a reutilização de água em pleno será fundamental avaliar o sistema de infraestruturas existentes ou necessários para planeamento das intervenções no setor, com vista à obtenção de uma visão global dos sistemas de tratamento existentes (tipo de tratamentos utilizados) e das as infraestruturas de adução e distribuição a serem implementados, para uso deste recurso alternativo, tendo em conta os potenciais utilizadores, órgãos de decisão e, de forma mais geral, a opinião pública.

Portugal

Portugal está atualmente a preparar um novo diploma legal para regulamentar a utilização de águas residuais tratadas para diversos fins, produzidas a partir de águas residuais domésticas, urbanas ou industriais. Simultaneamente, está a ser preparada uma nova estratégia de governança para a promoção do uso de água para reutilização. Além disso, encontra-se também em elaboração uma guia para clarificar todo o procedimento administrativo (processo de licenciamento) e as questões técnicas relacionadas com a conceção do projeto, incluindo as metodologias de avaliação do risco, a escolha dos níveis de tratamento adequados e os planos de monitorização das águas para reutilização e para o ambiente (por exemplo, águas subterrâneas ou superficiais).

Deste modo, espera-se que a nova estratégia de governança, que promoverá uma abordagem holística desde o recetor (público e ambiente) até ao ponto de aplicação de água reutilizada, aumente a perceção positiva sobre a reutilização de água e, conseqüentemente, aumente a reutilização de água para vários fins não potáveis.

Barreiras à implementação da prática de reutilização de água

A principal barreira a ser superada é a perceção negativa sobre a “utilização de águas residuais”, que precisa ser combatida por campanhas educacionais robustas e resultados positivos de projetos reais, que possibilitem demonstrar com eficácia que é possível tratar águas residuais, com elevados níveis de segurança⁶, que seria “um desperdício não usá-la”. Outra das principais barreiras são as questões de planeamento territorial, ou seja, a distância entre as estações de tratamento e o local de utilização desta água, a qual pode ser ultrapassada através de uma estratégia de planeamento, que permita escolher os projetos mais robustos através do cruzamento entre os sistemas de tratamento mais fiáveis com os locais de aplicação mais adequados. Finalmente, as barreiras económicas que estão relacionadas com o baixo preço das águas naturais, de origem superficial ou subterrânea, em comparação com a água residual tratada. Estas barreiras serão abordadas na nova estratégia de governança.

Malta

A água para reutilização pode ser utilizada para rega de culturas destinadas ao consumo humano e pecuário, de culturas não alimentares e espaços verdes de uso público. Essa água também poderá ser utilizada na indústria, desde que não exista contato direto com alimentos, produtos farmacêuticos ou de cosmética, em estações de lavagem de viaturas automóveis, torres de arrefecimento, caldeiras e, eventualmente, em lavandarias.

⁶ Incluindo nível de qualidade e medidas de minimização para reduzir o risco global para a saúde pública e para o ambiente.

Barreiras à implementação da prática de reutilização de água

- percepção pública que pode gerar medo dos perigos de consumir alimentos irrigados com água para reutilização;
- viabilidade económica geral que permita ao gestor da estação de tratamento recuperar custos e, posteriormente, perspetivar lucro.

Chipre

O Governo do Chipre decidiu que as águas residuais tratadas produzidas nas ETAR urbanas de Limassol passassem a ser reutilizadas para a recarga do aquífero Akrotiri, através da utilização de tanques de recarga. A água será posteriormente captada, através de furos de captação, e utilizada para fins agrícolas. No futuro, de acordo com o cronograma de construção do sistema de drenagem de águas residuais, é, teoricamente expectável, tratar nas ETAR de Limassol, aproximadamente, 19 milhões de metros cúbicos por ano.

Para a recarga do aquífero foi elaborado um modelo matemático hidráulico, que simula a água e a dispersão de poluentes no meio com base em substâncias conservantes, tais como o cloro, para avaliar o movimento da água recarregada e dos poluentes no aquífero local, a partir do funcionamento das lagoas de recarga. Uma ampla gama de parâmetros e dados foram utilizados para a criação do modelo hidráulico, tais como níveis de água subterrânea, testes de bombagem, testes de qualidade da água, localização de pontos de captação, volumes de extração de água, profundidade do aquífero, dados geológicos e volumes de água de recarga. Foi igualmente efetuada a avaliação de diversos cenários hidráulicos.

Os resultados do modelo hidráulico e os cálculos produzidos durante a elaboração do “Estudo de Impacto Ambiental para a recarga do aquífero Akrotiri com água reutilizada produzida no Sistema de águas residuais Limassol-Amathus utilizando lagoas de recarga” indicaram que:

- a quantidade de água a extrair poderá ser quase igual à quantidade de água de recarga, sem criar qualquer impacto negativo com a intrusão de água do mar no aquífero ou quaisquer efeitos negativos para os ecossistemas de Akrotiri.;
- o ambiente marinho não será afetado pela descarga de águas residuais tratadas na região;
- o aquífero, de forma geral, mostra uma melhoria em alguns parâmetros químicos.

A água residual tratada produzida na estação de tratamento de águas residuais de Lemesos – Amathounta, em Moni, já está a ser utilizada para a recarga do aquífero Akrotiri.

No Chipre também se aplica um esquema de recarga de aquíferos em que a água reutilizada recarrega o aquífero do Ezousa, através de lagoas superficiais especialmente construídas. A água, após uma purificação natural, é utilizada para rega. A captação é realizada de forma controlada para que o tempo de retenção no aquífero seja maximizado.

Barreiras à implementação da prática de reutilização de água

A utilização de águas residuais tratadas é uma prática de um modo geral aceite no Chipre. Com o objetivo de aumentar a reutilização foram desenvolvidas normas juridicamente vinculativas. A qualidade da água para reutilização foi estabelecida com base nos produtos que serão irrigados. Por esse motivo, as normas determinam que:

- vegetais comidos crus não podem ser regados com águas residuais tratadas;
- nem todos os tipos de sistemas de rega são permitidos para evitar o contato direto da água reutilizada com os produtos.

Inicialmente, os custos associados constituíram uma das principais barreiras, nomeadamente o preço da água, o que determinou a atribuição de subsídios substanciais ao fornecimento de água para reutilização, de modo a incentivar uma aceitação mais ampla.

A infraestrutura de reutilização de água é planeada e construída pelo governo. A decisão sobre a localização de uma estação de tratamento de águas residuais, entre outros parâmetros, tem em conta a existência agricultura na área, para minimizar a extensão das redes e o consumo de energia necessário para distribuição da água reutilizada.

Reino Unido

As entidades reguladoras apoiam e incentivam as empresas gestoras de água a considerar a reutilização indireta de águas residuais, como uma opção para aumentar o abastecimento público, onde se preveja um défice no fornecimento de água.

Existem vários esquemas de reutilização de efluentes propostos no atual conjunto de projetos de planos de gestão de recursos hídricos (ver a tabela seguinte), sendo mais provável a adoção de projetos que promovam os usos indiretos.

Tabela: Informação chave sobre reutilização (2020-2045)

Ref. Map	Empresa	Sistema de produção de água para reutilização	Benefício ao abastecimento (Ml/d)	Custos de construção (milhões £)	Tempo de entrega (anos)	Data prevista de entrega
1	ANH	Pyewipe	20	294	3	2025
2	SRN	Slowhill Copse	9	37	3	2027
3	SRN	Sandown	9	17	4	2027
4	SRN	Ford	20	42	7	2027
5	SRN*	Peacehaven	20	63	6	2027
6	SEW*	Peacehaven	25	121	8	2028
7	TMS	Teddington	268	1566	8	2030
8	ANH	Colchester	15	301	3	2030
9	SRN	Eccles Lakes	18	19	2	2035
10	SEW	Aylesford	9	36	8	2038
11	SEW	Weatherlees	15	78	8	2045

* A estação de tratamento de Peacehaven proposta é uma parceria entre a SRN e a SEW

Projetos a iniciarem entre 2020-25

Barreiras à implementação da prática de reutilização de água

Saúde pública: Há preocupações sobre os riscos indiretos para a saúde decorrentes do uso da água residual tratada para rega de culturas destinadas ao consumo humano, devido ao risco de ingestão, pelos consumidores de microrganismos patogénicos ou outros agentes biológicos e químicos.

Ambiente: A reutilização de água tem potencial para causar um impacto negativo no ambiente, se o projeto não for devidamente avaliado e a operação do sistema não for bem gerida após a sua implementação. Caso o esquema de tratamento não seja bem avaliado e os seus impactos mitigados, as mudanças na qualidade da água e no caudal dos rios podem causar impactos na ecologia, na pesca, na navegação e na água disponível para outros usos. Em alguns casos, as águas residuais tratadas representam uma proporção significativa do caudal dos rios e nesses locais, a reutilização de água pode ter impactos particularmente significativos.

Percepção: Há uma associação negativa entre a reutilização de água e a preocupação com a saúde pública. Existe uma percepção pública de que a água para reutilização é menos limpa que a água de outras origens. Essa percepção pode também afetar o sucesso das propostas e ensaios de reutilização. No Reino Unido, a experiência em projetos de reutilização temporária como resposta à significativa escassez de água ficou envolta em controvérsia pela percepção pública e pela ausência de quaisquer antecedentes, o que motivou a mudança para projetos de uso indireto.

Regulamento: Atualmente não existem regulamentos para a reutilização de água do Reino Unido. A legislação atual poderia restringir projetos de reutilização, mas novas regulamentações também podem parecer onerosas em relação à extensão da atividade neste país.

Propriedade: Esquemas indiretos de reutilização potável (IPR) envolvem inevitavelmente um estágio no qual a água para reutilização é devolvida ao ambiente antes de ser recuperada. No entanto, quando a água é libertada no ambiente, podem surgir questões quanto à sua dominialidade.

Custos de carbono e de projeto: As emissões de carbono e de gases com efeito estufa tendem a ser maiores na reutilização de água do que noutras opções para o abastecimento de água, em particular devido à inclusão de uma etapa de osmose inversa que é frequentemente utilizado para tratar águas residuais a um nível avançado. Este equipamento trata a água a um nível de qualidade elevado, mas consome muita energia e, portanto, pode ser dispendioso e resultar na emissão de grandes quantidades de carbono. Os custos elevados de carbono influenciam a avaliação das várias opções, nomeadamente em termos financeiros, ambientais e sociais. Por esta razão, a reutilização de água, pode ser mais adequada para atender à procura em situações pontuais de escassez, de curto prazo, para suportar outras origens de abastecimento de água, em particular quando um tratamento por osmose inversa é requerido.

Holanda

Na Holanda, a perceção para a utilização de águas residuais, em particular de origem urbana, está a aumentar devido ao plano de ação para a economia circular. Nos Países Baixos, os conselhos de órgãos governamentais, envolvidos com a água, têm vindo a trabalhar em conjunto na investigação para recuperação de determinados constituintes das águas residuais urbanas.

Assim, a reutilização de água concentra-se na recuperação e uso de diferentes componentes dos efluentes urbanos, tais como:

- celulose para papel;
- fosfatos para uso em fertilizantes;
- proteínas para uso em alimentos, e.g., para animais de estimação (ainda não permitido até à data);
- produção de energia a partir de lamas;
- uso de materiais brutos em novos produtos.

Todos os Conselhos da Água na Holanda estão a investigar formas de recuperar determinados componentes das águas residuais urbanas, apesar da utilização da maioria dos mesmos ainda não ser permitida, de acordo com as atuais legislações europeias.

Barreiras para a implementação da prática de reutilização de água

As barreiras à implementação de algumas formas de utilização (ou componentes) de águas residuais são:

- a atual legislação sobre segurança alimentar que não permite a reutilização de produtos recuperados das águas residuais urbanas. A reutilização de produtos como proteínas em produtos alimentícios não é permitida devido ao possível impacto na cadeia alimentar;
- a legislação europeia e local relativa à utilização de água que rotula as águas residuais urbanas e industriais como resíduos e não como matéria-prima, pelo que a reutilização só é possível após um procedimento de “Fim de Resíduo”;
- os vestígios de medicamentos e hormonas nas águas residuais tratadas;

- as técnicas economicamente viáveis para tratar a água a um padrão de qualidade considerado como seguro.

Requisitos de qualidade atuais

Itália

Os regulamentos italianos descrevem vários usos urbanos, agrícolas e industriais. A água reutilizada pode ser usada em todas as culturas destinadas ao consumo humano e pecuário, em culturas não alimentares e na rega de espaços verdes de uso público (incluindo instalações desportivas). O uso industrial é permitido desde que não haja contato direto com produtos alimentares, farmacêuticos ou de cosmética. As características e valores limite para reutilização industrial serão fixados pelas partes interessadas, em função do requisitos do processo industrial correspondente e devem, no mínimo, respeitar os valores-limite estabelecidos para descargas de água para as águas superficiais (quadro 3 do anexo 5 à parte III do Decreto Legislativo 152/2006, artigo 4º do regulamento de 2003).

A regulamentação específica para a Itália é resumida na tabela seguinte (DM 185/2003).

Tabela 10 – Decreto Ministerial 185/2003

PARÂMETROS	NORMAS	PARÂMETROS	NORMAS
pH	6.0 - 9.5	Sulfitos (mg SO ₃ /L)	0.5
Razão de adsorção de sódio	10.0	Sulfatos (mg SO ₄ /L)	500
Sólidos grosseiros	Ausente	Cloro residual (mg/L)	0.2
SST (mg/L)	10.0	Cloretos (mg Cl/L)	250
CBO ₅ (mg/L)	20.0	Fluoretos (mg F/L)	1.5
CQO (mg/L)	100.0	Óleos e Gorduras animal/vegetal (mg/L)	10.0
Fósforo (mg P/L) (total)	2.0	Óleos minerais (mg/L)	0.05
Azoto Total (mg N/L)	15.0	Fenóis (mg/L) (total)	0.1
Amónia (mg NH ₄ /L)	2.0	Pentaclorofenol (mg/L)	0.003
CE _w (dS/m)	3.0	Aldeídos (mg/L) (total)	0.5
Alumínio (mg Al/L)	1.0	Tetracloroetileno (mg/L)	0.01
Arsénio (mg As/L)	0.02	Solventes clorados (mg/L) (total)	0.04
Bário (mg Ba/L)	10.0	TTHM (mg/L)	0.03
Boro (mg B/L)	1.0	Solventes aromáticos (mg/L) (total)	0.001
Cádmio (mg Cd/L)	0.005	Benzeno (mg/L)	0.01
Cobalto (mg Co/L)	0.05	Benzo(a)pireno (mg/L)	0.00001
Crómio (mg Cr/L) (total)	0.1	Solventes org. nitr. (mg/L) (tot.)	0.01
Crómio VI (mg Cr _{VI} /L)	0.005	Surfactantes (mg/L) (total)	0.5
Ferro (mg Fe/L)	2.0	Biocidas clorados (mg/L)	0.0001
Manganês (mg Mn/L)	0.2	Pesticidas fosforados (mg/L)	0.00001 [^]
Mercúrio (mg Hg/L)	0.001	Outros pesticidas (mg/L) (total)	0.05
Níquel (mg Ni/L)	0.2	Vanádio (mg V/L)	0.1
Chumbo (mg Pb/L)	0.1	Zinco (mg Zn/L)	0.5
Cobre (mg Cu/L)	1.0	Cianetos (mg CN/L) (total)	0.05
Selénio (mg Se/L)	0.01	Sulfuretos (mg H ₂ S/L)	0.5
Estanho (mg Sn/L)	3.0	E. coli (ufc/100mL) (80% amostras)	10*
		CW & Lagoas de estabilização	50**
Tálio (mg Tl/L)	0.001	Salmonela (ufc/100 mL)	Ausente

[^]Para cada um dos itens

* 100 ufc/100 mL será permitido como valor máximo para uma amostra isolada e para os três primeiros anos de aplicação do diploma

** 200 ufc/100 mL será permitido como valor máximo para uma amostra isolada

Os regulamentos italianos incluem a análise à *Salmonella* spp. como parâmetro obrigatório para todos os usos pretendidos, exigindo a total ausência destes microrganismos patogénicos.

As normas italianas incluem valores-limite máximos para os parâmetros físico-químicos, que devem ser cumpridos para todos os usos pretendidos. Alguns parâmetros têm valores-limite similares aos estabelecidos para a água potável, mesmo que a água para reutilização seja utilizada na rega de espaços verdes.

O regulamento italiano aplica os mesmos limites de qualidade de água para todos os usos da água para reutilização, à exceção dos usos industriais. Os valores-limite para reutilização industrial são estabelecidos pelas partes envolvidas, dependendo da exigência do processo industrial. Essa abordagem não considera os diferentes riscos associados a cada uso específico e não é consistente com a abordagem posterior recomendada pela OMS (2006).

De acordo com os valores-limite máximos estabelecidos para os parâmetros microbiológicos em várias normas e regulamentos internacionais e tendo em conta o valor-limite da *E. coli*, as normas italianas são as mais rigorosas. No decreto italiano, o valor limite para a *E. coli* de 10 ufc/100 mL (conformidade em 80% das amostras no período de um ano) é vinculativo para a irrigação e usos públicos, embora um valor de 100 ufc/100 mL possa também ser permitido em determinadas situações.

No que respeita às utilizações industriais, os valores-limite devem, no mínimo, respeitar os valores fixados para as descargas em águas superficiais (quadro 3 do anexo 5 da parte III do Decreto Legislativo 152/2006, artigo 4.º do regulamento de 2003).

A Tabela 3 não estabelece padrões obrigatórios para *E. coli*, embora seja sugerido um limite de 5000 ufc /100 mL (para descargas em águas superficiais, a autoridade local competente estabelece limites de *E. coli* para cada licença de descarga, dependendo do estado ambiental da água, das condições sanitárias e de possíveis utilizações a jusante).

Em Itália, as normas nacionais são mais rigorosas do que as apresentadas no relatório do JRC sobre os requisitos mínimos de qualidade para reutilização de água para rega agrícola, com exceção da CBO₅ (JRC, 2017) e mais rigorosas do que o documento de orientação da UE sobre riscos microbiológicos, baseado no valor limite para a *E. Coli* como indicador de contaminação fecal (Comissão da UE, 2017).

As concentrações máximas permitidas para muitos constituintes químicos são limitadas em particular pelas necessidades das culturas agrícolas e não pelos riscos reais para a saúde pública.

Os nutrientes, azoto, fósforo, potássio, zinco, boro e enxofre devem estar presentes nas águas residuais tratadas nas concentrações corretas, caso contrário, poderão provocar danos nas culturas, ou no ambiente. Por exemplo, a quantidade de nitratos necessária varia em diferentes estágios de desenvolvimento da planta. Durante o crescimento são necessárias grandes quantidades de nitratos, diminuindo as mesmas durante a fase de floração. O controlo das concentrações de nitratos é assim essencial para reduzir a lixiviação para as águas subterrâneas, o que representa um risco potencial de poluição da água para o consumo humano.

As concentrações de sódio, cloretos, boro e selénio devem ser cuidadosamente controladas devido à sensibilidade de muitas plantas a estas substâncias. Dependendo da concentração, o selénio poderá ser tóxico. Elevadas concentrações de boro poderão dever-se à presença de detergentes em águas residuais.

A qualidade da água também é um fator a considerar na seleção do sistema de irrigação. Em condições de altas temperaturas e baixa humidade, quando a evapotranspiração é potenciada, o uso de sistemas de rega por aspersão não são recomendados se as águas contiverem altas concentrações de sódio e cloretos, uma vez que podem causar danos à folhagem.

São também considerados os valores limiares de oligoelementos para produção agrícola, abaixo dos quais a toxicidade para plantas é considerada como aceitável.

Portugal

Para a rega, Portugal já está a utilizar os requisitos de qualidade propostos na norma ISO 16075, e que serviram de base aos novos requisitos na proposta de Regulamento Europeu para a rega agrícola. Desde modo, uma abordagem *fit-for-purpose* já está a ser aplicada e, para novos projetos, está a exigir-se também uma avaliação do risco. Para cada projeto de irrigação, de acordo com as utilizações finais, propõe-se uma classe A, B, C ou D combinada com várias medidas de minimização, ou seja, multibarreiras, para evitar ou minimizar o risco de contacto da água para reutilização com as culturas agrícolas e as pessoas. As barreiras são escolhidas de acordo com o princípio de barreira equivalente, conforme descrito nas normas ISO 16075, da EPA e OMS. Habitualmente, as autoridades de saúde, territorialmente competentes, não permitem o uso de água reutilizada para a rega de culturas com partes comestíveis que contactam com a água de rega e são usualmente consumidas em cru.

Para cada projeto é proposto um plano de monitorização específico que inclui a água reutilizada e, sempre que se justifique, as massas de água relevantes (águas subterrâneas e/ou superficiais). Os parâmetros a monitorizar são selecionados de acordo com os requisitos de qualidade da água para reutilização bem como com o estado e os usos existentes nas massas de água. Sempre que houver uma etapa de pós-cloragem é igualmente necessário monitorizar os trihalometanos, em particular, o clorofórmio.

Malta

Malta produz água para reutilização de Classe A, que pode ser utilizada para rega de todas as culturas alimentares, incluindo culturas de raiz consumidas em cru e culturas alimentares, onde a parte comestível está em contato direto com a água reutilizada. Todos os métodos de irrigação são permitidos. Os requisitos de qualidade são os seguintes: (i) *E. coli* ≤ 10 ufc/100 mL; (ii) $CBO_5 < 10$ mg/L; (iii) $SST \leq 10$ mg/L; (iv) Turvação ≤ 5 NTU; (v) *Legionella spp.* < 1000 ufc/L onde existe risco de formação de aerossóis em estufas e (vi) Nematodes intestinais (ovos de helmintas) ≤ 1 ovos/L para a rega de pastagens ou forragem.

Chipre

Os requisitos de qualidade da água tratada utilizada na rega geralmente dependem do tipo de rejeição, da qualidade da massa de água, das culturas irrigadas, da sensibilidade da zona e do tamanho das estações de tratamento de águas residuais urbanas.

Estações de tratamento de águas residuais urbanas com capacidade igual ou superior a 2000 e.p.

Alguns dos principais parâmetros monitorizados nestas estações de tratamento são a CBO_5 , SST, N_{total} , P_{total} , condutividade, pH, metais pesados, B, Cl, *E. Coli* e toxicidade. Os valores-limite habitualmente fixados para o N_{total} e o P_{total} são de 15 mg/L e 10 mg/L, respetivamente.

Outras obrigações de monitorização são estabelecidas nas licenças quando o efluente terciário se destina à recarga do aquífero ou é descarregado para águas superficiais (barragem ou mar), tendo em conta as normas especificadas na Diretiva 2006/118/CE referente às águas subterrâneas e na Diretiva 2008/105/CE, relativa às normas de qualidade ambiental, respetivamente. Adicionalmente, as descargas das ETAR urbanas em zonas sensíveis (massas de água eutróficas) cumprem requisitos mais rigorosos em relação ao N_{total} e ao P_{total} . Nestes casos, os valores limite podem ser 10 mg/L e 1 mg/L, respetivamente.

Estações de tratamento de águas residuais urbanas com capacidade igual ou inferior a 2.000 e.p.
Os requisitos de estações de tratamento de águas residuais de pequena dimensão são também definidos de acordo com a Lei de Controlo da Poluição da Água, bem como pelos Regulamentos e Decretos Ministeriais.

De acordo com o Decreto Ministerial (n.º 379/2015) referente às estações de tratamento de águas residuais de pequena dimensão (≤ 2.000 e.p.), os requisitos de qualidade aplicáveis à água tratada destinadas à rega são descritos na tabela seguinte:

Tabela 11 - Requisitos de tratamento para rega

a/a	Irrigação	CBO ₅ mg/L (mensal)	COD mg/L (mensal)	SS mg/L (mensal)	E. Coli / 100 mL (mensal)	pH (mensal)	Condutividade µS/cm (mensal)	Cl mg/L (anual)	B mg/L (anual)	Cloro residual mg/L (mensal)
1	Todas as culturas e áreas verdes (a)	10	70	10	5	6,5-8,5	2500	300	1	2
2	Legumes comidos cozidos (b)	10	70	10	50	6,5-8,5	2500	300	1	2
3	Produtos para consumo humano e áreas verdes com acesso limitado ao público	25	125	35	200	6,5-8,5	2500	300	1	2
4	Culturas para alimentação animal	25	125	35	200	6,5-8,5	2500	300	1	2
5	Instalações industriais	25	125	35	200	6,5-8,5	2500	300	1	2

a) *Exceto morangos, vegetais folhosos, bolbos e outros vegetais comidos crus.*

b) *Batatas e beterrabas.*

Outras obrigações de monitorização são estabelecidas no Decreto atrás referido, quando o efluente terciário é descarregado em águas subterrâneas (durante o período de inverno), tendo em consideração os padrões especificados na Diretiva 2006/118 /CE, relativa às das águas subterrâneas.

Reino Unido

Não existem regulamentos específicos sobre a utilização de águas residuais tratadas no Reino Unido. Os principais atos legislativos que afetam diretamente a reutilização de água são a Diretiva relativa ao Tratamento das Águas Residuais Urbanas (DARU), a Diretiva-Quadro da Água (DQA) e os regulamentos da *Drinking Water Inspectorate* (DWI) para a água para consumo humano.

O licenciamento de descarga de águas residuais tratadas, definido pela Agência Ambiental, assenta no cumprimento das normas de qualidade aplicáveis às águas recetoras e na não deterioração da qualidade das mesmas. O contínuo licenciamento e regulação da qualidade da água preconizam garantir a manutenção das respetivas normas de qualidade, particularmente onde a água é indiretamente reutilizada para uso potável.

Os esquemas de reutilização de água que envolvem a descarga em massas de água são regulados como parte do regime de gestão de resíduos, sendo que o Reino Unido não possui nenhum projeto deste tipo.

Atualmente, não existem diretrizes formais no Reino Unido sobre a qualidade da água que pode ser utilizada para rega agrícola. No entanto, a maioria dos agricultores que regam as culturas de campo (a maior fração da rega agrícola) utiliza água extraída diretamente de origens superficiais ou subterrâneas, em vez de água potável.

Langford

Os valores limite de emissão autorizados para o sistema de tratamento de Chelmsford são 10 mg/L de azoto amoniacal, 20 mg/L de CBO₅ e 40 mg/L de sólidos suspensos.

A tabela abaixo ilustra a média de três outros importantes parâmetros de qualidade da água:

Parâmetro	Unidades	Rio	Água Reciclada
Fosfatos	µg/L	467	76
Nitratos	mg/L	37.3	22.9
E. coli	/100 mL	450	86

Tabela*: Qualidade da água no rio e água reciclada a partir do sistema de produção água para reutilização de Langford

A descarga da água tratada tem de cumprir com as normas de qualidade da água (conforme definido pela DQA). A água para reutilização de Langford é, consistentemente, de muito maior qualidade do que a água do rio em termos de poluentes químicos e bacteriológicos. A água para reutilização cumpre com todas as normas de qualidade da água estabelecidas na DARU e, como tal, Langford é considerado o tratamento terciário da ETAR de Chelmsford.

Turquia

A Tabela E7.1 do Comunicado dos Métodos Técnicos para as Estações de Tratamento de Águas Residuais define os critérios para a utilização de águas residuais tratadas para rega e categoriza as águas residuais tratadas em Classes A e B. De acordo com a categoria, a rega de certos tipos de culturas e áreas pode ser permitida. A Tabela E7.2 define a qualidade química da água de rega.

As tabelas E7.1 e Tabela E7.2 são apresentadas seguidamente:

Tabela E7.1. Classificação de águas residuais tratadas para reutilização na irrigação

Tipo de reutilização	Tipo de tratamento	Qualidade da água recuperada	Período de monitorização	Distância aplicável ^b
Classe A				
<i>a - Irrigação agrícola: produtos alimentares não processados comercialmente^l</i>				
<i>b - Rega de áreas urbanas</i>				
a) Todos os produtos alimentares, regados por sistema superficial ou por aspersão e consumidos em cru	-Tratamento secundário ^c -Filtração ^d -Desinfecção ^e	-pH = 6-9 -CBO ₅ <20 mg/L -Turvação <2 NTUf -Coliformes fecais: 0/100 mL ^{g, h}	-pH: semanal -CBO ₅ : semanal -Turvação: contínua -Coliforme: diário	Deve estar a pelo menos 50m de poços que fornecem água potável.
b) Todos os tipos de espaços verdes (parques, campos de golfe etc.)		-Nalguns casos, pode ser necessária a análise para vírus, protozoários e helmintas específicos -Cloro residual > 1 mg/L ⁱ	-Cloro residual: contínuo	

Informação adicional:

- Para rega agrícola, deve ser dada também atenção à análise de metais pesados.
- Para alcançar as normas, pode ser adicionada uma etapa de coagulação antes da filtração.
- As águas residuais tratadas que destinadas à reutilização devem ser incolores e inodoras.
- Para destruir vírus e parasitas podem ser aplicados períodos de contato de desinfecção mais longos.
- O cloro residual deve ser superior a 0,5 mg/L no sistema de distribuição de águas residuais tratadas (aplicação final).
- Os altos níveis de nutrientes podem afetar os produtos alimentares durante o crescimento.

Tipo de reutilização	Tipo de tratamento	Qualidade da água para reutilização	Períodicidade de monitorização	Distância aplicável ^b
Classe B				
<i>a- Irrigação agrícola: produtos alimentares que são comercialmente processados ^m</i>				
<i>b-Áreas de irrigação onde a entrada é restrita</i>				
<i>c- Irrigação agrícola: culturas não destinadas ao consumo alimentar</i>				
a) Pomares e vinhas onde os produtos são com rega superficial	-Tratamento secundário ^c -Desinfeção ^e	-pH = 6-9 -CBO ₅ <30 mg/L -SS <30 mg/L	-pH: semanal -CBO ₅ : semanal -SS: diariamente	- Deve estar a pelo menos 90 m de captações que fornecem água potável.
b) Produção de relva e áreas de cultivo onde a entrada de pessoas é restrita		- Coliformes fecais <200 ad / 100 mL ^{g, j, k} - Nalguns casos, pode ser necessária a análise de	-Coliformes fecais: diário Cloro residual: contínuo	-Se a rega for realizada por aspersão, deve ser aplicada com uma distância de pelo menos 30 m das pessoas
c) Culturas para forragens para animais de pasto		vírus, protozoários e helmintas específicos. - Cloro residual >1 mg/L ⁱ		
Informação adicional:				
-Limites para rega agrícola também devem ser considerados.				
- Se a rega for efetuada por aspersão, a concentração de SS deve ser inferior a 30 mg/L.				
- Concentrações elevadas de nutrientes podem afetar as culturas alimentares durante o crescimento.				
- Não deve ser permitido a entrada de gado leiteiro na zona de pastagem nos primeiros 15 dias após a rega. Se for necessário reduzir este período, a concentração de coliformes fecais deverá ser no máximo 14 ufc/100 mL.				

Tabela E7.2. Tabela para a avaliação da qualidade química da água de irrigação

Parâmetros	Unidades	Grau de dano		
		Não (I. classe de água)	Médio baixo (II. Classe de água)	Perigoso (III. Classe de água)
Salinidade				
Condutividade	µS / cm	<700	700-3000	> 3000
Sólidos dissolvidos totais	mg / L	<500	500-2000	> 2000
Adsorção				
SAR ^{Tad}	0-3	CE ≥ 0,7	0,7-0,2	<0,2
	3-6	≥ 1,2	1.2-0.3	<0,3
	6-12	≥ 1,9	1,9-0,5	<0,5
	12-20	≥ 2,9	2.9-1.3	<1,3
	20-40	≥ 5,0	5,0-2,9	<2,9
Toxicidade iónica específica				
Sódio (Na)				
Rega superficial	mg/L	<3	3-9	> 9
Microirrigação	mg/L	<70	> 70	
Cloretos (Cl)				
Rega superficial	mg/L	<140	140 –350	> 350
Microirrigação	mg/L	<100	> 100	
Boro (B)	mg/L	<0,7	0,7-3,0	> 3,0

As Tabelas E7.3, E7.4, E7.5 e E7.6 do Comunicado também fornecem informações sobre a sensibilidade das culturas que serão regadas com águas residuais tratadas.

A Holanda

Não existem normas estabelecidas para a utilização de águas residuais tratadas, atendendo a que a mesma não é permitida por lei.

Avaliação do risco (exemplos e metodologias aplicadas)

Itália

Os modelos de gestão do risco não são mencionados na regulamentação italiana como uma ferramenta a ser aplicada pelo país, mas são considerados parâmetros físico-químicos adicionais, tais como metais pesados, nutrientes e substâncias orgânicas.

Portugal

Portugal está a preparar um novo diploma para regular a utilização de água para reutilização em diversos fins, para além da rega agrícola, na qual será integrada uma abordagem que visa a gestão do risco. No entanto, o atual processo de licenciamento aplica já parte deste conceito, através da combinação entre os usos pretendidos e a definição de parâmetros de qualidade específicos em função dos mesmos, as características dos recetores e a aplicação de múltiplas barreiras para minimizar o contacto dos recetores humanos com a água ou minimizar a distância entre a água reutilizada e os recursos hídricos. Está ainda em curso algum trabalho de investigação sobre as abordagens semi-quantitativas de avaliação do risco, para fins não potáveis, suportado na utilização de escalas de importância e no conteúdo microbiológico da água. Um exemplo é o trabalho descrito por Rebelo, no 14.º Congresso Nacional da Água, que decorreu em março de 2018 (Rebelo, 2018)⁷.

Malta

A *Water Services Corporation*, sendo o operador da estação de reutilização em Malta, deve elaborar um Plano de Gestão do Risco de Reutilização da Água que inclua: (1) Descrição do atual sistema de reutilização de água; (2) Identificação do perigo potencial (como a presença de poluentes e microrganismos patogénicos) e do potencial para eventos perigosos; (3) Identificação dos meios recetores, populações e indivíduos em risco de exposição aos perigos potenciais; (4) uma avaliação dos riscos ambientais e dos riscos para a saúde pública; (5) monitorização adicional da qualidade da água caso-a-caso, em termos de metais pesados, pesticidas, subprodutos de desinfecção, produtos farmacêuticos, etc.; (6) Identificar todas as medidas preventivas necessárias para gerir todos os riscos potenciais; (7) Assegurar que sistemas e procedimentos adequados de controlo de qualidade estejam em vigor; (8) Assegurar a existência de sistemas de monitorização ambiental que detetem quaisquer efeitos negativos e (9) Assegurar a existência de um sistema apropriado para gerir incidentes e emergências.

Os Planos de Segurança de Reutilização de Água devem cobrir todo o sistema, desde a estação de tratamento da água até o ponto de utilização.

A utilização atual da água para reutilização fornecida pela *Water Services Corporation* é regulada pela *Food Safety Commission*.

Chipre

De acordo com a Lei de Avaliação do Impacto Ambiental, o Comitê Técnico avalia os efeitos ambientais potenciais das atividades relacionadas com o projeto, construção e operação dos Sistemas de Drenagem e de Tratamento de Águas Residuais Urbanas, bem como a gestão dos efluentes tratados para identificar e avaliar os impactos positivos e negativos para o ambiente e para

⁷ Apenas disponível em Português.

a saúde pública. Uma Aprovação Ambiental é emitida pelo Departamento de Ambiente estabelecendo termos específicos para a proteção do ambiente.

Reino Unido

Do ponto de vista ambiental, as principais questões a considerar são:

1. impacto a jusante da re-captção da água, atendendo a que a mesma pode provocar uma diminuição de caudal a jusante (importante em cursos de água com baixos caudais):
 - a. na ecologia, nomeadamente: a. impacto em habitats e espécies dependentes do caudal; b. impacto na capacidade de diluição de poluentes nas origens de água na bacia hidrográfica;
 - b. impacto na gestão da propriedade da água, que deve ser abordada e resolvida pelo governo e pelo regulador.
2. Impacto da qualidade da água tratada que já passou pelo ciclo de reutilização pelo menos uma vez. Dependendo do rigor do ciclo de reutilização e das substâncias contidas na água residual, podem ocorrer situações de concentração de poluentes na rejeição da água residual tratada. Poderá haver ainda concentração de resíduos de tratamento que requerem eliminação;

Antes do desenvolvimento e operação de um projeto de reutilização, torna-se assim importante a avaliação destes riscos apesar dos mesmos poderem vir a ser cobertos pelo licenciamento da captação de água existente e por alguns ajustes a efetuar no licenciamento das descargas das águas residuais tratadas,.

Antes da aprovação de qualquer projeto, a Agência Ambiental precisará da confirmação do cumprimento de todas as normas relevantes na DQA, incluindo a não deterioração no ponto de descarga e no ponto em que a água é re-captada.

A avaliação de impacto ambiental e a apreciação das diversas das opções de qualquer projeto de reutilização de água é fulcral para garantir a proteção do ambiente e demais impactos negativos na alteração do regime de caudais e na qualidade das massas de água, eventualmente decorrentes da reutilização de água. A relação custo-benefício é relevante para fornecer recomendações para minimização dos impactos negativos. Para apoio à decisão sobre o controlo da água potável deverá ser utilizada uma abordagem suportada em avaliação do risco para a monitorização da qualidade da água para reutilização e caracterização das águas residuais brutas utilizadas para a produção da mesma.

Langford

O Estuário *Blackwater*, onde a água é desviada para o sistema de Langford, é um *Local de Interesse Científico Especial*, uma *Área Especial de Conservação* e uma *Área de Proteção Especial*.

As avaliações de impacto ambiental consistiram principalmente em estudos sobre invertebrados marinhos e aves selvagens. O aumento da captação de água pode aumentar os níveis de assoreamento, o que constitui um problema particular para os utilizadores de embarcações e do porto local.

Para mitigação deste problema, a ESW draga anualmente o Porto de Maldon, apesar do projeto de reutilização só funcionar em anos secos.

As lições aprendidas com Langford, i.e., a avaliação extensiva dos riscos e os exercícios de mitigação são fundamentais, atendendo a que a proteção da saúde pública e dos sistemas ambientais é primordial.

Turquia

A estrutura de avaliação do risco não é mencionada na regulamentação turca como uma ferramenta a ser aplicada pelo país.

Holanda

Não há normas para a avaliação do risco aplicadas à utilização de águas residuais tratadas, uma vez que esta prática, de um modo geral, não é autorizada.

A Holanda não apresenta grandes preocupações de escassez de água, existindo porém situações pontuais e regionais de escassez. Os cenários do “Programa Delta para a água doce” mostram que estes problemas, no futuro, entre outros aspetos, serão potenciados pelas alterações climáticas. Não existe uma política específica para a qualidade das águas residuais tratadas a utilizar na rega agrícola. As águas residuais tratadas cumprem os requisitos da diretiva relativa às águas residuais urbanas.

Monitorização

Itália

As normas italianas não determinam nenhuma frequência de análise. Esta deve ser estabelecida pelos responsáveis pela gestão da instalação, em consonância com as autoridades competentes e tendo sempre presente a variabilidade das características da água.

As normas italianas incluem a necessidade da aprovação das autoridades de saúde pública para a reutilização da água para os vários usos, sendo a licença emitida caso-a-caso.

Abaixo ilustram-se algumas das características físico-químicas aplicáveis à água para reutilização para rega agrícola, cujo controlo é relevante para a avaliação da compatibilidade da qualidade da água ao fim pretendido:

- pH
- salinidade
- sódio (razão de absorção de sódio ou SAR)
- carbonatos e bicarbonatos em relação ao teor de Ca e Mg
- outros oligoelementos
- aniões tóxicos
- nutrientes
- cloro livre

Um programa de monitorização poderá fornecer um controlo qualitativo da água para reutilização, antes da respetiva distribuição, bem como nas parcelas irrigadas, com análise do solos e culturas.

Os controlos que podem ser realizados são:

- a) análise da água à saída do tratamento terciário;
- b) análise das parcelas irrigadas (as mais próximas e as mais distantes da estação de tratamento e outros pontos de amostragem a serem estabelecidos);
- c) análise de solos e culturas.

As análises a realizar à saída do tratamento terciário estão edentificadas no decreto ministerial n.º 185/2003.

A análise às parcelas regadas pode incluir:

- ✓ Microbiologia (coliformes fecais, coliformes totais, estreptococos fecais);
- ✓ Produtos químicos (cloro/ácido peracético residual, COD, SAR, sólidos suspensos).

A análise dos solos, em amostras colhidas no início e no final do período de rega, pode incluir:

- ✓ Análise físico-química
 - pH
 - Matéria orgânica (%)
 - carbono orgânico (%)
 - azoto total (%)
 - fósforo assimilável (ppm P_2O_5)
 - sódio assimilável (mEq / 100gr Na)
 - potássio assimilável (mEq / 100gr K_2O)
 - areia (%)
 - cal (%)
 - argila (%)
- ✓ Análise microbiológica
 - coliformes totais (ufc/100 mL)
 - Coliformes fecais (ufc/100 mL)
 - Estreptococos fecais (ufc/100 mL).

A análise do solo deve ser realizada no início e no final do período de rega para avaliar possíveis alterações na estrutura química e física (possível acumulação de metais pesados, aumento da salinidade, etc.).

A análise dos produtos agrícolas pode incluir:

- ✓ Análise microbiológica de produtos agrícolas (e.g, frutos) no momento da colheita (que ocorre em três momentos diferentes do ciclo da cultura) e após 7-13 dias de armazenamento:
 - coliformes totais (ufc/100 cm^2);
 - coliformes fecais (ufc/100 cm^2);
 - estreptococos fecais (ufc/100 cm^2);
 - presença de Salmonela;
 - presença de Vibriões;
 - presença de ovos de helmintas.

Adicionalmente, se a água residual tratada se destinar à rega de espaços verdes de uso público (campos de golfe, jardins, canteiros) podem ser igualmente realizadas análises microbiológicas à relva.

Portugal

Cada licença é emitida pela autoridade da água e define um programa de monitorização da conformidade com as normas exigidas ou um programa de verificação, específico para cada projeto, de acordo com os requisitos aplicáveis aos usos finais e às características das massas de água circundantes, ou seja, o seu estado e usos em presença. Para a definição destes programas é necessária uma aprovação formal por parte das autoridades de saúde e de agricultura, nomeadamente para a rega agrícola, ou apenas da autoridade de saúde para a rega des áreas verdes de uso público. Estes programas podem incluir as águas residuais tratadas e as águas superficiais ou subterrâneas.

Os parâmetros tipicamente solicitados são os seguintes:

- rega de espaços de uso público: *E. coli*, ovos de helmintas, trihalometanos (e.g., clorofórmio) se for aplicado cloro residual nos sistemas de distribuição, CBO₅, CQO, SST, salinidade e nutrientes;
- rega agrícola: os mesmos parâmetros acima referidos e adicionalmente SAR, salinidade e alguns metais pesados, de acordo com as culturas (dado que alguns metais apresentam toxicidade específica para certos tipos de culturas);
- proteção das massas de água: monitorização das águas superficiais ou subterrâneas (que pode incluir, por exemplo, *E. coli*, nitratos, fósforo, COT).

Se necessário, as autoridades agrícolas podem definir as necessidades de monitorização das culturas e/ou solos.

Os parâmetros operacionais são definidos pelos operadores para controlo dos sistemas de tratamento e distribuição e geralmente incluem turvação, oxigénio dissolvido, cloro residual, etc.

A monitorização de validação ainda não é realizada em Portugal, uma vez que, atualmente, as autoridades de saúde territorialmente competentes não permitem o uso de água residual tratada para a rega de culturas que podem ser consumidas em cru e que tenham partes comestíveis que possam entrar em contato direto com a água.

Malta

Atualmente, a água para reutilização é analisada duas vezes por semana, em termos de *E.coli*, CBO₅, SST, Turvação e *Legionella spp.* Adicionalmente em cada ciclo de tratamento, o qual inclui ultrafiltração, osmose inversa e oxidação avançada, a água produzida é também regularmente monitorizada.

Outros parâmetros, incluindo vários compostos orgânicos, poluentes emergentes, pesticidas e alguns metais são também frequentemente monitorizados na água para reutilização.

Chipre

- A monitorização inclui a amostragem e análise de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos nas águas residuais tratadas, tais como:
 - CBO₅
 - COD
 - SS
 - metais pesados
 - fósforo e azoto
 - cloro residual
 - substâncias prioritárias
 - microrganismos patogénicos
- a) Considera-se que as disposições da seguinte legislação estabelecem os termos de monitorização, dependendo do tipo de descarga e da massa de água recetora:
 - Diretiva 91/271/CEE relativa ao tratamento das águas residuais urbanas;
 - “Documento de orientação para a implementação do PRTR europeu”. Sub-lista indicativa específica do setor de poluentes da água.
 - Diretiva 2006/118/CE referente às águas subterrâneas.
 - Diretiva 2008/105 CE relativa às normas de qualidade ambiental.

- Decreto ministerial das estações de tratamento de águas residuais de pequena escala, menores ou iguais que 2.000 e.p. (n.º 379/2015).
- O Código de boas práticas agrícolas (n.º 263/2007).

b) A qualidade e a quantidade das águas residuais tratadas, bem como a qualidade da massa de água e dos solos irrigados são também consideradas.

- Outras obrigações de monitorização são estabelecidas na licença para o controlo das águas subterrâneas e do solo na área irrigada, bem como das águas superficiais e do aquífero, caso sejam relevantes.
- Um exemplo é dado para a estação de tratamento de águas residuais urbanas de Lemosos - Amathounta (“Caso de Estudo: Estação de Tratamento de Águas Residuais Urbanas UWWTP de Lemosos - Amathounta”).

Reino Unido

A avaliação e a mitigação do risco de Langford exigiram vários anos de dados de base para que o projeto de reutilização fosse bem-sucedido. Dez anos de monitorização ambiental precederam o início do mesmo, demonstrando que este cumprirá o objetivo da DQA de “não deterioração”.

Turquia

A Tabela E7.1 do Comunicado dos Métodos Técnicos para Estações de Tratamento de Águas Residuais define os critérios para a utilização de águas residuais tratadas na rega e categoriza estas nas Classes A e B. De acordo com a categoria, a rega de certos tipos de culturas e áreas pode ser permitida. As Tabelas E7.1 e E7.2 do Comunicado definem as frequências de monitorização da seguinte forma:

Classe A:

- pH: semanal
- CBO₅: semanal
- Turvação: contínua
- Coliforme: diário
- Cloro residual: contínuo

Classe B:

- pH: semanal
- CBO₅: semanal
- SS: diariamente
- Coliforme: diário
- Cloro residual: contínuo

Holanda

Não há normas para a monitorização de águas residuais tratadas destinadas à reutilização, uma vez que esta prática não é geralmente permitida.

Custos de Reutilização de Água

Itália

Em 2012, o ISPRA publicou um estudo de pesquisa para a avaliação da viabilidade da utilização de águas residuais tratadas.

O estudo, dividido em 5 capítulos, relata nos dois primeiros os resultados da identificação de critérios, indicadores e índices que levaram à formulação do modelo de avaliação. A metodologia desenvolvida foi aplicada e verificada em 10 casos de estudo, descritos no terceiro capítulo, enquanto que o quarto, "Viabilidade técnica e económica da reutilização", apresenta os resultados obtidos da análise das dez estações de tratamento estudadas, que permitiram evidenciar os pontos fortes e fracos. No último capítulo, é apresentada a definição de critérios para a preparação de um plano de monitorização da qualidade das águas residuais tratadas e dos impactos e/ou benefícios ambientais que possam advir da reutilização.

A seleção dos 10 casos de estudo foi realizada com o intuito de examinar diferentes casos em termos de métodos de reutilização (agrícola direto, agrícola indireto, industrial), dimensão da estação de tratamento de águas residuais (caudal reutilizado ou reutilizável entre 5000 e 115000 m³/d), localização geográfica e projeto de reutilização (em fase de projeto ou em curso).

A aplicação do critério de avaliação à instalação de purificação de Baciacavallo (Prato), que é um dos casos de estudo, permitiu concluir o seguinte:

- do ponto de vista económico, um mecanismo particular de tarifas para o serviço de abastecimento e purificação torna a reutilização da água sustentável;
- A purificação, seguida de refinação e mistura com água superficial do rio Bisenzio, garante um nível de qualidade compatível e reutilizável no setor têxtil. O sistema de tratamento terciário também garante a confiabilidade da operação e, conseqüentemente, a estabilidade do desempenho do sistema;
- a disponibilidade de água reciclada é avaliada positivamente também do ponto de vista do utilizador, em relação aos aspetos de disponibilidade e ao nível de qualidade do recurso.

Em regra, o critério de avaliação adotado, culminando numa avaliação em quase todos os aspetos considerados, confirma a viabilidade da reutilização, que, aliás, já vem sendo realizada há alguns anos. Deve-se enfatizar, no entanto, que um mecanismo de incentivos/preços foi adotado, o qual distribui também os custos de reutilização pelos utilizadores que não recorrem a esta prática, o que foi essencial para garantir a sustentabilidade económica da operação.

Os custos médios da reutilização, tal como calculado pelo ISPRA através de um questionário realizado em diversas instalações de reciclagem em Itália (estações de tratamento diferentes para diferentes usos: urbanos, industriais, agrícolas), variam entre 0,0083 e 0,48 €/m³. Comparativamente, os custos estimados com a captação de água dos rios e das águas subterrâneas variam entre 0,015-0,2 €/m³.

O elevado custo da água para reutilização é geralmente apresentado como uma das principais barreiras para o desenvolvimento da prática.

Portugal

Os dados disponíveis atualmente são insuficientes para gerar cenários razoáveis de custos de investimento e de exploração.

Malta

Anualmente, a taxa de serviço e as tarifas para o consumo de água para reutilização com qualidade elevada são as seguintes:

- a) taxa de serviço relativa ao acesso a um sistema de distribuição de água para reutilização de elevada qualidade: € 25;
- b) tarifa do consumo de água para reutilização de elevada qualidade:
 - i. para qualquer volume que não exceda 2500 m³€ 0,20 por 1m³;
 - ii. para qualquer volume entre os 2500 m³ e os 5000 m³ € 0,60 por 1m³;
 - iii. para qualquer volume superior a 5.000m³ € 0.80 por 1m³.

Prevê-se que os consumos do primeiro escalão sejam gratuitos para todos os consumidores de água para reutilização de elevada qualidade para fins agrícolas, até que o Ministro responsável pela *Water Services Corporation* ordene que a respetiva tarifa entre efetivamente em vigor:

Prevê-se ainda que os escalões tarifários, aplicáveis numa base *per capita*, à água para reutilização de elevada qualidade fornecida para fins agrícolas sejam as seguintes:

Dimensão da cooperativa (ha)	Cooperativa (unidades)	Volume a partir do qual se aplica a tarifa mais baixa (m ³)	Volume a partir do qual se aplica a tarifa mais alta (m ³)
≤0.50	1	2500	5000
0.51-1.00	2	5000	10000
1.01-1.50	3	7500	15000
1.51-2.00	4	10000	20000
2.01-2.50	5	12500	25000
2.51-3.00	6	15000	30000
3.01-3.50	7	17500	35000
3.51-4.00	8	20000	40000
4.01-4.50	9	22500	45000
4.51-5.00	10	25000	50000
5.01-5.50	11	27500	55000
5.51-6.00	12	30000	60000

Para cooperativas que excedam 6 ha, o volume a partir do qual as tarifas serão aplicadas será calculado numa base *pro rata* por adjudicação

1 exploração = 0,5 ha de terra para fins agrícolas

(*) Incentivo governamental que pode ser revisto: a primeira taxa para a agricultura seja gratuita.

O uso não agrícola é considerado como taxa para 1 exploração.

Chipre

No Chipre a água para reutilização destinada à rega agrícola foi desde sempre fornecida a um preço 33% a 40% mais baixo do que o valor pago pela água natural. O preço da água natural para a agricultura é de €0.17/m³ e de €0.34/m³ para espaços verdes, enquanto o preço da água para reutilização é de €0.07/m³ e €0.15 respetivamente.

Este foi um grande incentivo para os utilizadores aceitarem a água para reutilização como um novo recurso hídrico confiável.

O custo da água para reutilização é subsidiado pelo governo, uma vez que o custo de produção é muito maior do que o da água de origem convencional, devido aos elevados padrões de qualidade exigidos. Todas as estações de tratamento de águas residuais são construídas com tratamento terciário e algumas são equipadas com tecnologias avançadas, tais como bioreatores de membranas.

No Chipre os Conselhos de Saneamento são responsáveis pelo projeto, construção e operação das estações de tratamento.

O custo de construção e operação do tratamento secundário, suportado pelos Conselhos de Saneamento, é pago pelos utilizadores através dos impostos, sendo o custo de construção e operação do tratamento terciário assumido pelo governo, pelas razões acima explanadas.

As taxas de venda da água para reutilização no Chipre são as seguintes:

a/a	Tipo de uso	Água residual tratada a nível terciário Cêntimos de euro/m ³	Água natural não filtrada proveniente das redes de abastecimento estatais Cêntimos de euro/m ³
	Taxa anual	240,00 por dia	240,00 por dia
1	Para a produção agrícola dos agricultores singulares e das divisões de irrigação	7,00	17,00
2	Para os fornecedores de água para rega	2,00	12,00
3	Para o consumo industrial	17,00	25,00
4	Para irrigação de espaços verdes, jardins e campos (municipais e/ou estatais)	12,00	23,00
5	Para irrigação de campos de golfe	23,00	n.a.
6	Para irrigação de espaços verdes privados e jardins (hotéis e habitações)	17,00	36,00
7	Para o consume excessivo da agricultura e da pecuária		45,00
8	Para outros usos	Aumento da taxa em 50%	Aumento da taxa em 50%

Reino Unido

Os dados disponíveis atualmente são insuficientes para gerar cenários razoáveis de custos de investimento e de exploração.

A construção de Langford custou 13 milhões de libras Esterlinas.

Holanda

A utilização de águas residuais tratadas não é geralmente permitida.