

PROJETAR PARA A SEGURANÇA, COMUNICAR PARA A ACEITAÇÃO O papel da avaliação do risco na reutilização de água em usos urbanos

Rita RIBEIRO¹; Maria João ROSA²⁽²⁾

RESUMO

Face à crescente escassez de água fruto das alterações climáticas e do aumento da procura, tem aumentado a importância da reutilização enquanto estratégia para a resiliência hídrica. No entanto, e em contraste com uma aceitação generalizada da reutilização não potável da água enquanto princípio, a concretização de projetos de reutilização de água em meio urbano é frequentemente dificultada por perceções desajustadas do risco associado a casos concretos. *Projetar para a segurança, comunicar para a aceitação* traduz a necessidade de serem estabelecidas as bases para uma comunicação, a qual deve ser clara e dirigida às diferentes partes interessadas, sobre medidas de controlo do risco, desde logo, na conceção de um projeto de reutilização.

Nesta comunicação apresenta-se uma metodologia expedita, mas robusta, de avaliação dos riscos para a saúde humana e o ambiente associados à reutilização não potável de água. Consiste numa adaptação do processo qualitativo apresentado na norma ISO 20426:2018 e está alinhada com requisitos estabelecidos no Decreto-Lei 119/2019. Integra também aspetos do Regulamento Europeu 2020/741 e documentos associados. O potencial da avaliação do risco como ferramenta eficaz para a gestão e a comunicação do risco na reutilização de água é exemplificado num caso de rega de espaços verdes.

Palavras-chave: gestão do risco, informação, perceção, reutilização de água, usos não potáveis

¹ Doutoramento, Investigadora Auxiliar, Núcleo de Engenharia Sanitária, Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, rribeiro@lnec.pt

² Agregação, Investigadora Coordenadora, Chefe do Núcleo de Engenharia Sanitária, Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, mjrosa@lnec.pt

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem vital cada vez mais escasso devido à crescente procura, à gestão pouco sustentável e às alterações climáticas. Para a pressão sobre os recursos hídricos contribui a visão simplista e redutora de que a origem da água determina a sua qualidade, ou seja, que é de “boa qualidade” a água que provém diretamente da natureza e de “má qualidade” a água que passou, entretanto, por sistemas de águas residuais e pluviais. A abordagem *One Water*, definida na primeira década de 2000 nos Estados Unidos da América, constituiu uma mudança de paradigma através do reconhecimento de que toda a água tem valor, independentemente da sua origem (LAZAROVA, 2022). Ou seja, o “valor da água” deve ser avaliado através de parâmetros físicos, químicos e biológicos, além de outros aspetos como, por exemplo, o acesso à própria água – proximidade, ou não, entre oferta e procura.

A expressão popular “Não é com vinagre que se apanham moscas” é utilizada nesta comunicação como mote para descrever a necessidade de ser realizada uma boa gestão da perceção, e potencial aceitação, do risco associado a projetos de reutilização de água em meio urbano. Importa que o risco seja apresentado corretamente como função da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso e do potencial impacto adverso, ao invés de ser associado quase exclusivamente às consequências (*i.e.*, o “vinagre”). A aceitação de projetos de reutilização de água pode ser através da aposta numa comunicação clara com as diferentes partes interessadas que, por um lado, lide de forma eficaz com os fatores que estão na génese da amplificação do risco, e que, por outro lado, identifique e valorize os benefícios associados à reutilização de água. Esta abordagem está em linha com a versão anglo-saxónica da expressão atrás referida: “*You catch more flies with honey*”.

Projetar para a segurança, comunicar para a aceitação salienta a importância de se considerar a comunicação sobre as condições que estão na base da exposição ao risco, assim como as medidas de controlo do mesmo, desde o início do desenvolvimento de um projeto de reutilização de água em usos urbanos. No entanto, é frequente o papel da população em geral não ser suficientemente valorizado porque se presume que “eles” não conseguem compreender os riscos. Este tipo de raciocínio apresenta duas desvantagens principais:

- i) Definição de requisitos mais elevados para a qualidade da água para reutilização, uma vez que não é do conhecimento geral as medidas de autoproteção a utilizar e, portanto, a gestão do risco é feita essencialmente através de medidas passivas; e
- ii) menor aceitação da reutilização de água pelo facto de a exposição ao risco ser entendida como involuntária e sem possibilidade de controlo, o que contribui significativamente para a amplificação do mesmo (ITRC, 2023).

Deste modo, importa que a avaliação do risco forneça informação útil para a tomada de decisão durante o licenciamento de um sistema de reutilização de água, para os futuros operadores do sistema e para as pessoas que irão beneficiar dos usos não potáveis.

Nesta comunicação, apresenta-se uma metodologia para avaliação do risco associado à reutilização não potável de água em usos urbanos. O potencial da avaliação do risco como ferramenta de comunicação é exemplificado com um caso de reutilização de água em meio urbano – rega de um espaço verde sem restrição de acesso.

2. BASES PARA AVALIAÇÃO DO RISCO ASSOCIADO À REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA

2.1. Racional

O risco é, de acordo com a NP ISO 31000:2018, o efeito da incerteza nos objetivos, sendo expresso em termos de fontes do perigo, eventos potenciais e suas consequências. No domínio da reutilização de água, são aplicadas diversas definições de risco alinhadas com esta visão geral, nomeadamente:

- “Função da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso e do potencial impacto adverso na saúde que lhe está associado” (ISO 20426:2018);
- “Possibilidade de ocorrência de danos decorrente de um determinado perigo, num dado período temporal ou sob certas circunstâncias” (Decreto-Lei 119/2019);
- “Probabilidade de os perigos identificados causarem danos num determinado período, incluindo a gravidade das consequências” (Regulamento Europeu 2020/741).

A Figura 1 ilustra o racional aplicado na avaliação do risco associado à reutilização de água em usos urbanos não potáveis, tomando como ponto de partida o entendimento do risco como sendo o efeito da incerteza nos objetivos (NP ISO 31000:2018). Os elementos base considerados são os seguintes:

1. O sistema de reutilização deve utilizar Água para Reutilização (ApR) com qualidade adequada (*i.e.*, *fit-for-purpose*) ao(s) uso(s) a que se destina e às características locais (*e.g.*, sistema de rega, tipo de acesso durante a utilização de ApR), de modo seguro para a saúde humana e o ambiente.
2. As atividades desenvolvidas na área (ou na sua proximidade) onde se realiza a reutilização de água determinam a exposição dos potenciais recetores ao risco – pessoas e elementos ambientais (água, solo e vegetação).
3. A qualidade da ApR (*i.e.*, a concentração dos perigos) e a exposição à fonte dos perigos (*i.e.*, ApR) podem ser afetadas negativamente pela ocorrência de eventos perigosos, podendo aumentar o nível do risco considerado inicialmente.
4. A qualidade da ApR e a exposição à fonte de perigos podem ser salvaguardadas, ou melhoradas, através da aplicação de medidas de controlo do risco (barreiras e medidas de prevenção), ou seja, é possível reduzir o nível do risco até que o valor residual possibilite o cumprimento do objetivo previamente estabelecido – reutilização segura de água.

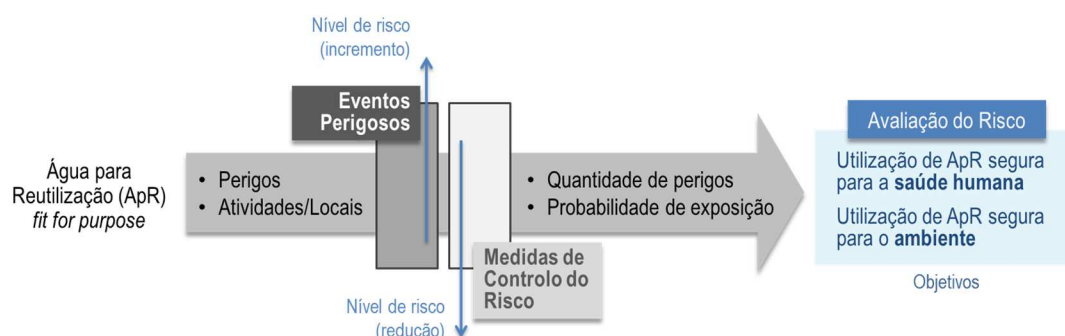


Figura 1 – Racional para avaliação do risco associado à reutilização de água em usos não potáveis

2.2. Legislação, regulamentação e normalização aplicáveis

A avaliação e gestão do risco associado à reutilização não potável de água é enquadrada pela seguinte legislação, regulamentação e normalização:

a) Legislação nacional

- Decreto-Lei (DL) 119/2019, de 21 de agosto, relativo ao estabelecimento do regime jurídico de produção de água para reutilização, obtida a partir do tratamento de águas residuais, bem como da sua utilização, na atual redação apresentada no DL 11/2023, de 10 de fevereiro, relativo à reforma e simplificação dos licenciamentos ambientais
- Portaria 266/2019, de 26 de agosto, relativa ao estabelecimento da regulamentação prevista no artigo 28.º do DL 119/2019, procedendo à uniformização do símbolo de identificação de água para reutilização, bem como da informação a disponibilizar

b) Regulamentação europeia

- Regulamento (UE) 2020/741 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de maio, relativo aos requisitos mínimos para a reutilização de água na rega agrícola
- Comunicação da Comissão 2022/C298/01, de 5 de agosto, que apresenta as orientações para apoiar a aplicação do Regulamento (UE) 2020/741
- Regulamento Delegado (UE) 2024/1261 da Comissão, de 11 de março, que complementa o Regulamento (UE) 2020/741 no que se refere às especificações técnicas dos elementos essenciais de gestão dos riscos

c) Normalização internacional:

- Norma ISO 16075-1:2020 *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects – Part 1: The basis of a reuse project for irrigation*
- Norma ISO 16075-2:2020 *idem – Part 2: Development of the project*
- Norma ISO 16075-4:2021 *idem – Part 4: Monitoring*
- Norma ISO 16075-5:2021 *idem – Part 5: Treated wastewater disinfection and equivalent treatments*
- Norma ISO 16075-7 (a publicar em dezembro de 2025) *idem – Part 7: Golf courses and other sports field*
- Norma ISO 20426:2018 *Guidelines for health risk assessment and management for non-potable water reuse*
- Norma ISO 20760-1:2018 *Water reuse in urban areas – Guidelines for centralized water reuse system – Part 1: Design principle of a centralized water reuse system*
- Norma ISO 20760-2:2017 *Water reuse in urban areas – Guidelines for centralized water reuse system – Part 2: Management of a centralized water reuse system*
- Norma ISO 20761:2018 *Water reuse in urban areas – Guidelines for water reuse safety evaluation – Assessment parameters and methods*
- Norma ISO 20769:2018 *Water quality grade classification for reuse application*
- Norma ISO 22449-1:2020 *Use of reclaimed water in industrial cooling systems – Part 1: Technical guideline*
- Norma ISO 24416:2022 *Reclaimed water stability evaluation*
- Norma NP ISO 31000:2018 *Gestão do risco: Linhas de orientação*

3. COMUNICAÇÃO DO RISCO

Como referido anteriormente, o estigma da origem é um dos fatores que tem dificultado a aceitação pública de sistemas de reutilização de água. De facto, e apesar da utilização de ApR *fit-for-purpose* em usos não potáveis ser potencialmente segura, a perceção do risco para a saúde pública constitui uma preocupação para a população em geral. O preconceito intuitivo de proteção contra microrganismos patogénicos, ou outros contaminantes presentes na ApR, está frequentemente na base da rejeição, ou baixa aceitação, de projetos de reutilização de água (AL-SAIDI, 2021).

A amplificação do risco que resulta da atribuição quase em exclusivo da magnitude das consequências, mesmo que estas sejam altamente improváveis, pode ter origens diversas, por exemplo, medo do desconhecido, por falta de informação sobre o sistema em questão, e perceção de exposição não

controlada ou involuntária, entre outros fatores (ITRC, 2023). Deste modo, importa que a comunicação sobre um projeto de reutilização de água aborde de modo eficaz a ansiedade resultante do receio de contacto com microrganismos patogénicos e outros contaminantes. Ou seja, não é suficiente a disponibilização de informação técnica, por muito completa e inteligível que seja; é também necessário contextualizar possíveis receios através da descrição pormenorizada das situações onde é possível o contacto com a ApR e os perigos por ela veiculados. Só assim é possível desenvolver as bases para a gestão efetiva do risco, na medida em que são envolvidas as partes interessadas – público em geral e operadores do sistema de reutilização.

Clareza e empatia são essenciais para uma comunicação eficaz do risco, que sustente diálogo profícuo e permanente entre a entidade que gere o sistema de reutilização e as pessoas potencialmente afetadas pelo funcionamento do mesmo. Caso permita descrever como determinados desenvolvimentos de ação podem afetar a segurança na reutilização da água, a construção dos cenários de exposição integrados na avaliação qualitativa do risco pode ser utilizada como roteiro na comunicação com as partes interessadas (RIBEIRO e ROSA, 2024). A metodologia apresentada em seguida assenta neste pressuposto.

4. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO RISCO ASSOCIADO À REUTILIZAÇÃO NÃO POTÁVEL DE ÁGUA

4.1. Descrição geral

A Figura 2 esquematiza a metodologia expedita, mas robusta, desenvolvida para apoiar a avaliação do risco associado à reutilização não potável de água. Esta metodologia, baseada no processo de avaliação qualitativa do risco, consiste numa adaptação do processo de gestão do risco para a saúde humana apresentado na norma ISO 20426:2018, com os seguintes desenvolvimentos adicionais:

- Definição do contexto de aplicação do sistema de reutilização de água (RIBEIRO e ROSA, 2024);
- avaliação do risco para o ambiente, além do risco para a saúde humana;
- consideração das atividades a realizar no local da reutilização, ou sob a sua influência, como base para o desenvolvimento dos cenários de exposição aos perigos e sob influência de eventos perigosos (RIBEIRO e ROSA, 2024);
- na etapa de identificação dos riscos, consideração das atividades anteriormente referidas como base para o desenvolvimento dos cenários associados ao risco para o ambiente.

Esta metodologia está alinhada com os requisitos estabelecidos no DL 119/2019 para o procedimento de avaliação do risco e integra aspetos do Regulamento Europeu 2020/741 (Figura 2).

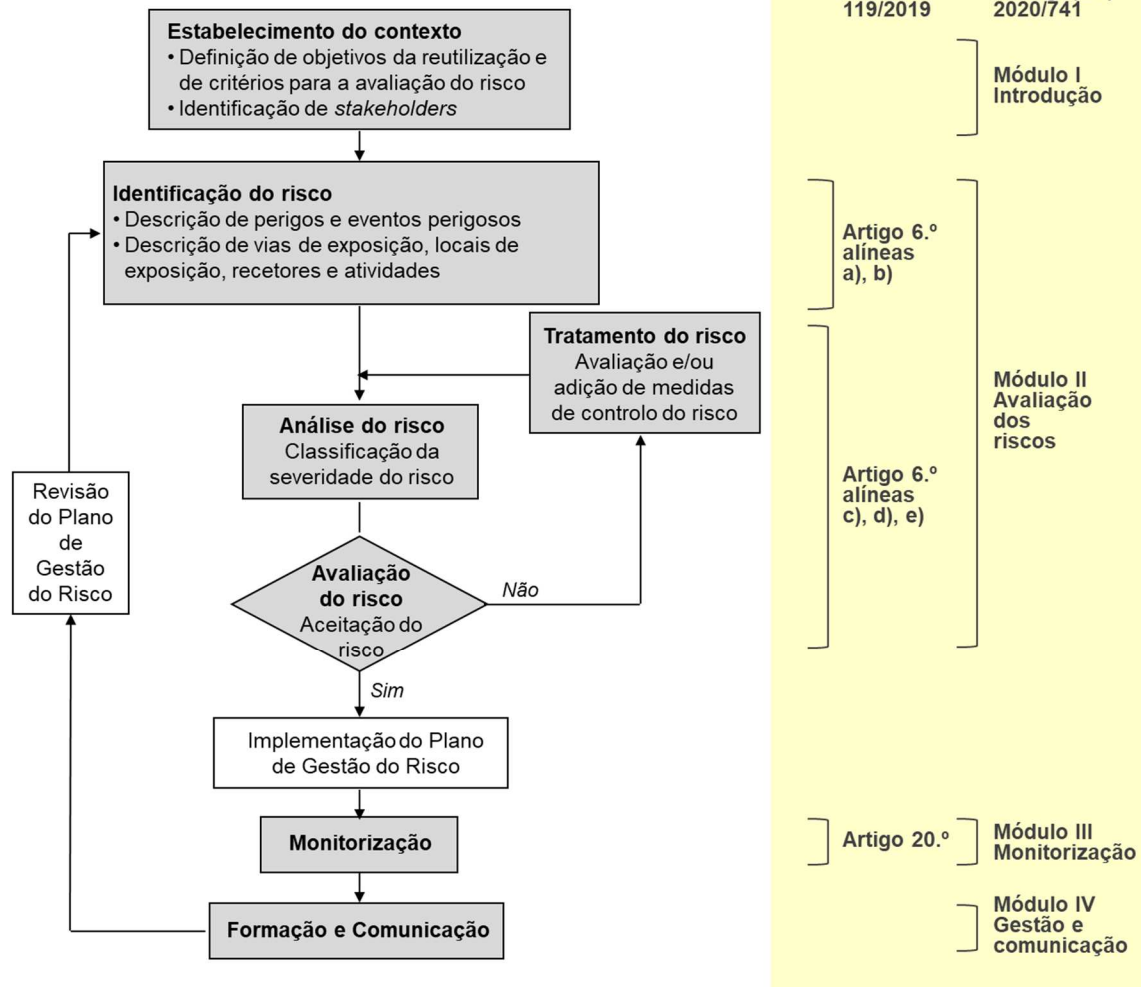


Figura 2 – Metodologia para avaliação e gestão do risco associado à reutilização não potável de água

4.2. Estabelecimento do contexto

A utilidade de um sistema de reutilização de água depende, entre outros aspetos, da definição clara da finalidade e domínio de aplicação. O Quadro 1 indica os elementos a considerar para o estabelecimento do contexto na avaliação do risco associado à utilização de ApR em usos não potáveis.

Quadro 1 – Estabelecimento do contexto (baseado em RIBEIRO e ROSA, 2024)

Elementos	Descrição
Objetivos	- Utilização de ApR segura para a saúde humana - Utilização de ApR segura para o ambiente
Âmbito do sistema de reutilização	- Usos previstos - Modo de aplicação da ApR - Requisitos de qualidade e de quantidade da ApR
Partes interessadas relevantes	- Grupos - Papel de cada grupo
Crítérios para a aceitação do risco	- Tomada de decisão - iteração inicial do processo de avaliação do risco - Tomada de decisão - iteração final do processo de avaliação do risco

4.3. Identificação do risco

A etapa de identificação do risco tem por finalidade a construção dos cenários que estruturam a avaliação do risco. O desenvolvimento de modelos conceptuais apoia o processo de avaliação do risco através da identificação dos diferentes componentes que integram o sistema de reutilização (i.e., perigos, vias de exposição, locais de exposição, atividades, pessoas em risco e ambiente em risco), assim como as ligações entre estes elementos. Identificam-se também eventos perigosos e medidas de controlo do risco. Apresentam-se na Figura 3 e na Figura 4 os modelos conceptuais para avaliação dos riscos para a saúde humana e o ambiente, respetivamente, associados à reutilização não potável de água em usos urbanos.

A construção de cenários de exposição (i.e., eventos futuros incertos que possam afetar a realização dos objetivos) é uma forma expedita de estruturar a comunicação sobre risco, tornando-a mais clara e eficaz na medida em que se faz uma ligação direta às condições onde pode ocorrer o risco. Para que a lista de cenários de exposição não seja muito restrita nem muito ampla, sugere-se a seguinte abordagem sistemática (RIBEIRO e ROSA, 2024):

- Todos os cenários devem ser estruturados de maneira consistente e lógica;
- todos os cenários são possíveis em princípio, mas não apresentam a mesma probabilidade;
- cada cenário deve ter um impacto no(s) objetivo(s) estabelecido para o sistema em análise (e.g., reutilização de água segura para a saúde);
- cada cenário deve ser uma história plausível, com informações para apoiar o desenvolvimento das ações de gestão do risco;
- cada cenário deve ter uma narrativa psicologicamente eficaz, que predisponha a sua aceitação.

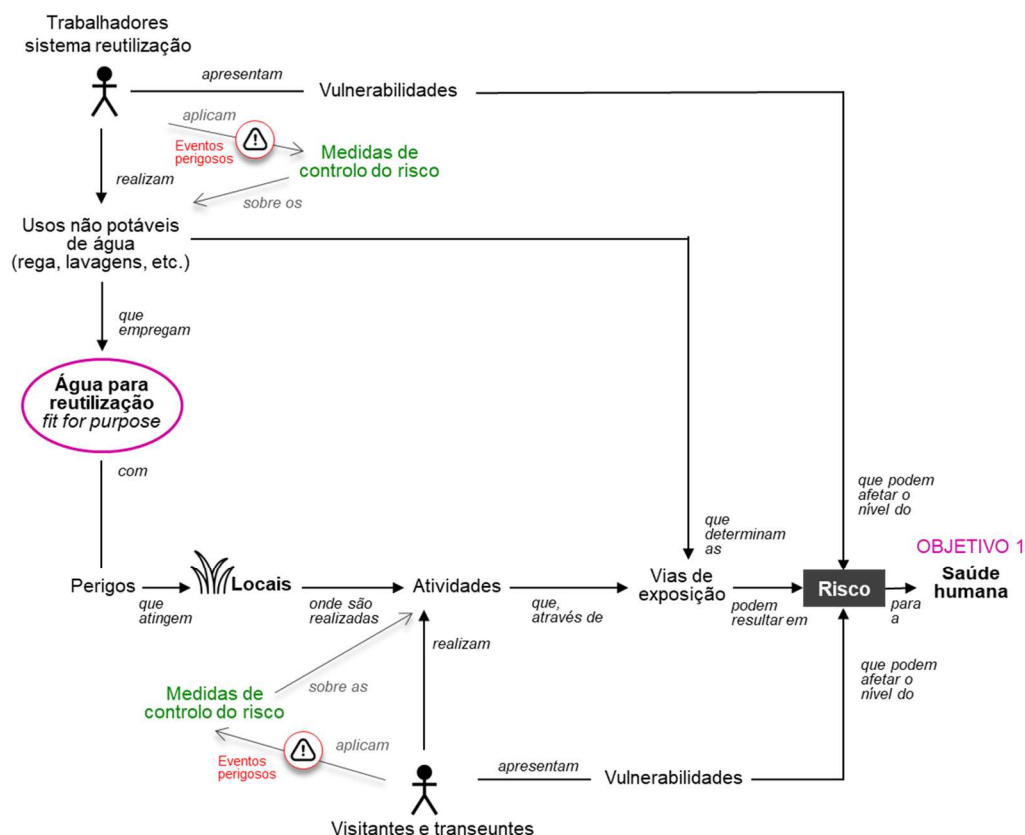


Figura 3 – Modelo conceptual aplicado na avaliação do risco para a saúde humana (adaptado de RIBEIRO e ROSA, 2024)

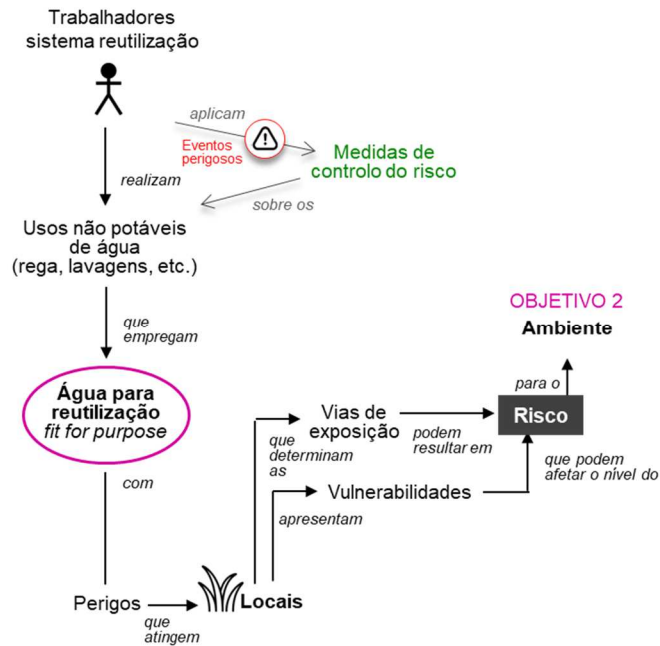


Figura 4 – Modelo conceitual aplicado na avaliação do risco para o ambiente

A construção de cenários de exposição para avaliação do risco para a saúde humana baseia-se no seguinte raciocínio (RIBEIRO e ROSA, 2024):

- A causa, *i.e.*, o perigo que pode potencialmente afetar a saúde humana.
- Os eventos, *i.e.*, as circunstâncias da exposição. As atividades esperadas são equivalentes a ações habituais e constituem o motivo da exposição das pessoas à ApR. A definição destas atividades facilita a identificação do(s) evento(s) perigoso(s) com impacto no nível do risco, devendo a avaliação do risco refletir o efeito combinado dos eventos.
- A consequência da exposição, inferida pela vulnerabilidade da população exposta.

4.4. Análise e avaliação do risco

O risco pode ser avaliado através de métodos qualitativos e de métodos quantitativos. No primeiro caso, a avaliação baseia-se num julgamento sustentado em informação sobre o sistema em causa; no segundo caso, a avaliação depende de dados determinísticos ou probabilísticos. De acordo com o DL 119/2019, a caracterização do risco pode ser realizada através de métodos quantitativos, qualitativos ou semiquantitativos. No Regulamento Delegado (UE) 2024/1261, o método quantitativo é recomendado para situações em que existem dados suficientes sobre a zona geográfica do sistema de reutilização da água ou quando um projeto representa um risco elevado; para as restantes situações, considera-se apropriada a utilização de métodos qualitativos. Como a reutilização de água em usos urbanos não envolve, à partida, risco elevado, é possível utilizar o método qualitativo.

De acordo com o método qualitativo de avaliação, o risco é estimado em função da probabilidade de ocorrência de um evento e das suas consequências ou severidade. A cada cenário em avaliação é atribuído um nível de risco (*e.g.*, baixo, moderado ou elevado) como resultado da conjugação das estimativas de probabilidade e de consequência. A Figura 5 esquematiza o procedimento de análise e avaliação do risco baseado no método qualitativo.

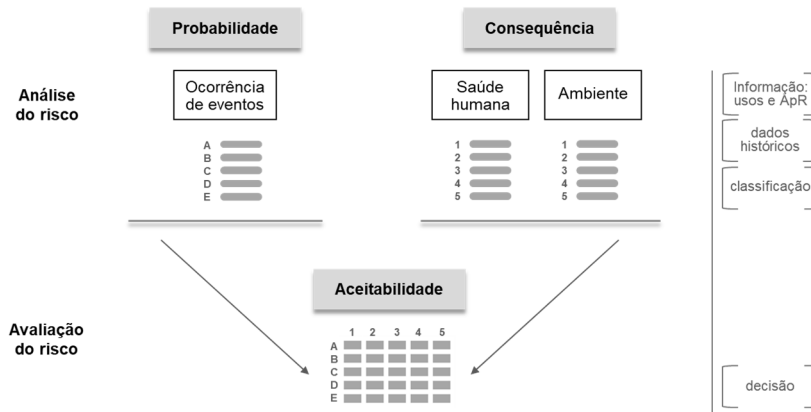


Figura 5 – Procedimento para avaliação qualitativa do risco associado à reutilização de água

Este tipo de avaliação do risco é denominado de “qualitativo” porque a seleção dos níveis de probabilidade ou de consequência depende inteiramente do julgamento do avaliador. A subjetividade inerente a este tipo de avaliação deve ser diminuída através da incorporação de informação estruturada e atual, quer ao nível da caracterização do sistema de reutilização em análise, quer em termos da descrição dos diferentes níveis das escalas de avaliação

Segundo a ISO 20426:2018, o nível de probabilidade de ocorrência de um evento de exposição aos perigos para a saúde pode ser estimado a partir da análise conjunta da:

- Probabilidade de exposição dos recetores à fonte do risco, *i.e.*, à água para reutilização;
- probabilidade de ocorrência de eventos perigosos, *i.e.*, quando não se cumpre no ponto de utilização a qualidade estabelecida para a ApR ou quando a utilização é diferente da prevista.

A ISO 20426:2018 e a Comunicação da Comissão 2022/C298/01 apresentam tabelas exemplificativas da classificação de classes de probabilidade da ocorrência de eventos e de consequência para a saúde humana, além da atribuição do nível de risco em função da função da probabilidade de ocorrência de um evento e das suas consequências. Em RIBEIRO e ROSA (2024) apresenta-se este tipo de tabelas de classificação, assim como uma matriz do risco, desenvolvidas com base nas referências atrás citadas.

4.5. Tratamento do risco

O tratamento do risco associado à utilização de ApR de uma determinada classe de qualidade visa, no essencial, a gestão do risco para a saúde humana e o ambiente através da redução da ocorrência de perigos na ApR e da redução da exposição aos perigos. As medidas de controlo do risco incluem barreiras e medidas de prevenção.

5. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO RISCO E SEU PAPEL COMO FERRAMENTA DE COMUNICAÇÃO

Seguidamente, exemplifica-se a aplicação, a um caso de demonstração, da metodologia desenvolvida para a avaliação do risco associado à reutilização não potável de água, ilustrada na Figura 2. Na presente comunicação, trabalha-se o objetivo de salvaguarda da saúde humana, não sendo, portanto, avaliado o risco para o ambiente. Sempre que oportuno, apresentam-se exemplos de textos desenvolvidos a partir dos resultados da avaliação do risco e que têm como propósito desenvolver a comunicação necessária para uma gestão mais efetiva do risco e, consequentemente, uma melhor aceitação da reutilização da água.

O caso de demonstração consiste na reutilização de água na rega de um espaço verde público sem restrição de acessos. O Quadro 2 apresenta as características do projeto de reutilização de água.

Quadro 2 – Caso de demonstração – informação de base para desenvolvimento da avaliação do risco de utilização de ApR

Elementos	Descrição
Área verde	- Jardim público muito frequentado por residentes e turistas - Sem restrição de acessos
Organização do espaço	- Relvados - Zonas com árvores e arbustos - Caminhos - Bebedouros
Atividades	- Ficar: sentar, trabalhar (vegetação e sistema de rega) - Mover: andar nos caminhos, relvados ou rua - Beber água: bebedouros
Usos não potáveis	- Rega noturna, por aspersão e gota a gota
Qualidade da ApR fornecida	- Classe A (qualidade mais elevada numa escala de 5) *

* DL 119/2019 (Anexo I, Quadro 1a)

Os resultados da avaliação do risco são apresentados seguindo a metodologia ilustrada na Figura 2: Estabelecimento do contexto (Quadro 3); Identificação do risco – componentes (Quadro 4), eventos perigosos (Quadro 5) e cenários de exposição (Quadro 6, seleção de alguns cenários); Análise e avaliação do risco – iteração inicial (Quadro 7); Tratamento do risco – barreiras (Quadro 8) e medidas de prevenção (Quadro 9); Análise e avaliação do risco – iteração final (Quadro 10).

Quadro 3 – Estabelecimento do contexto

Elementos	Descrição
Objetivo	- Utilização de ApR segura para a saúde humana
Âmbito do sistema de reutilização	- Uso previsto: rega de relvados e de arbustos, jardim sem restrição de acesso - Modo de aplicação da ApR: utilização de aspersores e sistema gota a gota - Requisito de qualidade da ApR: Classe A * - Requisito de quantidade da ApR: volume equivalente ao de 2024
Partes interessadas relevantes	- Visitantes, com permanência no jardim - Pessoal de manutenção do espaço verde, com permanência no jardim - Transeuntes, com passagem nas imediações do jardim - Autoridade ambiental, licenciamento da utilização de ApR - Autoridade de saúde, avaliação dos riscos de contágio por Legionella (aspersão)
Critérios para a aceitação do risco	Tomada de decisão em cada cenário de exposição (iteração inicial): - Risco baixo: tratamento do risco se custo associado for insignificante - Risco moderado: emprego de uma ou mais barreiras de tratamento do risco - Risco elevado: intervenção extensa no sistema de reutilização ou não realização do uso Tomada de decisão em cada cenário de exposição (iteração final): - Risco baixo: projeto de reutilização pode ser implementado quando todos os cenários obedecem a esta condição - Risco moderado ou elevado: projeto de reutilização não pode ser implementado caso permaneçam um ou mais cenários nesta condição

* CBO₅ (mg/L O₂) ≤ 10; SST (mg/L) ≤ 10; turvação ≤ 5 UNT, *E. coli* ≤ 10 ufc/100 mL (DL 119/2019)

Quadro 4 – Identificação do risco: componentes

Grupo	Categoria	Descrição
Perigo	Bactérias patogénicas	- <i>Escherichia coli</i> – <i>E. coli</i> - <i>Legionella spp.</i> – <i>Legionella</i>
Via de exposição	Saúde, via direta	- Inalação - Ingestão
Local de exposição	Jardim	- Áreas verdes: relvados e canteiros com arbustos - Caminhos - Bebedouros
	Vias de circulação	- Rua
Atividades	Ficar	- Sentar: relvados - Trabalhar: manutenção da vegetação e do sistema de rega
	Mover	- Andar no jardim: caminhos ou relvados - Andar na rua: passeio limítrofe
	Beber	- Ingestão de água nos bebedouros
População em risco	Sistema imunitário (SI) competente, <i>i.e.</i> , crianças crescidas, adolescentes e adultos em geral	- Visitantes do jardim – visitantes - Operadores do sistema de reutilização de água – operadores - Pessoas nas imediações do jardim – pessoas perto
	SI imaturo, <i>i.e.</i> , crianças pequenas	- Visitantes do jardim – visitantes - Pessoas nas imediações do jardim – pessoas perto
	SI enfraquecido, <i>i.e.</i> , pessoas idosas e/ou doentes	- Visitantes do jardim – visitantes - Pessoas nas imediações do jardim – pessoas perto

Quadro 5 – Identificação do risco: eventos perigosos

Grupo	Categoria	Descrição
Ocorrência de perigos	Aumento de perigos na água para reutilização *	- Falha na produção de ApR - Contaminação do sistema de distribuição de ApR: recrescimento microbiano
	Aumento de perigos nos pontos de uso	- Contaminação dos dispositivos de rega: recrescimento bacteriano
Probabilidade de exposição	Uso indevido *	- Ingestão de ApR: falha na identificação das torneiras ligadas à rede de ApR
	Exposição acidental *	- Incidentes operacionais: rotura de condutas ou fugas de ApR
	Ligação cruzada *	- Ligação da rede de distribuição de ApR com a rede de água potável, levando à contaminação da água potável - Ligação da rede de distribuição de ApR com a rede de águas residuais, levando à contaminação da ApR

* ISO 20426:2018 (cláusula 5.1.2)

Quadro 6 – Identificação do risco: cenários de exposição para a saúde humana (seleção)

ID	Perigo	Via de exposição	Local de exposição	Atividade	População em risco	Eventos perigosos (Quadro 5)
C _{SH1}	<i>E. coli</i>	Ingestão, via direta	Bebedouros	Beber	SI imaturo: visitantes	- Contaminação da rede de água potável: ligação cruzada com a rede de distribuição de ApR
C _{SH2}	<i>E. coli</i>	Ingestão, via direta	Bebedouros	Beber	SI competente: visitantes	- Contaminação da rede de água potável: ligação cruzada com a rede de distribuição de ApR
C _{SH3}	<i>E. coli</i>	Ingestão, via direta	Jardim, torneiras	Beber	SI competente: operadores	- Ingestão de ApR: falha na identificação das torneiras ligadas à rede de ApR
C _{SH4}	<i>Legionella</i>	Inalação, via direta	Relvados	Ficar	SI imaturo: visitantes	- Falha na produção de ApR - Contaminação do sistema de rega: recrescimento microbiano
C _{SH5}	<i>Legionella</i>	Inalação, via direta	Relvados	Ficar	SI competente: visitantes	- Falha na produção de ApR - Idem: recrescimento microbiano
C _{SH6}	<i>Legionella</i>	Inalação, via direta	Relvados	Andar	SI fragilizado: visitantes	- Falha na produção de ApR - Idem: recrescimento microbiano
C _{SH7}	<i>Legionella</i>	Inalação, via direta	Relvados	Andar	SI competente: visitantes	- Falha na produção de ApR - Idem: recrescimento microbiano
C _{SH8}	<i>Legionella</i>	Inalação, via direta	Rua	Andar	SI fragilizado: pessoas perto	- Falha na produção de ApR - Idem: recrescimento microbiano
C _{SH9}	<i>Legionella</i>	Inalação, via direta	Rua	Andar	SI competente: pessoas perto	- Falha na produção de ApR - Idem: recrescimento microbiano

Exemplifica-se, em seguida, a leitura de um destes cenários. O cenário de exposição C_{SH1} deve ser interpretado do seguinte modo: “O perigo *E. coli* tal como presente numa ApR de Classe A pode afetar, através da ingestão, os visitantes com sistema imunitário imaturo quando estes utilizam os bebedouros instalados no jardim. O evento perigoso associado a este cenário está relacionado com a contaminação da rede de água potável por ter sido realizada uma ligação cruzada com a rede de distribuição de ApR.”

Tornou-se, deste modo, facilmente identificável o risco associado à reutilização de água, quer para os utilizadores do jardim, quer para os trabalhadores envolvidos na operação e manutenção do sistema de reutilização de água. Ao posicionar-se a gestão do risco em atividades de rotina (designadamente, beber água nos bebedouros e realizar intervenções nas redes de distribuição de água), promove-se a participação de todos – os acompanhantes das crianças pequenas estarão atentos a eventuais alterações no aspeto da água que jorra dos bebedouros, não permitindo a ingestão em caso de suspeita de contaminação, e os trabalhadores ficarão mais sensibilizados para a necessidade da realização periódica de verificações técnicas sobre a separação entre redes de distribuição de água.

Seguidamente, estima-se o risco associado a cada um dos cenários, tendo em consideração as condições locais e a vulnerabilidade da população em risco, conforme descrito em RIBEIRO e ROSA (2024), e tendo por base as tabelas de classificação de classes de probabilidade da ocorrência de eventos e de consequência para a saúde humana, assim como a matriz do risco também apresentadas na referida referência bibliográfica.

Importa referir também que o julgamento desenvolvido pelo avaliador do risco deve ser sustentado por informação o mais completa possível sobre o projeto de reutilização de água. Interessa também que seja justificada a classificação atribuída à probabilidade de ocorrência e à consequência esperada

para que outros (e.g., entidade licenciadora do projeto de reutilização) possam validar a análise realizada. Também neste caso é possível encontrar exemplos em RIBEIRO e ROSA (2024).

Quadro 7 – Análise e avaliação do risco relativo à saúde humana: concepção inicial do projeto de reutilização de água

ID	Perigo	Eventos perigosos (Quadro 7)	Análise do risco		Avaliação do risco inicial
			p^*	c^{**}	
C _{SH1}	<i>E. coli</i>	- Contaminação da rede de água potável: ligação cruzada com a rede de distribuição de ApR	B [improvável]	3 [moderada]	Moderado [não aceite]
C _{SH2}	<i>E. coli</i>	- Contaminação da rede de água potável: ligação cruzada com a rede de distribuição de ApR	B [improvável]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]
C _{SH3}	<i>E. coli</i>	- Ingestão de ApR: falha na identificação das torneiras ligadas à rede de ApR	C [possível]	2 [reduzida]	Moderado [não aceite]
C _{SH4}	<i>Legionella</i>	- Falha na produção de ApR - Contaminação: recrescimento microbiano	B [improvável]	3 [moderada]	Moderado [não aceite]
C _{SH5}	<i>Legionella</i>	- Falha na produção de ApR - Contaminação: recrescimento microbiano	B [improvável]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]
C _{SH6}	<i>Legionella</i>	- Falha na produção de ApR - Contaminação: recrescimento microbiano	C [possível]	3 [moderada]	Moderado [não aceite]
C _{SH7}	<i>Legionella</i>	- Falha na produção de ApR - Contaminação: recrescimento microbiano	C [possível]	2 [reduzida]	Moderado [não aceite]
C _{SH8}	<i>Legionella</i>	- Falha na produção de ApR - Contaminação: recrescimento microbiano	B [improvável]	3 [moderada]	Moderado [não aceite]
C _{SH9}	<i>Legionella</i>	- Falha na produção de ApR - Contaminação: recrescimento microbiano	B [improvável]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]

* probabilidade, ** consequência

A leitura dos resultados da avaliação inicial tendo em consideração os cenários selecionados é a seguinte: “Caso ocorram os eventos perigosos considerados, seis dos cenários analisados apresentam um nível Moderado de risco, o que não é aceitável. É, assim, necessária a aplicação de medidas de controlo do risco.”

Quadro 8 – Tratamento do risco: barreira

Grupo	Categoria	Descrição
Ocorrência de perigos	Diminuição dos perigos na ApR *	Pós-desinfecção com cloro, nível baixo [1 barreira ≈ 2 log de redução microbiológica (LRV)]

* ISO 16075-2:2020 (cláusula 4.3) e DL 119/2019 (Anexo II, Quadro 1)

Quadro 9 – Tratamento do risco: medidas de prevenção

Grupo	Categoria	Descrição
Conscientização (<i>awareness</i>)	Redução do potencial para uso indevido *	Identificação com sinalética adequada
Gestão	Redução do potencial para uso indevido Redução do potencial para ligação cruzada	Nomeação de um gestor para o sistema de reutilização de água
	Redução do potencial para ligação cruzada	Verificação da separação entre redes de distribuição de água (ApR, água potável e águas residuais)
Informação	Redução do potencial para uso indevido	Fornecimento de informação ao público em geral sobre medidas de autoproteção
	Redução do potencial para ligação cruzada	Identificação das tubagens e acessórios da rede de ApR
Formação	Redução do potencial para ligação cruzada	Formação dos operadores sobre boas práticas na manutenção de redes de distribuição de água

* ISO 20469:2018 (cláusula 5) e Portaria 266/2019

Quadro 10 – Análise e avaliação do risco relativo à saúde humana: após tratamento do risco

ID	Perigo	Medidas de controlo do risco, mais importantes (Quadro 8 e Quadro 9)	Análise do risco		Avaliação do risco final
			<i>p</i> *	<i>c</i> **	
C _{SH1}	<i>E. coli</i>	- Nomeação de gestor / sistema de reutilização - Verificação de separação / redes de distribuição - Informação ao público em geral	A [rara]	3 [moderada]	Baixo [aceite]
C _{SH2}	<i>E. coli</i>	- Identificação de tubagens e acessórios ApR - Formação de operadores / boas práticas	A [rara]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]
C _{SH3}	<i>E. coli</i>	- Identificação com sinalética adequada - Identificação de tubagens e acessórios ApR	A [rara]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]
C _{SH4}	<i>Legionella</i>		A [rara]	3 [moderada]	Baixo [aceite]
C _{SH5}	<i>Legionella</i>	- Pós-desinfecção com cloro	A [rara]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]
C _{SH6}	<i>Legionella</i>	- Identificação com sinalética adequada - Nomeação de gestor / sistema de reutilização - Fornecimento de informação ao público em geral sobre medidas de autoproteção	A [rara]	3 [moderada]	Baixo [aceite]
C _{SH7}	<i>Legionella</i>	- Identificação das tubagens e acessórios da rede de ApR	A [rara]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]
C _{SH8}	<i>Legionella</i>		A [rara]	3 [moderada]	Baixo [aceite]
C _{SH9}	<i>Legionella</i>		A [rara]	2 [reduzida]	Baixo [aceite]

* probabilidade, ** consequência

A leitura dos resultados da avaliação final tendo em consideração os cenários selecionados é a seguinte: “Mesmo que ocorram os eventos perigosos considerados, a aplicação das medidas de controlo do risco preconizadas resulta num nível Baixo de risco para todos os cenários analisados, sendo assim possível utilização de ApR no uso previsto.”

A metodologia desenvolvida permite assim a construção sistemática de cenários de exposição aos riscos de modo a cobrir as diferentes situações que possam afetar a concretização do objetivo – reutilização segura de água – tendo em mente a razão de ser fundamental do uso da água: e.g., o usufruto de um espaço verde de livre acesso sem consequências negativas para a saúde.

6. CONCLUSÃO

A perceção desajustada do risco é uma importante barreira à aceitação pública da reutilização da água. Torna-se, deste modo, necessário desenvolver uma comunicação eficaz do risco associado à reutilização de água em usos urbanos, através da disponibilização de informação inteligível, do envolvimento precoce das partes interessadas e da promoção da confiança abordando respostas emocionais alicerçadas em ansiedades naturais.

A avaliação do risco associado à reutilização de água é um instrumento com enorme potencial para desbloquear esta barreira. Em primeiro lugar, porque é essencial para o desenho e implementação do sistema de gestão do risco nos projetos de reutilização, promovendo assim a segurança dos mesmos. Em segundo lugar, e particularmente no caso dos usos urbanos, porque torna possível associar medidas de controlo do risco ao(s) evento(s) perigoso(s) que afete(m) cada uma das situações possíveis de exposição de pessoas ou ambiente aos riscos. Para tal, torna-se necessário o emprego de metodologias sistemáticas e de fácil utilização, cujos resultados tenham interesse tanto para os especialistas envolvidos no projeto ou no licenciamento dos sistemas de reutilização de água, como para os operadores dos usos urbanos ou o público em geral. Importa, assim, que a informação obtida através da avaliação do risco seja clara e permita alimentar estratégias de comunicação mais amplas para promoção da reutilização de água. Em RIBEIRO e ROSA (2024), apresenta-se com maior detalhe a metodologia de avaliação do risco desenvolvida com os propósitos atrás referidos, sendo sugerida a consulta desta referência bibliográfica como complemento à presente comunicação.

BIBLIOGRAFIA

AL-SAIDI, M. – “From acceptance snapshots to the social acceptability process: Structuring knowledge on attitudes towards water reuse”. *Frontiers in Environmental Science*, 2021, 9: 633841, <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.633841>.

LAZAROVA, V. (2022). “Water reuse: A pillar of the circular water economy”. In *Resource Recovery from Water: Principles and Application*, editado por I. Pikaar, J. Guest, R. Ganigué, P. Jensen, K. Rabaey, T. Seviour, J. Trimmer, O. van der Kolk, C. Vaneeckhaute, W. Verstraete, Londres (RU), IWA Publishing, ISBN 9781780409566 (eBook)2022, 61–98.

ITRC – *Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS): Technical/Regulatory Guidance*. Interstate Technology & Regulatory Council: Washington, DC, USA, 2023. https://pfas-1.itrcweb.org/#1_7 (acedido em 15/09/2025).

RIBEIRO, R.; ROSA, M.J. – “The Role of Scenario-Building in Risk Assessment and Decision-Making on Urban Water Reuse”. *Water* 2024, 16(18), 2674, <https://www.mdpi.com/2073-4441/16/18/2674>.