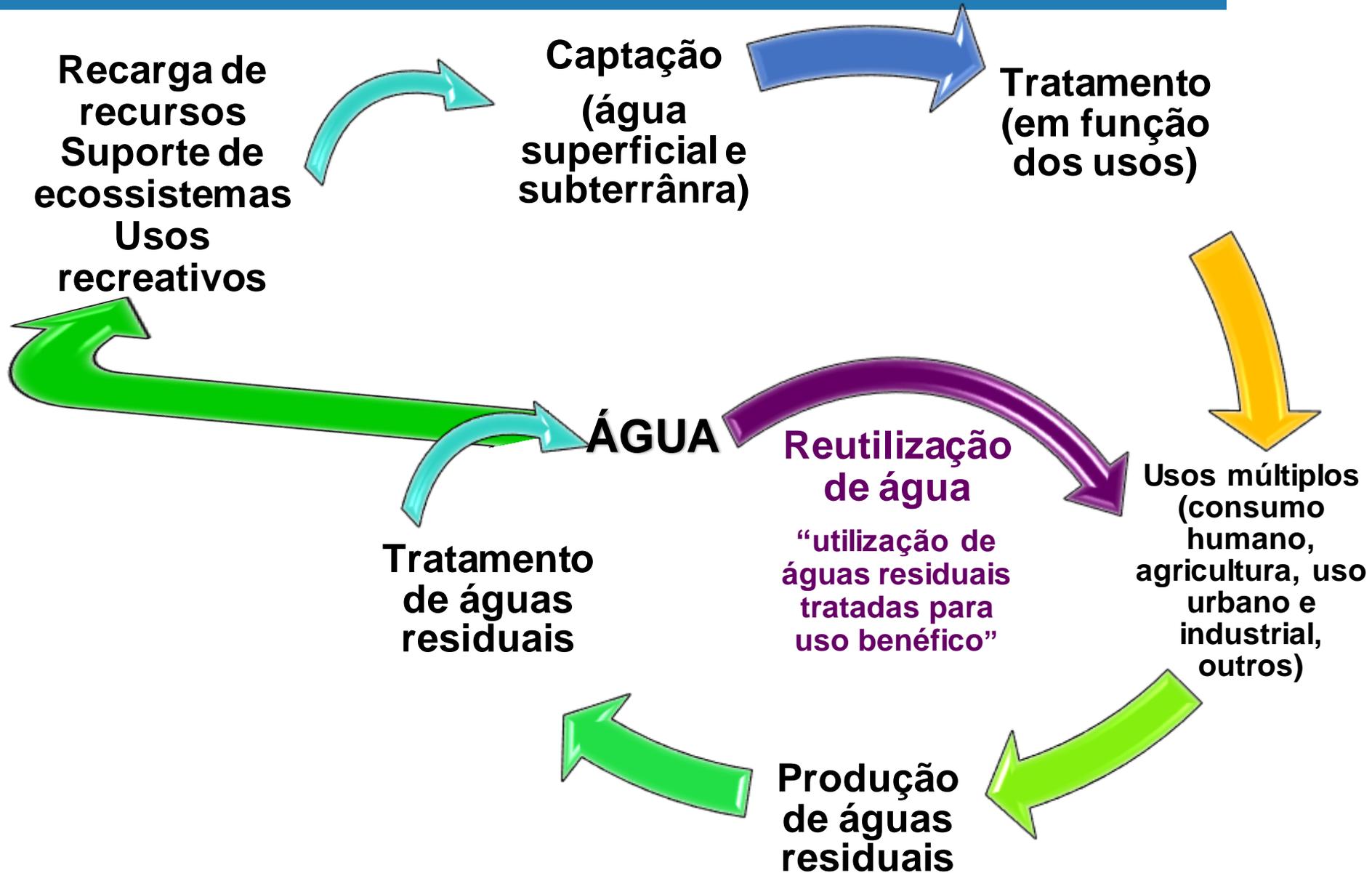


# Reutilização de Água



**apa**  
agência portuguesa  
do ambiente

# USO DA ÁGUA: NOVA ABORDAGEM





# ABORDAGEM *FIT-FOR-PURPOSE*

**Qualidade da água em função do fim e do ambiente**

**Definição de qualidade suportada em avaliação do risco**

**Controlo do risco com base numa abordagem multibarreira**

**Divulgação de informação sobre procedimentos e práticas de segurança**

**Segurança para consumidores e trabalhadores**

**Tecnologia adequada ao nível dos requisitos de qualidade**

**Alocação de recursos de acordo com as necessidades**

**Monitorização de verificação e de validação para assegurar confiança e viabilidade**

**Promoção da aceitação pública**

# REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA EM PORTUGAL (DL 119/2019, DE 21/08))

**Origens (água residual tratada)**

**Tipos de sistemas**

**Usos/Requisitos**

**Projeto/Avaliação do Risco**

**Suporte bibliográfico:**

**Agricultura: Proposta de Regulamento Europeu para rega Agrícola e Relatório do JRC sobre os requisitos mínimos de qualidade**

**Outros:**

- **Normas ISO relativas à reutilização de água (rega, usos urbanos, avaliação do risco e vocabulário) publicadas entre 2015 e 2018**
- **Normas de orientação da OMS (2006)**
- **Exemplos de boas práticas (E.g. Projeto IMPEL “Integrated Water Approach & Urban Reuse”)**
- **Projetos R&D: Reutilização de água, contaminantes alvo de preocupação emergente em águas residuais, novas tecnologias**

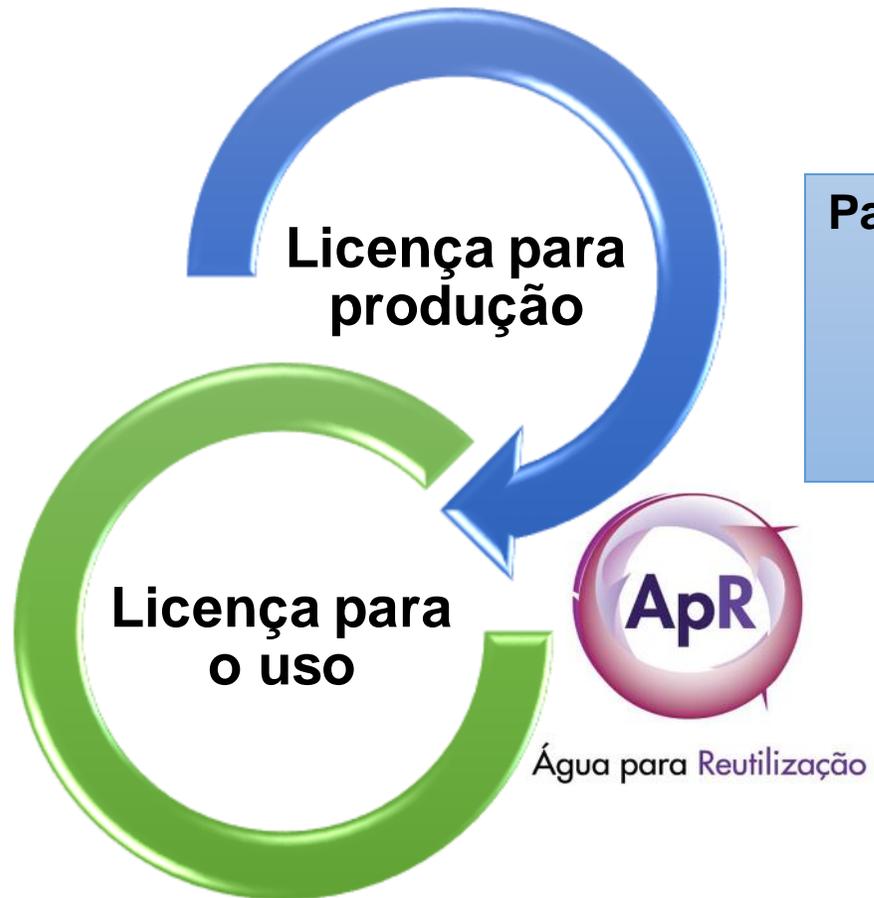
**Plano de Ação para a Economia Circular**

rega)

produção agrícola)

# LICENCIAMENTO

- **Sistemas Centralizados**



Pareceres prévios:  
ARS (todos os projetos)  
DRAP (usos agrícolas)

- **Sistemas Decentralizados & em Simbiose**



# INOVAÇÃO



**Sistemas em simbiose:  
Aproveitamento de  
escorrências agrícolas (e.g.  
hidroponia) para rega de  
outras culturas**

**Simbiose industrial: As  
águas residuais de uma  
dada indústria poderão ser  
uma origem para produção  
de ApR noutra indústria**



**Guia para auxílio na aplicação do  
diploma legal e para o processo  
de avaliação do risco**

**GUIA PARA A REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA  
USOS NÃO POTÁVEIS**



**ApR**

Água para Reutilização

**apa** agência portuguesa  
do ambiente

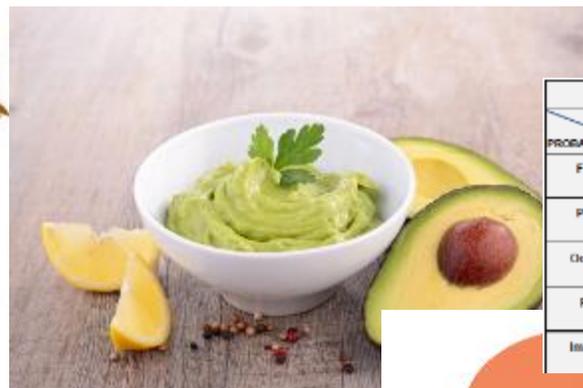
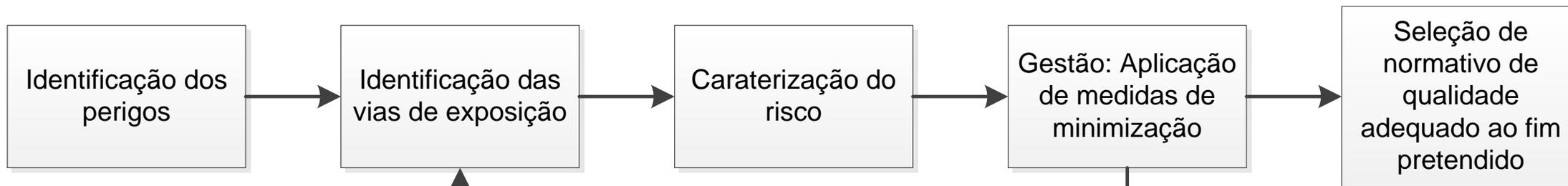
**apa**  
agência portuguesa  
do ambiente

# AVALIAÇÃO DO RISCO



<b>Avaliação do risco</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abordagem semi-quantitativa suportada em escalas de importância</li><li>• Saúde pública e ambiente</li><li>• Entregue com o requerimento de licença</li></ul>
<b>Perigos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conteúdo microbiológico</li><li>• Substâncias químicas (avaliação suportada na abordagem combinada descrita na lei da água, para as águas residuais)</li></ul>
<b>Quem faz</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Produtor de ApR (desde a produção até ao ponto de entrega) / Utilizador final (desde o ponto de entrega ao ponto de aplicação)</li><li>• Envolvência de autoridades/entidades para informação e auxílio (e.g. R&amp;D)</li></ul>
<b>Licença</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Valida o processo de avaliação e gestão do risco</li><li>• Condições: Definição de medidas para o controlo do risco</li></ul>

# USOS NÃO POTÁVEIS: AVALIAÇÃO DE RISCO (SAÚDE)



RISK ASSESSMENT MATRIX				
SEVERITY / PROBABILITY	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent (A)	High	High	Serious	Medium
Probable (B)	High	High	Serious	Medium
Occasional (C)	High	Serious	Medium	Low
Remote (D)	Serious	Medium	Medium	Low
Improbable (E)	Medium	Medium	Medium	Low



# AV. RISCO PARA SAÚDE (MODELO SEMI-QUANTITATIVO)

**Dano/falhas nas barreiras**

$$V_{\text{Recetor}} = \frac{\sum (f_{i\text{Via exp}} \times f_{i\text{Cen exp}})}{f_{\text{normalização}}} \quad \text{Vulnerabilidade dos recetores}$$

$$f_{\text{normalização}} = f_{i\text{max}} \times \sum (f_{i\text{via exp}} \times n.^{\circ} \text{ cen exp})$$

WORST-CASE SCENARIO



WORST-CASE SCENARIO \* WORST-CASE SCENARIO \* WORST-CASE SCENARIO \* WORST-CASE SCENARIO

		Rara	Pouco provável	Possível	Provável	Quase certa
		Probabilidade de falha na barreira				
		1	2	3	4	5
Severidade dos danos	Insignificante	1	1	2	2	3
	Fraco	1	2	4	4	5
	Moderado	2	4	4	6	7
	Forte	2	4	6	8	9
	Severo	3	5	7	9	9

Severidade dos danos	1	2	3	4	5
Insignificante	1	1	2	2	3
Fraco	1	2	4	4	5
Moderado	2	4	4	6	7
Forte	2	4	6	8	9
Severo	3	5	7	9	9

$R_{\text{global}} \geq 7$  Inaceitável

$3 \leq R_{\text{Global}} < 7$  Aceitável

$R_{\text{global}} < 3$  Desprezável

**Vias e cenários de exposição**

$$\text{Dano} = \frac{\sum (f_i \times n)}{f_{\text{normalização}}}$$

$$f_{\text{normalização}} = f_{i\text{max}} \times n$$

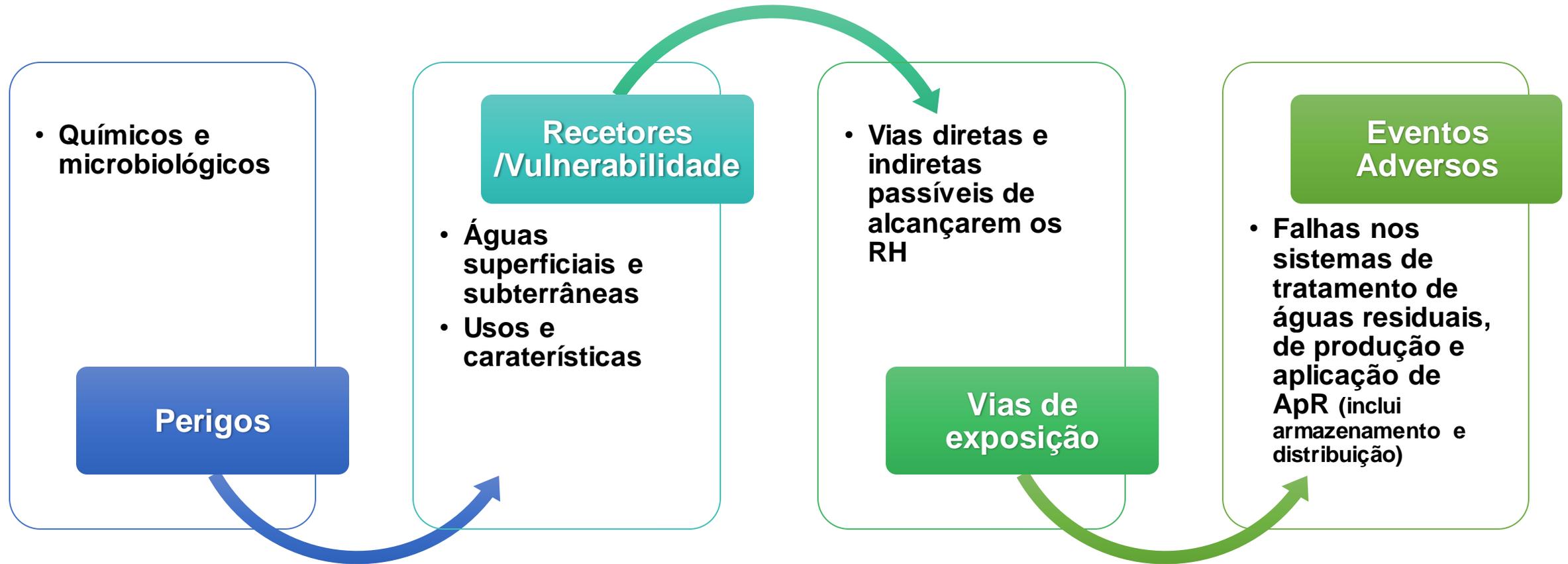
$$R_{\text{Recetor}} = \text{Perigo} \times V_{\text{Recetor}} \times \text{Dano}$$

$$R_{\text{Global}} = \frac{\sum R_{\text{Recetor}}}{N_{\text{Recetores}}}$$

Uso de escalas de importância

Risco por recetor e risco global

# AVALIAÇÃO DE RISCO PARA AMBIENTE (RECURSOS HÍDRICOS)



# MODELO SEMI-QUANTITATIVO

Zonas de elevada vulnerabilidade hidrogeológica ou sensíveis (eutrofização)

N, P e substâncias alvo de preocupação emergente

Águas subterrâneas

Zonas de baixa vulnerabilidade hidrogeológica

Parâmetros que influenciam estado ecológico, subst. prioritárias, perigosas prioritárias e poluentes específicos

Águas superficiais

Zonas balneares, aquícolas, conquícolas ou piscícolas

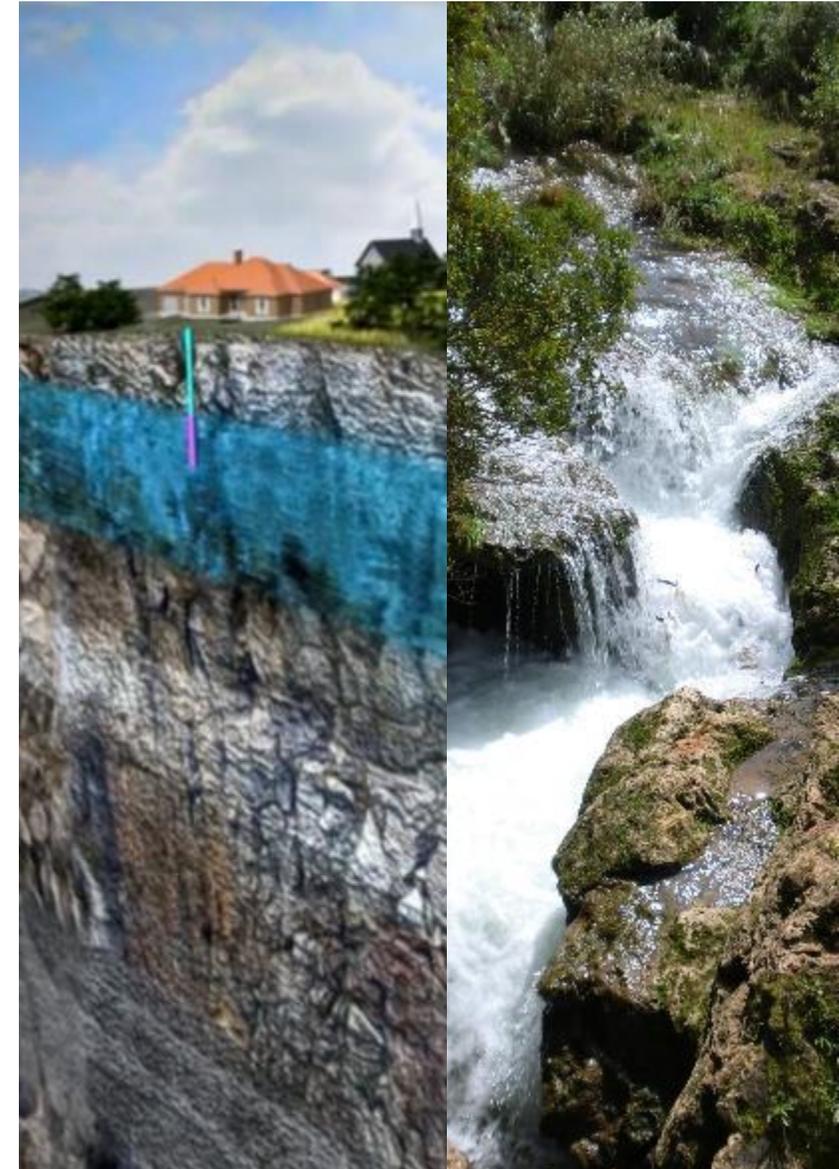
Indicadores microbiológicos

Águas superficiais

Produção de água para consumo humano

Indicadores microbiológicos

Águas subterrâneas ou superficiais



# VULNERABILIDADE/DANO/RISCO

$$V_{RH} = V_{pag\ sub} \times f_{pag\ sub} + V_{pag\ sup} \times f_{pag\ sup}$$

$$V_G = V_{RH} \times \frac{\sum f_i\ barreira}{f_{max} \times n_{cen}}$$

$V_{pag\ sub}$  – Vulnerabilidade parcial das águas subterrâneas

$V_{pag\ sup}$  – Vulnerabilidade parcial das águas superficiais

$f_{pag\ sub}$  – Fator de ponderação para as águas subterrâneas ( $f_{pag\ sub} = V_{pag\ sub} / (V_{pag\ sub} + V_{pag\ sup})$ )

$f_{pag\ sup}$  – Fator de ponderação para as águas superficiais ( $f_{pag\ sup} = V_{pag\ sup} / (V_{pag\ sub} + V_{pag\ sup})$ )

Infiltração nas águas subterrâneas		Ausência de infiltração				
		I	II	III	IV	
Risco para águas subterrâneas	Aqüífero superficial com ausência de camada protetora de argila	I	2	4	6	6
	Aqüífero profundo com camada protetora de argila	II	2	4	4	6
	Aqüífero profundo com camada protetora de argila significativa	III	2	2	4	4
	Ausência de aquífero com continuidade hidrológica na área	IV	2	2	4	4
Risco para águas superficiais			6	6	4	2
			IV	III	II	I
		Elevada escorrência superficial	Média escorrência superficial	Baixa escorrência superficial	Ausência escorrência superficial	
		Escorrência superficial				

Fraco  
Moderado  
Forte  
Severo

Severidade dos danos

	Pouco provável	Possível	Provável	Quase certa
Probabilidade de ocorrência de exposição				
	2	3	4	5
2	2	4	4	5
3	4	4	6	7
4	4	6	8	9
5	5	7	9	9

R  
I  
S  
C  
O

$$R_{RH} = \frac{P \times V_G \times D / 9}{9}$$



Conjugação de vulnerabilidade dos RH, com barreiras e cenários de exposição: Vulnerabilidade global

# EXEMPLOS: ABORDAGEM MULTIBARREIRA

## Aspetos críticos

Tipo de rega

Presença humana

Conteúdo microbiológico +  
Potencial de recrescimento ou  
recontaminação

## Barreiras

Métodos de rega específicos

Horários de rega para evitar  
público

Desinfecção + pós-cloragem

## Objetivo

Reduzir o contato da água com  
a cultura agrícola e  
trabalhadores

Evitar a presença de público  
durante a rega: Diminuir a  
probabilidade de contato entre  
a água e as pessoas

Reduzir o teor de  
microrganismos a um nível  
aceitável + reduzir o potencial  
de recrescimento ou  
recontaminação

# COMO SE USAM OS REQUISITES DE QUALIDADE E BARREIRAS (EXEMPLO)

Culturas consumidas em cru (parte consumível contata com a água)

- Qualidade Classe A
- Qualidade Classe B



N.º Barreiras adicionais

- 0 (E. coli < 10 ufc/100 mL)
- 1 (E. coli < 100 ufc/100 mL)



Exemplo de Barreiras

- --
- Rega gota-a-gota

Evita o contato da água com a parte consumível

# USO EFICIENTE DA ÁGUA NA INDÚSTRIA: IMPEL IWA 2017-2018

- **Uso de menor quantidade de água por unidade de produção**
- **Poupança energética**
- **Redução das emissões de CO<sub>2</sub> (e.g. redução na bombagem de água)**

**Redução do consumo de água**

## Recursos Hídricos

- **Prevenção da sobreexploração das massas de água**
- **Promoção da recuperação dos recursos hídricos (recuperação quantitativa)**

**Promoção da economia circular?**



# USO EFICIENTE DA ÁGUA

- Concentração de poluentes nas águas residuais
- Eventual risco de impactes negativos a curto, médio e longo prazo nas massas de água (efeitos agudos e crónicos nos ecossistemas)

## Consequências

## Recursos Hídricos

- Redução de valores naturais (perda de ecossistemas e/ou biodiversidade)
- Aumento das emissões de CO<sub>2</sub> (oxidação da matéria orgânica/ blooms algais)

- Uso de uma abordagem integrada para o uso da água, ao nível dos ciclos urbanos e industriais, e ao nível local e ao nível da massa de água

## Possível solução

Referência: Farabegoli *et al.* (2018) Industrial Water Management guidelines: A guidance for IED permit writers. IMPEL – European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, Brussels.

# ABORDAGEM INTEGRADA PARA A ÁGUA

Diminuição do consumo de água a partir das origens

Reutilização intra/inter processos/setores/indústrias (criação de sinergias)

**Quantidade**

**Uso Eficiente da Água**

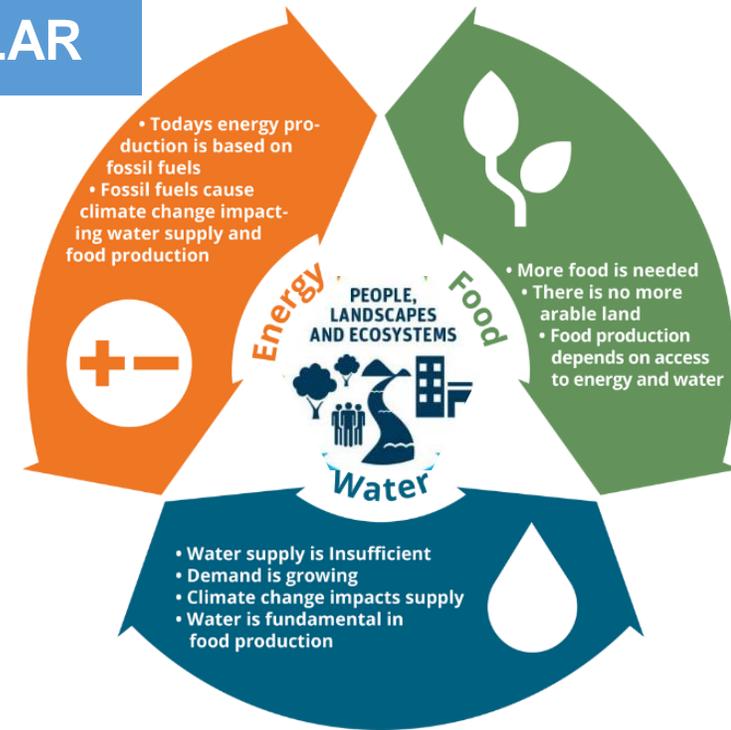
**Qualidade**

Gestão das rejeições para prevenção de efeitos agudos e crónicos: Bom Estado da Água

Medidas ao nível da rejeição: abordagem individual ou por bacia, VLE compatíveis com o meio recetor, zonas de mistura, medidas de promoção de dispersão/diluição de plumas. Reutilização para promoção de ecossistemas

# IMPEL IWA 2019: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA E ECONOMIA CIRCULAR

- Consumos energéticos
- Emissões de CO<sub>2</sub>
- Gestão de lamas & Resíduos

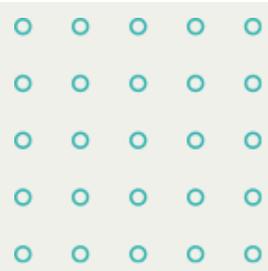


- Quantidade
- Qualidade
- Recuperação de nutrientes
- Tecnologias de tratamento

- Definição de um índice de circularidade associado ao uso da água
- Ferramenta para determinação do índice
- Aplicação a vários países (PT, IT, FI, NL)



- Promoção de valores naturais e biodiversidade
- Simbioses entre processos, sistemas e matrizes ambientais
- ...

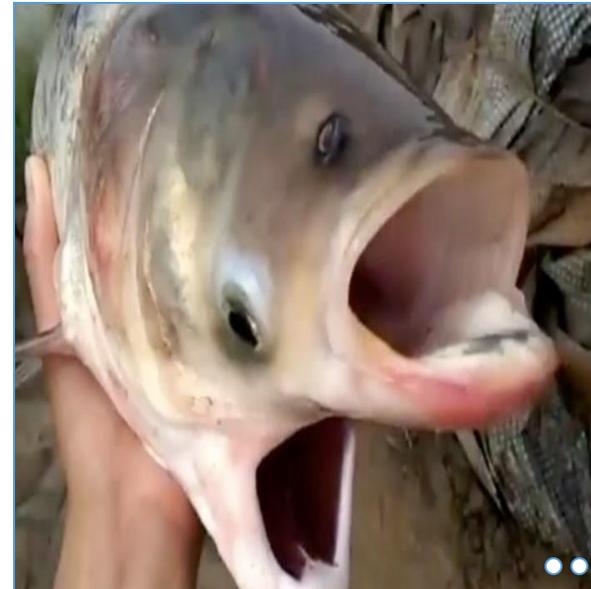


# Crimes Ambientais: Crime para os Recursos Hídricos



**apa**  
agência portuguesa  
do ambiente

# IMPACTES SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



○ Efeitos agudos

○○ Efeitos crónicos

○○○ Efeitos reversíveis

○○○○ Efeitos irreversíveis

○○○○○ Afetação de usos

# SIGNIFICÂNCIA DO DANO

**Dimensão temporal**

**Parâmetros críticos**

**Extensão da  
afetação**

...

**Recolha de  
provas**

**Origem**

**Falhas &  
Acidentes**

**Más  
práticas  
(origem)**

**Relação  
causa-  
efeito**

...

# TRABALHO PROPOSTO

Grupo de Trabalho:  
APA, IGAMAOT, PGR, PJ

Perigos e eventos adversos

Definição de fatores críticos (RH: características e usos)

Dimensão temporal: Episódio isolado, intermitente ou descontínuo, contínuo

Suporte em avaliação do risco para determinação da significância do dado

Probabilidade de ocorrência x Severidade dos danos

Escalas de importância

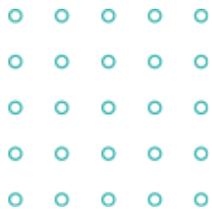
$$I_c = \frac{\sum (f_{i s\text{-key}} \times f_{i w})}{N_f}$$

Parameter	Risk level	Risk value
Dangerous and hazardous substances	Dangerous substances not regulated in water resources legislation	0
	Dangerous substances not designed by the European Commission as List II pollutants <sup>1</sup> but covered by the substances families defined in directive 76/464/CEE <sup>2</sup>	2
	Priority substances <sup>3</sup> or List II pollutants <sup>4</sup>	4
	Priority hazardous substances <sup>5</sup> or List I pollutants <sup>6</sup>	6
Retention basins	Present in good condition	0
	Present but with minor defects	2
	Present but in poor condition or not enough capacity (min. 80% of the total storage)	4
Safety barriers, systems for leak detection, Alert systems	Absent	6
	Present in good condition	0
	Present but with minor defects	2
	Present but in poor condition	4
	Absent	6

Likelihood	Consequences				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Severe
Almost certain	M	H	H	E	E
Likely	M	M	H	H	E
Possible	L	M	M	H	E
Unlikely	L	M	M	M	H
Rare	L	L	M	M	H

$$EQ_{water} = EQ_{substance 1} + EQ_{substance 2} + \dots$$

- **Priorização do “dano para os RH”**
- **Definição de elementos cruciais a constar no relatório para suporte das provas recolhidas e enquadramento jurídico dos processos em termos de danos para os RH**
- **Danos para os RH: Desenvolvimento de um template para o modelo de relatório (com exemplos práticos para melhor auxílio das várias entidades envolvidas neste tipo de processos suportados na classificação de danos proposta (suportada em avaliação do risco))**



**apa**  
agência portuguesa  
do **ambiente**

**Muito obrigada  
pela vossa atenção!**  
[anabela.rebelo@apambiente.pt](mailto:anabela.rebelo@apambiente.pt)

[apambiente.pt](http://apambiente.pt)

