



# Projeto IMPEL

## Integrated Water Approach & Urban Water Reuse

### Reutilização das águas residuais urbanas

### **3ª Conferência da Rede Nacional IMPEL**

**Auditório do Comando Metropolitano de Lisboa da Polícia de Segurança Pública  
12 de outubro de 2018**

*Anabela Rebelo – Agência Portuguesa do Ambiente*

*Genève Farabegoli, Francesco Andreotti - Italian National Institute for Environmental Protection and Research*

# O Projeto IWA & UWR



## Gestão da reutilização da água no setor industrial e urbano

Ano 1 (2017)

Guia: *Guidelines on industrial water reuse management best practices in EU*

[\(https://www.impel.eu/projects/integrated-water-approach/\)](https://www.impel.eu/projects/integrated-water-approach/)

Ano 2 (2018)

Criação de 2 grupos de trabalho (Grupo 1: Reutilização de água residual urbana)

Em preparação: Relatório sobre o uso e boas práticas para reutilização de água, em particular para o setor agrícola

# Reuniões/Visitas de campo em 2018

## GT1: Malta, 05/2018

Reunião e visita (ETAR e unidade de produção de água para reutilização)



## GT2: Portugal, 06/2018

Reunião e visitas a uma refinaria (Matosinhos) e a uma produção de papel (Figueira da Foz)



# Grupo de Trabalho 1 (GT1)

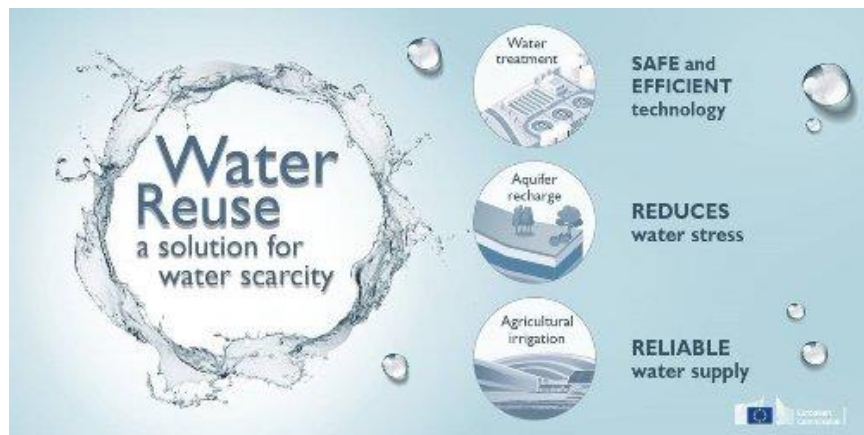


**Peritos de 8 países:**  
Geneve Farabegoli (IT)  
Anabela Rebelo (PT)  
Francesco Andreotti (IT)  
Ana Malo (PT)  
Matthew Vella (MT)  
Jennifer Balmer (UK)  
Erna Tomazevic (SL)  
Pinar Ece (TK)  
Ronald Van Tunen (NL)  
Stuart Gunput (NL)  
Stella Perikenti (CY)



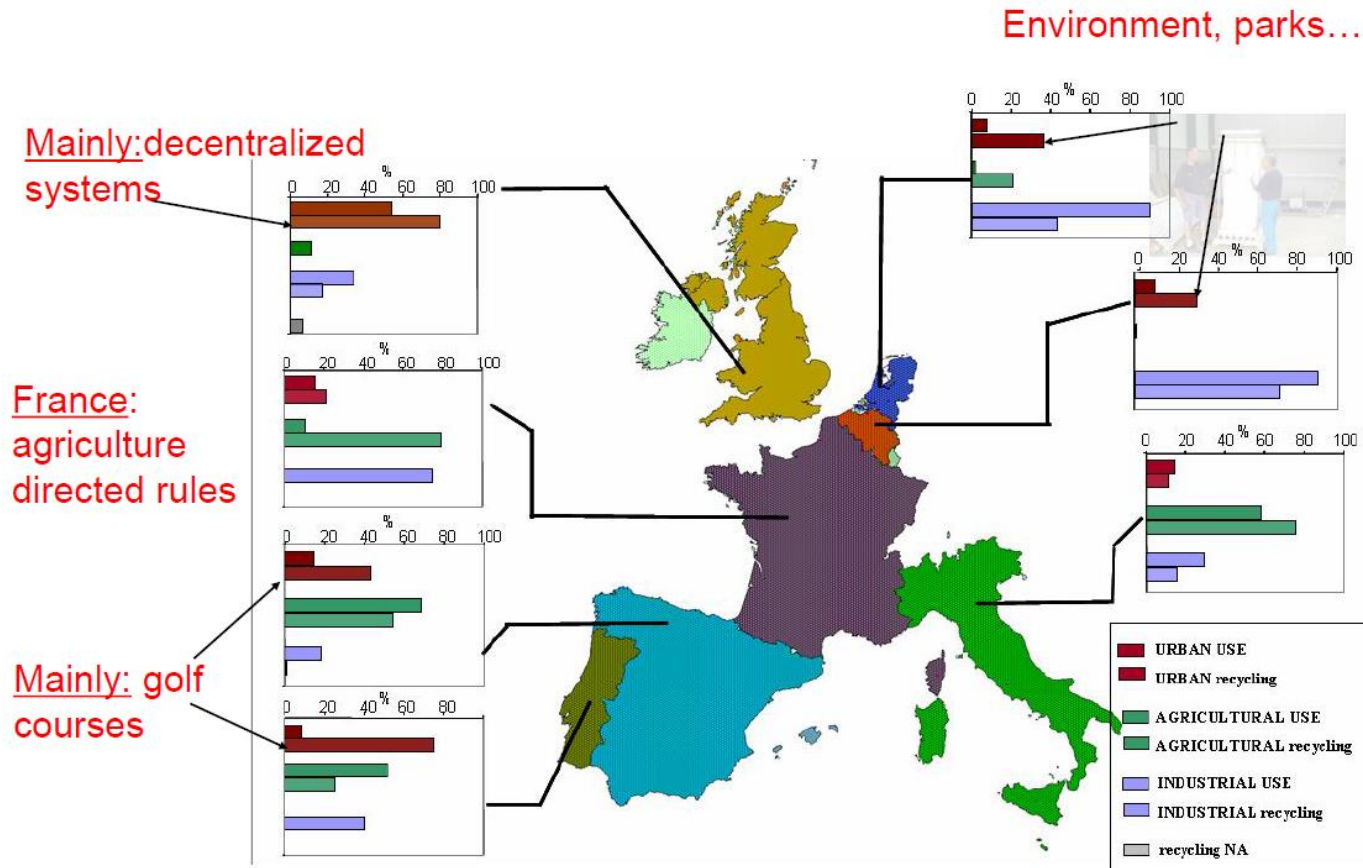


# Reutilização de água - Motivações



- ✓ Escassez e stress hídrico
- ✓ Crescimento populacional e as questões relativas à produção/segurança alimentar
- ✓ Poluição decorrente das rejeições diretas para o meio recetor
- ✓ Reconhecimento das águas residuais como uma origem alternativa de água

# Reutilização de água – Principais Setores



Principais usos: Agricultura e usos urbanos

Chipre: Desde 2013, cerca de 89% das águas residuais tratadas são reutilizadas, das quais aproximadamente 75% são dirigidas para a rega agrícola

# Principais usos (de acordo com as normas nacionais em vigor)

Intended use of reclaimed water	Cyprus	France	Greece	Italy	Portugal	Spain
Irrigation of private gardens						✓
Supply to sanitary appliances				✓		✓
Landscape irrigation of urban areas (parks, sports grounds and similar)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Street cleaning			✓	✓		✓
Soil compaction			✓			
Fire hydrants			✓	✓*		✓
Industrial washing of vehicles				✓		✓
Irrigation of crops eaten raw	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Irrigation of crops not eaten raw	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Irrigation of pastures for milk or meat producing animals		✓	✓	✓	✓	✓
Aquaculture						✓
Irrigation of trees without contact of reclaimed water with fruit for human consumption	✓	✓	✓	✓	✓	✓

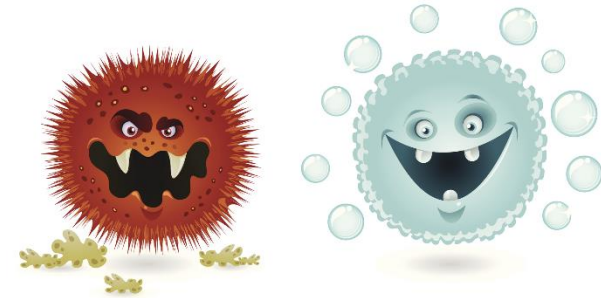
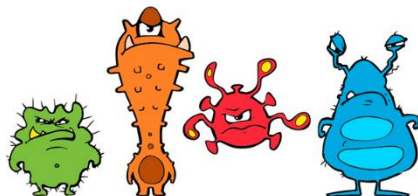
Intended use of reclaimed water	Cyprus	France	Greece	Italy	Portugal	Spain
Irrigation of ornamental flowers without contact of reclaimed water with the product		✓	✓	✓		✓
Irrigation of industrial non-food crops, fodder, cereals	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Water process, and cleaning in industry other than the food industry			✓	✓**		✓
Water process and cleaning in the food industry			✓	✓**		✓
Cooling towers and evaporative condensers			✓	✓		
Golf course irrigation	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ornamental ponds without public access			✓			
Aquifer recharge by localised percolation	✓		✓			✓
Aquifer recharge by direct injection	✓		✓			✓
Irrigation of woodland and green areas not accessible to the public		✓	✓	✓	✓	✓
Silviculture						✓
Environmental uses (maintenance of wetlands, minimum stream flows and similar)						✓

\* only for industrial uses.

\*\* reclaimed water cannot be used in direct contact with food, pharmaceuticals or cosmetic products.

# Reutilização de água: Riscos para a saúde e ambiente

Pathogen	Associated disease
<b>Bacteria</b>	
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	Gastroenteritis
<i>Legionella spp</i>	Respiratory disease
<i>Salmonella typhi/paratyphi</i>	Typhoid fever
<i>Salmonella spp.</i>	Gastroenteritis
<i>Shigella spp.</i>	Dysentery
<i>Vibrio cholera</i>	Cholera
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis
<b>Virus</b>	
<i>Adenovirus (40 y 41)</i>	Gastroenteritis
<i>Agente Norwalk</i>	Gastroenteritis
<i>Astrovirus</i>	Gastroenteritis
<i>Calicivirus</i>	Gastroenteritis



Pathogen	Associated disease
<i>Coxsackievirus</i>	Meningitis
<i>Echovirus</i>	Meningitis
<i>Hepatitis A virus (HAV)</i>	Hepatitis
<i>Hepatitis E virus (HEV)</i>	Hepatitis
<i>Rotavirus</i>	Gastroenteritis
<b>Protozoa</b>	
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Gastroenteritis
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis
<i>Giardia intestinalis</i>	Gastroenteritis
<b>Helminths</b>	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Gastroenteritis
<i>Taenia spp.</i>	Taeniasis
<i>Trichuris trichiura</i>	Trichuriasis



# Reutilização de água: Riscos para a saúde e ambiente

Chemical agents	Adverse effects
Biodegradable organics such as proteins, carbohydrates	Eutrophication of surface water.
Oils, greases, cellulose, lignin...	Anoxic conditions in aquatic ecosystems.
Macronutrients (N, P, K)	Eutrophication of soils and surface water, plant toxicity, nutrient imbalance in plants, pest and disease in plants, loss of biodiversity.
Micronutrients (B, Ca, Cu, Fe, Mg, Na, Co, ...)	Plant toxicity, accumulation in soils.
Metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn, ...)	Toxicity to plants and aquatic biota.
Inorganic salts (chlorides, sulphurs, nitrates, ...)	Soil salinity due to a plant stress and from anoxic soils contamination, increasing salinity in surface water risk for human health associated with nitrates).
Industrial chemicals (PFCs, MTBE, solvents, ...)	Carcinogenic, teratogenic and/or human health (cyanotoxins), bioaccumulation, toxicity to plants.
Pesticides, biocides and herbicides (e.g. atrazine, lindane, diuron, fipronil)	Various effects, often unexplored.
Natural chemicals (hormones, phytoestrogens, geosmin, 2-methylisoborneol)	





Chemical agents	Adverse effects
Pharmaceuticals and metabolites (antibacterials (sulfamethoxazole), analgesics (acetaminophen, ibuprofen), beta-blockers (atenolol), antiepileptics (phenytoin, carbamazepine), veterinary and human antibiotics (azithromycin), oral contraceptives (ethinyl estradiol))	Carcinogenic, teratogenic and/or mutagenic effects, risk for human health (cyanotoxins), bioaccumulation, toxicity to plants.
Personal care products (triclosan, sunscreen ingredients, fragrances, pigments)	
Household chemicals and food additives (sucralose, bisphenol A (BPA), dibutyl phthalate, alkylphenol polyethoxylates, flame retardants (perfluorooctanoic acid, perfluorooctane sulfonate)	
Transformation products (NDMA, HAAs, and THMs)	Various effects, often unexplored.

# Tecnologias usuais / MTD

## Unidades de produção de água para reutilização: Processos adicionais para remoção de microrganismos patogénicos e outros contaminantes químicos

Intensive technologies	Extensive technologies
Physical-chemical systems (coagulation-flocculation, sand filters)	Waste stabilisation ponds (maturation ponds, stabilisation reservoirs,...)
Membrane technologies (ultrafiltration, reverse osmosis, membrane bioreactor, ...)	Constructed wetlands (vertical-flow, horizontal-flow,..)
Rotating biological contactors	Infiltration-percolation systems
Disinfection technologies (ultraviolet radiation, chlorine dioxide, ozone, peracetic acid, ...)	



- ✓ Processos que consumam menos energia ou que possibilitem a recuperação da mesma
- ✓ Tecnologias eficientes para a remoção de compostos alvo de preocupação emergente
- ✓ Qualidade estável entre a ETAR e o Sistema de produção

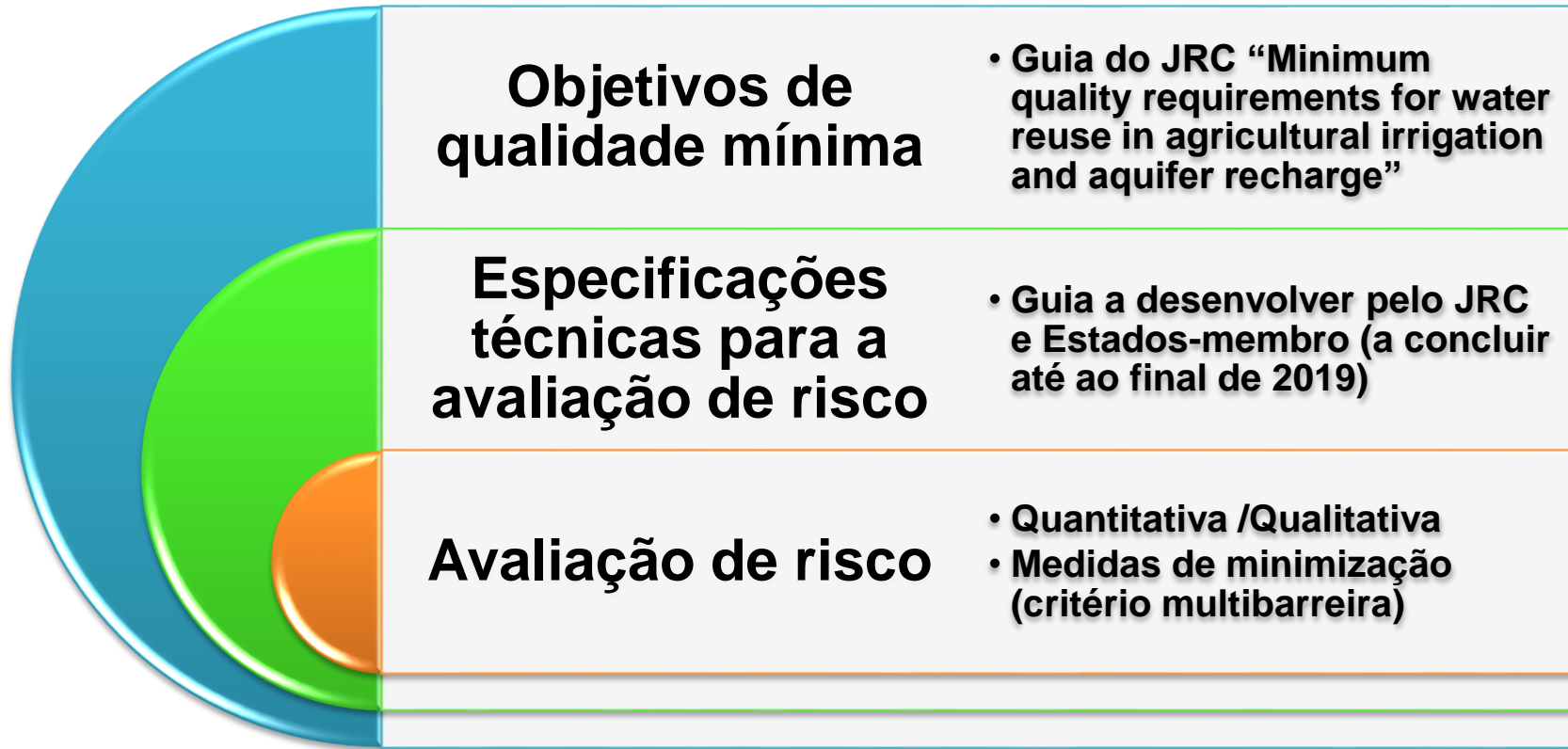


# Reutilização de água: Dificuldades na rega agrícola (EU)

- ✓ **Normas legais: Ausência ou inadequadas quando existentes**
- ✓ **Ausência de requisitos harmonizados: Obstáculos à comercialização de bens alimentares**
- ✓ **Dificuldades na seleção das melhores tecnologias disponíveis**
- ✓ **Baixo custo no acesso a origens naturais de água face aos custos da reutilização**
- ✓ **Distancia entre o ponto de produção de água para reutilização e os locais de uso**
- ✓ **Monitorização de todo o sistema: Dificuldades na seleção das melhores técnicas e adequação de programas (custos muito elevados)**
- ✓ **Dificuldades na avaliação de risco**
- ✓ **Processos de licenciamento complexos e desadequados**
- ✓ **Modelos económicos pouco desenvolvidos**
- ✓ **Falta de aceitação pública e/ou governamental**
- ✓ **Capacidade limitada para promoção das práticas de reciclagem e de reutilização a nível institucional**
- ✓ **Falta de incentivos financeiros para a promoção da prática**



# UE: Proposta de novo regulamento

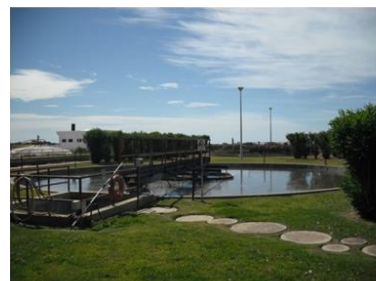


European  
Commission

Aplicável quando há reutilização de água para rega agrícola, mas não estabelece metas obrigatórias para a prática



# UE: Proposta de novo regulamento



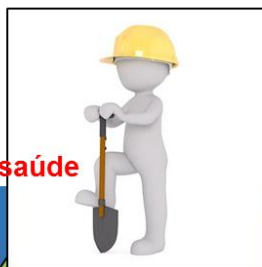
Trabalhadores e outras pessoas



“Sistema de Produção”

Água para reutilização

Risco para a saúde



Áreas irrigadas

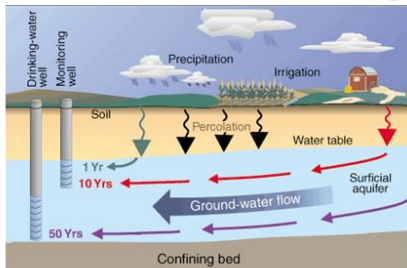
Risco para a saúde

Produtos agrícolas

Mercado interno UE

Consumidores

Risco ambiental  
caraterísticas locais  
(hidrogeologia, solos,  
culturas, outros usos RH)





# Qual a melhor solução?

## *Fit-for-all* (solução clássica)

Solução baseada no pior cenário  
Requisitos de qualidade por uso similares para qualquer região

## Desvantagens

- Requer sistemas de tratamento complexos
- Elevados custos de manutenção e exploração

## *Fit-for-purpose*

- Solução que prevê a produção de água tratada com qualidade adequada ao fim a que se destina
- Abordagem caso-a-caso suportada em avaliação e risco

## Vantagens

- Direção de recursos para onde são necessários
- Promove a prática na medida em que a qualidade vai de encontro às necessidades locais
- Pode reduzir custos de exploração em situações que requeiram menor qualidade de água

# Abordagem *Fit-for-Purpose*

**Nível de  
proteção  
mínima**

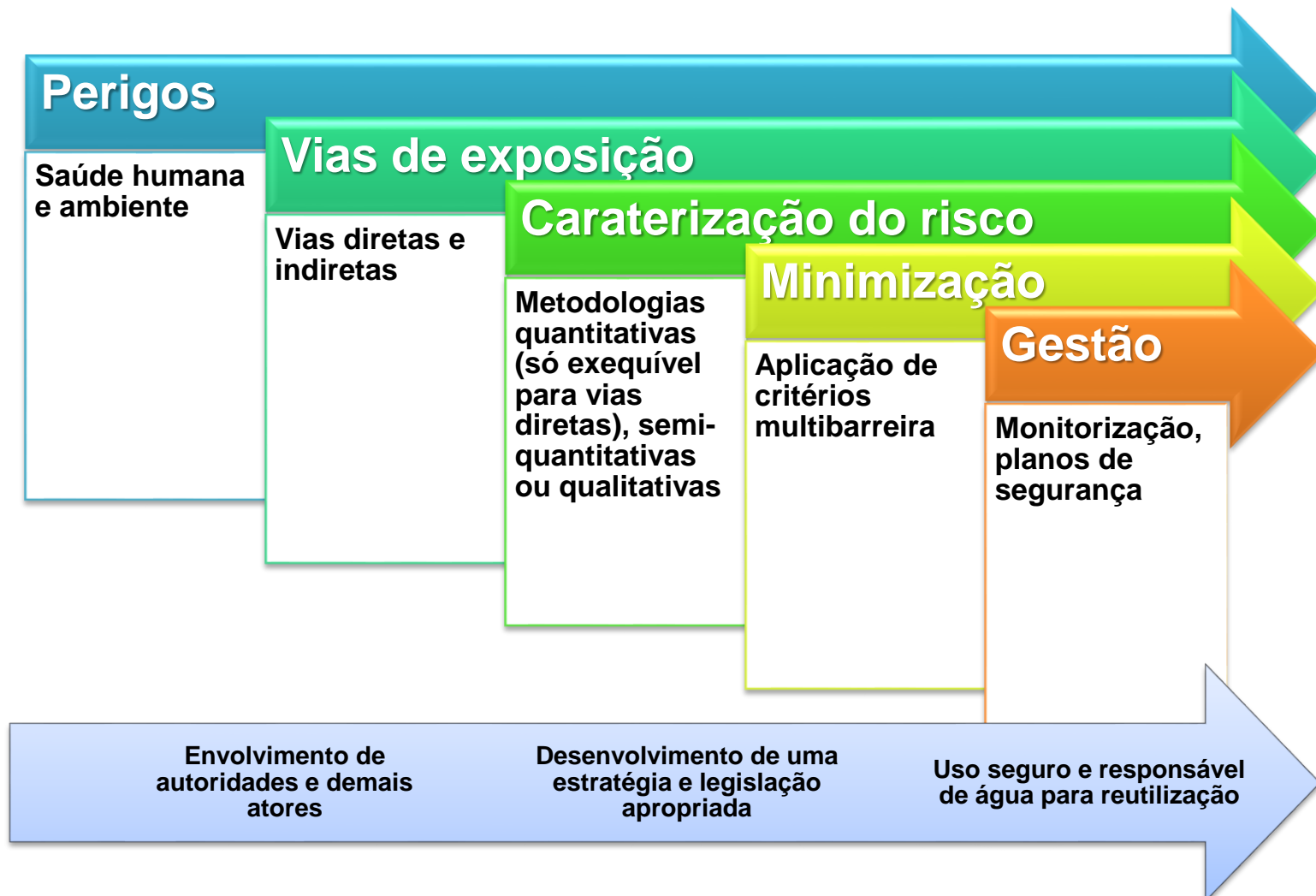
- **Objetivos de qualidade mínima**

**Proteção  
específica**

- **Requisitos de qualidade química e microbiológica em função do fim pretendido e das características dos recursos hídricos na envolvente**

**Abordagem suportada em avaliação de risco**

# Avaliação de Risco



# Licença para reutilização (Reg EU)

Avaliação de risco

Normas de qualidade  
(proteção da saúde humana e ambiente)

Medidas de prevenção de risco  
(aplicação de critérios multibarreira)

Monitorização.

- Validação
- Operacional
- Verificação

**Estados membro: Monitorização do meio recetor em função da legislação comunitária e nacional em vigor**



# Benchmarking de boas práticas

A análise das correntes práticas nos diversos Estados-membro não permite fazer o respetivo *benchmarking*



Aplicação de soluções *fit-for-all*: Tecnologias avançadas para entrega de água de elevada qualidade, tendo em conta um uso maioritário (e.g. Chipre, Malta)

Aplicações de soluções direcionadas em função dos usos (e.g. Portugal e Turquia)

Os projetos não pareceram ser desenvolvidos com base em avaliação de risco ou análise de custo/benefício



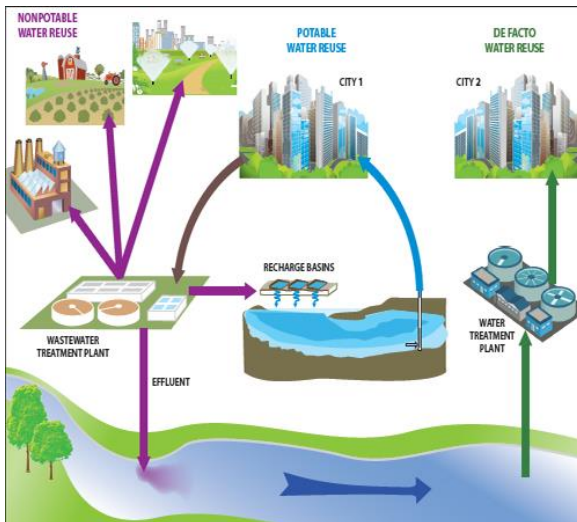
# Benchmarking de boas práticas: Aspectos críticos



Responsabilização entre o ponto de entrega e a utilização (produtor vs utilizador)

Existem boas práticas em alguns países, mas tal não significa que as mesmas possam ser adotadas linearmente pelos outros (o que é bom para um, pode não ser necessariamente bom para outro)

Um aprofundamento dos padrões de produção e uso é necessário para a perceção de onde, como e quando aplicar boas práticas



## Considerações finais

- A maioria dos usos existentes são usos não potáveis, pelo que a caracterização quantitativa de risco não é possível dada a ausência de dados de exposição direta e conseqüentemente dificulta o desenvolvimento de planos de segurança da água (visão clássica das águas de consumo)
- A norma ISO 20426:2018, *Guidelines for health risk assessment and management for non-potable water reuse*, poderá ser uma ferramenta útil
- O enfoque nas MTD pode não ser economicamente viável, nem a solução mais adequada, uma vez que promove a adoção de soluções *fit-for-all*



# Considerações finais

- Soluções *fit-for-all* podem ser adequadas a pequenas bacias, onde existe um único uso ou um uso predominante (e.g. Malta: Rega agrícola)
- Antes da implementação de qualquer projeto deverá ser efetuada uma avaliação de risco e uma análise de custo benefício para garantir que a solução a desenvolver é a que mais se adequa ao uso pretendido e aplicado um sistema de multibarreiras adequado de modo a que o risco residual para a saúde humana e ambiente (risco remanescente mesmo após se terem tomado todas as medidas de redução/prevenção possíveis) seja o mais baixo possível
- A repartição/divisão de responsabilidades entre o produtor de água e o utilizador final deverá ser devidamente acautelada. Um licenciamento adequado será útil para definição das condições de produção e utilização e seguimento dos projetos, para controlo do risco
- A avaliação dos custos da reutilização de água e a forma de envolvimento dos produtores de água e diversos utilizadores carece de um estudo mais aprofundado, nomeadamente para assegurar práticas viáveis sob os princípios da economia circular. O conhecimento do uso de boas práticas interligadas com a análise de custo-benefício contribuirá para uma verdadeira transição para a economia circular

# Referências

- 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.
- International Organization for Standardization (2015) ISO 16075-1-2-3-4:2015 – Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Parts 1-2-3-4, International Organization for Standardization, Geneva.
- 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.





AGÊNCIA  
PORTUGUESA  
DO AMBIENTE



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



European Union Network for  
the Implementation and Enforcement  
of Environmental Law

Muito Obrigada!  
Grazzie Mille!



*Anabela Rebelo – Portuguese  
Environmental Agency*

*Genève Farabegoli - Italian National  
Institute for Environmental Protection and  
Research*

*Francesco Andreotti - Italian National  
Institute for Environmental Protection and  
Research*

apambiente.pt