

apa
agência portuguesa
do ambiente

Da evidência ao efeito adverso sobre os recursos hídricos: o uso em processo contraordenacional e penal

Anabela Rebelo, PhD

Departamento dos Recursos Hídricos

anabela.rebelo@apambiente.pt

Imaginem uma pessoa ferida...



- **É legítimo continuar a “bater-lhe”?**



E um recurso hídrico poluído...



- Confere o direito de continuar a poluir?
- E se esse recurso for a nossa origem de água para beber...



Crime? Contraordenação?



Desafios da terminologia...

- **Conceitos jurídicos**

- Perigo
- Dano
- Poluição
- Massa de Água
- Estado da massa de água
- ...



classroomclipart.com
http://classroomclipart.com



- **Conceitos técnico-científicos**

- Contaminante
- Poluente
- Recursos hídricos (águas superficiais e águas subterrâneas)
- Aquífero
- ou simplesmente “Água”
- ...

- **Termos usuais...**

- Contaminação
- Poluição
- Massa de água
- Nível do aquífero
- ...



Exemplo: Palavra “Dano”

01

Dicionário

Estrago
Prejuízo



02

Regime da Resp. Ambiental (RA)

A alteração adversa mensurável de um recurso natural ou a deterioração mensurável do serviço de um recurso natural que ocorram direta ou indiretamente

03

(RA) Danos causados à água

Quaisquer danos que afetem adversa e significativamente o estado das massas de água (conceito de estado definido ao abrigo da Lei-Quadro da Água)

04

Nova Diretiva Crime Ambiental: Dano substancial para a água

Dano substancial (relação com infrações)

05

Metodologias do Risco

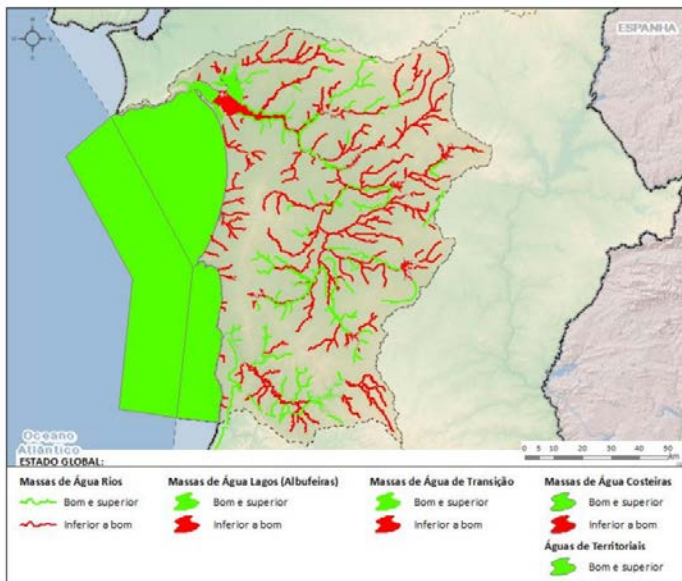
“Estragos ou prejuízos” decorrentes da exposição de um dado recetor a um dado perigo, num determinado referencial espacial e temporal

Perigo: “Propriedade intrínseca” (e.g.: de uma substância química ou a patogenicidade de um dado microorganismo...)

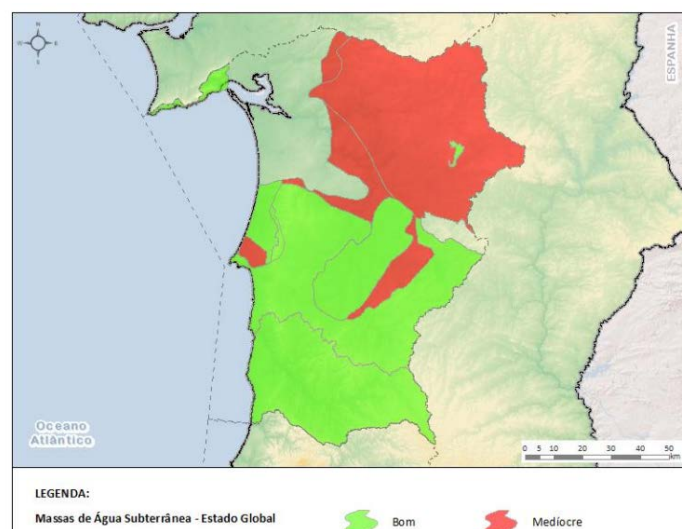
Exemplo: “Estado da massa de água” vs deterioração da qualidade da água

Estado das Massas de Água

Águas superficiais



Águas subterrâneas



• Estado da massa de água (MA)

- Definição na Lei-Quadro da Água (transposição da Diretiva 2000/60/CE, DQA)
- Avaliação (metodologias técnico-científicas) definida ao abrigo de legislação própria e orientações da CE (transposição da DQA e diretivas-filhas e guias CE)
- Inscrição nos Planos de Gestão de Região Hidrográfica (publicados ao abrigo de uma Resolução do Conselho de Ministros)
- Revisão a cada 6 anos (em conformidade com a Lei-Quadro da Água)

• Deterioração da qualidade da “água” (recurso hídrico)

- Avaliação técnico-científica da degradação dos parâmetros de qualidade do recurso “água” enquanto suporte de ecossistemas, usos (produção de água para consumo, águas balneares, produção de bivalves para consumo humano... fruição do recurso)
- **“Destruição da água”** (versão química): Destruição da molécula H_2O ($2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$)

Deterioração do estado MA \neq Deterioração da qualidade da água

Contaminante vs Poluente

Todo poluente é um contaminante, mas nem todo contaminante é um poluente!

Contaminante

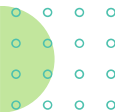
- Qualquer substância presente onde não deveria estar
- Não deve causar “efeitos adversos”
 - Se causar “efeitos adversos” passa a ser poluente
 - Depende do contexto (quantidade, local, uso)
- Exemplo: traços de metal nas águas superficiais ou subterrâneas (“contaminação de fundo” devido às características hidrogeológicas)



Poluente

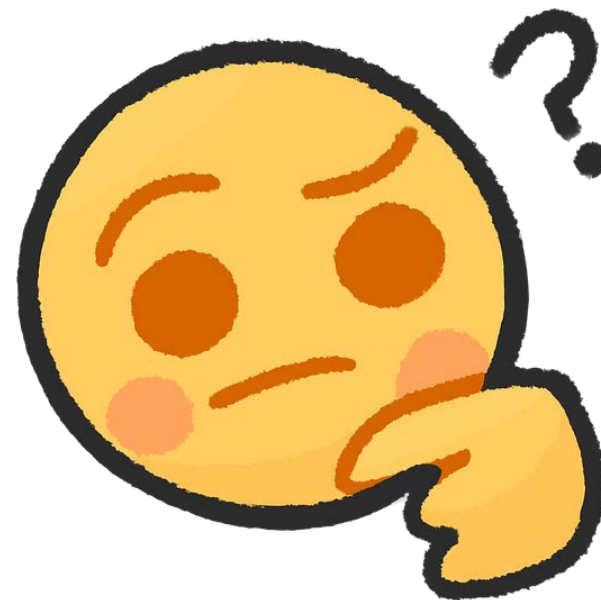
- Substância que causa “efeitos adversos” no(s) compartimento(s) ambiental(ais) ou na saúde, mesmo em quantidades vestigiais
- Está associada a efeitos adversos comprovados (e.g., toxicidade, bioacumulação ao longo da cadeia trófica, persistência no ambiente, patogenicidade)
- Normalmente excede normas de qualidade, “limiares de segurança”
- Exemplo: descarga de derivados de petróleo, substâncias químicas sintéticas, substâncias que consomem o oxigênio





what?

why?



O que aconteceu?

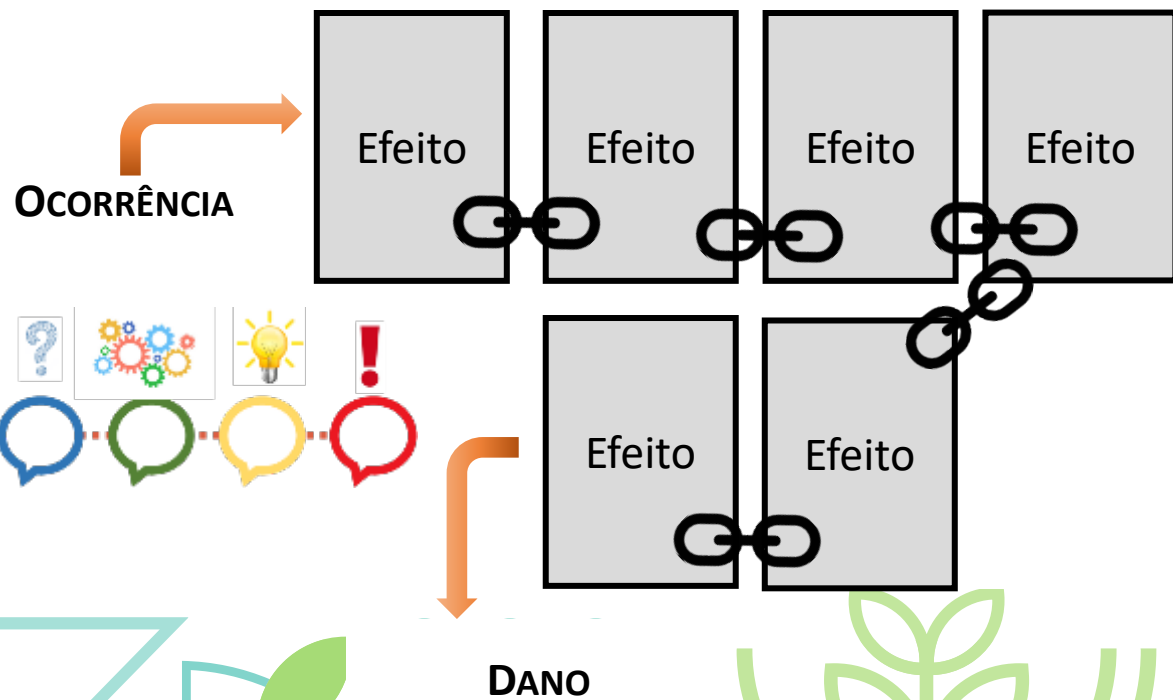
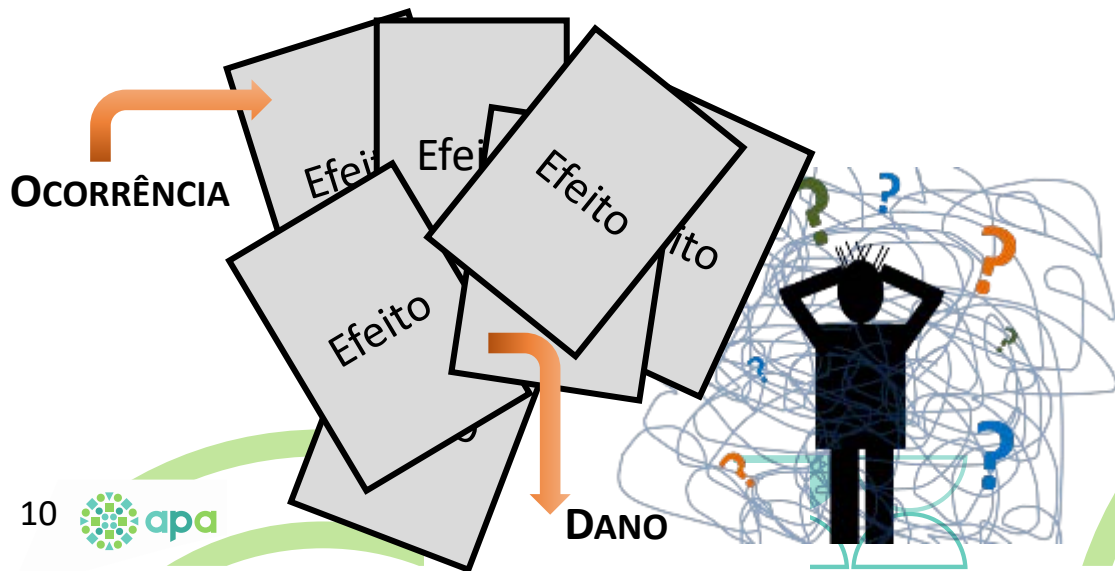
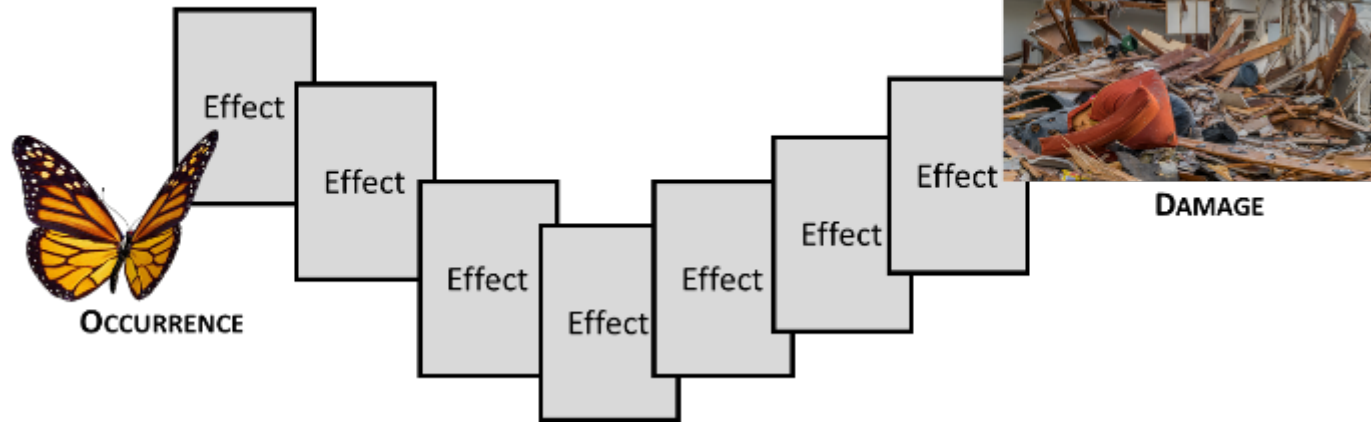
Porque é que os peixes morreram?

Como morreram os peixes?



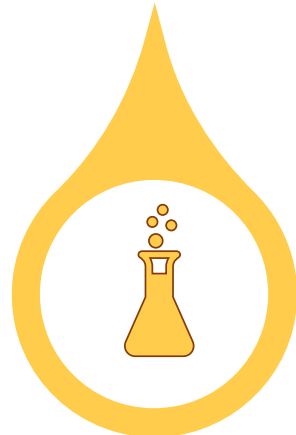
Como avaliar um incidente de poluição da água...

Efeito Borboleta



Recolha de evidências e tratamento de dados

Dados de Base (inf. validada)
PGRH
Licenciamento
Suporte SIG



Boas práticas (certificadas e/ou padronizadas)

Recolha de amostras
Metodologias analíticas



Tratamento dos resultados

Uso de metodologias e referências validadas por pares (ref.^{as} científicas)



“Tradução” dos resultados

Uso de métricas práticas e perceptíveis (e.g., relação com as normas de qualidade ambiental, relação com o efeito)



Apreciação de Resultados

Determinação da magnitude do “efeito negativo”



Índice Técnico-Científico para esclarecimento do ilícito (I_{tc})



REDE NACIONAL IMPEL

Como mensurar o "dano"?



Porquê este trabalho...

Orientação
técnica

Instrumento
técnico-científico

Suporte

Validação

Dano

Densificação do conceito de “*dano*” sobre os recursos hídricos

Ofensa intolerável ao recurso

Oferecer ao sistema sancionatório um referencial que permita destacar o ilícito contraordenacional do ilícito criminal

Complexidade

Desenvolvimento de uma ferramenta suportada em metodologias próprias da matemática, das ciências físico-químicas e do ambiente

Validação

Grupo de trabalho multidisciplinar (APA, IGAMAOT, PGR, PJ e colaboração do ICNF)

Validação em casos práticos

- IGAMAOT
- APA

Validação por pares científicos e independentes

Environmental Science
Advances



PAPER

View Article Online
View Journal | View Issue

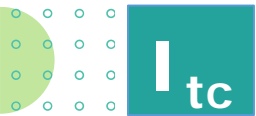
Check for updates

Cite this: Environ. Sci.: Adv., 2024, 3, 422

Substantial damage to surface water in the context of environmental crimes

Anabela Rebelo,¹ Andreia Franco,² Felisbina Quadrado,³ Vanda Reis,⁴ Sofia Batista,⁵ Ana Isabel Garcia,⁶ Rodrigo Ferreira,⁷ António Quintas⁸ and Albertina M. Marques⁹





01. POTENCIAL DE OCORRÊNCIA

Mede o que aconteceu/está a acontecer: Características intrínsecas da ocorrência ou evento perigoso

02. EFEITO NEGATIVO

Prende-se com a severidade do efeito e a continuidade do mesmo no tempo (integra a dimensão temporal)

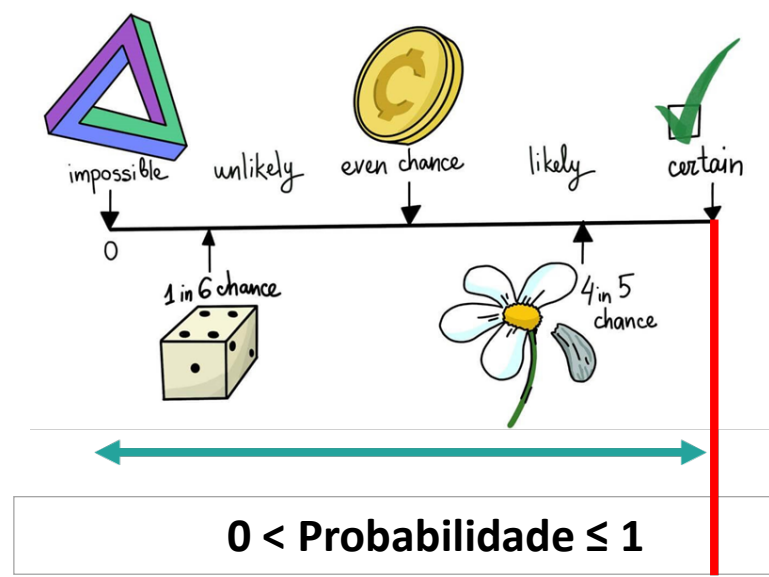
03. POTENCIAL DE AFETAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Integra a suscetibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos à poluição



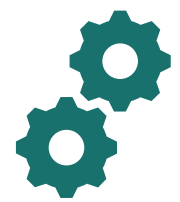
METODOLOGIA

Integra os efeitos cumulativos da ocorrência e respetiva consequência

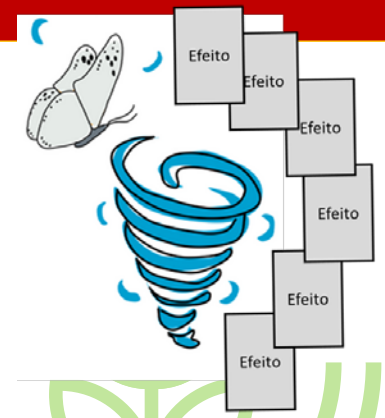


Probabilidade = 1
"Prognósticos depois do jogo"

Suportada na "base matemática" da caracterização do risco, assumindo que a "probabilidade de ocorrência do incidente" é igual a um (1)



Visão I_{tc}: Observa o "todo" decomposto pelos diversos fatores e estabelecimento da respetiva relação para determinação da magnitude do "dano"



Uso de terminologia técnico-científica



01. Efeito negativo

Afetação da qualidade dos recursos hídricos, dos ecossistemas aquáticos ou dos respetivos usos ou serviços em presença das próprias massas de água

02. Efeito negativo significativo

Efeito negativo que decorre de um resultado inaceitável para os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos, que pode/deve consubstanciar um dano

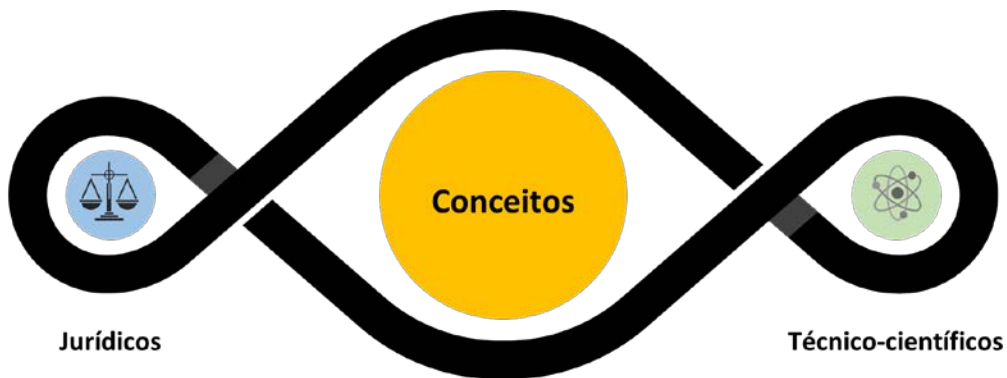
03. Ocorrência ou evento perigoso

Ato inusitado limitado no tempo, que poderá ser singular ou suceder periodicamente e do qual resulta efeito negativo sobre os recursos hídricos

04. Resultado da ocorrência ou evento perigoso

Resultado efetivo sobre os recursos hídricos de uma dada ocorrência ou evento perigoso, que decorreu num dado referencial espacial e temporal, medido através da metodologia desenvolvida (I_{tc})

“Novos”
CONCEITOS



A mesma palavra tem significados/interpretações distintas e.g. Perigo, Dano

Deterioração da qualidade da água

- Excedência (ou não conformidade) de pelo menos uma das normas de qualidade aplicáveis aos parâmetros ou
- O aumento da concentração de pelo menos um poluente no meio recetor, mesmo que o respetivo limiar já tenha sido ultrapassado

Os valores medidos em cada ponto de monitorização devem ser tidos em conta individualmente

Fatores: Escala de significância

Nível de importância

Importância fraca

Importância essencial ou forte

Importância demonstrada

Importância absoluta

Significância

Baixa ou não demonstrada

Média

Alta

Elevada

Valor

3

5

7

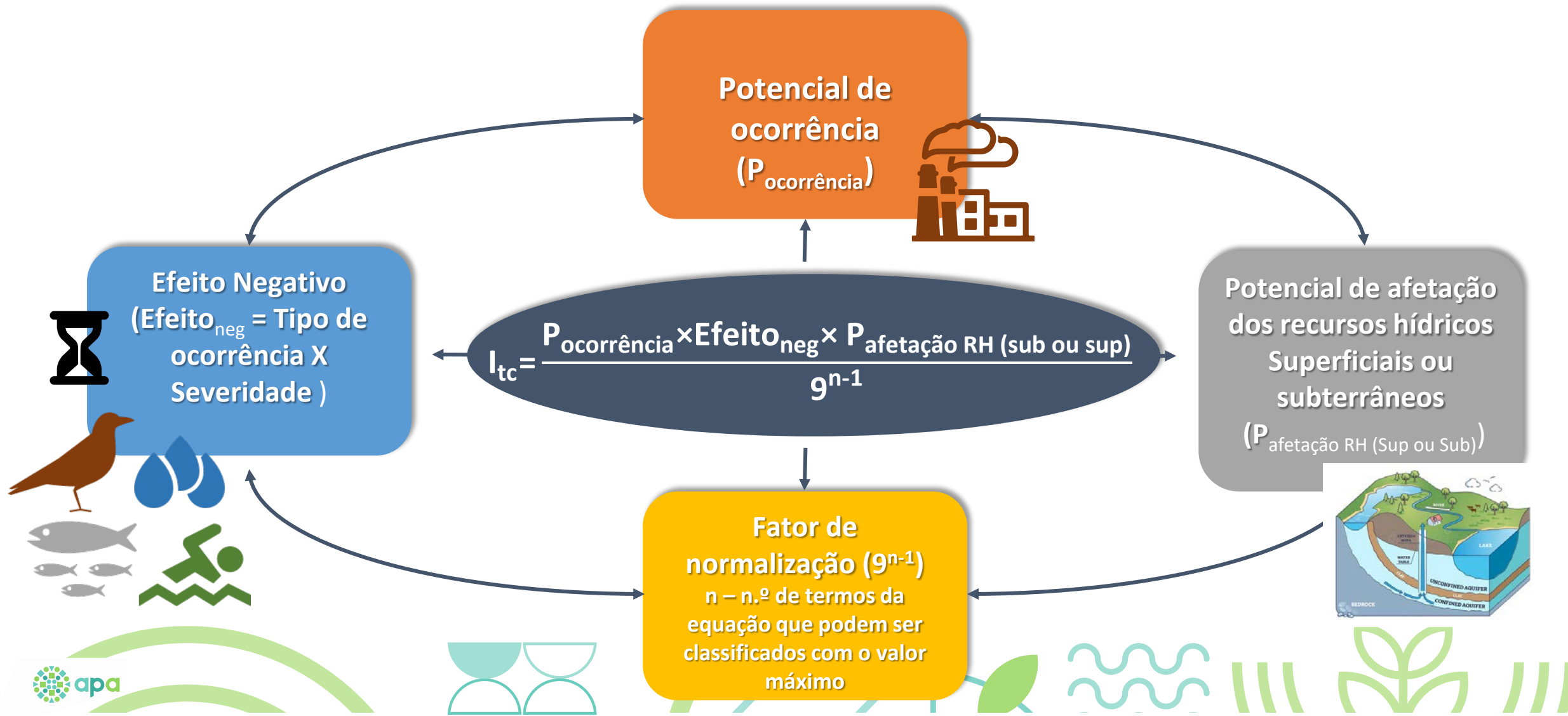
9

- Medição da significância através da comparação qualitativa da importância de cada fator relativamente a situação de referência (considerada na ausência de ocorrência ou evento perigoso)
- Incorporação de uma análise comparativa entre e a situação de referência e a posterior à ocorrência ou evento perigoso
- A classificação de cada critério é suportada nos conhecimentos prévios aos factos (ou na ausência de ocorrência), em particular os referentes aos recursos hídricos, água rejeitada e habitats, bem como acerca do uso ou serviço desempenhado por esses mesmos componentes ambientais



Escala de Saaty

Índice técnico-científico de esclarecimento do ilícito (I_{tc})



Potencial de ocorrência

Fatores de ocorrência

Rejeição de produtos químicos ou resíduos (incluindo chorume e estrume) que contenham produtos químicos ou ocorrência ou evento perigoso de origem desconhecida

Descarga de águas residuais urbanas ou não urbanas com e sem TURH (exceto carga microbiológica)

Descarga de águas residuais urbanas ou não urbanas com e sem TURH (avaliação exclusiva de carga microbiológica)

Ocorrências na envolvimento de captações de água subterrânea

Fatores de ocorrência (e.g.): Águas superficiais

Descarga de águas residuais urbanas ou não urbanas com e sem TURH (exceto carga microbiológica)

Classificação

VLE < [Parâmetro] ≤ 2xVLE	3
2xVLE < [Parâmetro] ≤ 3xVLE	5
3xVLE < [Parâmetro] ≤ 4xVLE	7
[Parâmetro] > 4xVLE	9

VLE descritos nos TURH ou legislação vigente

Descarga de águas residuais urbanas ou não urbanas com e sem TURH (exceto carga microbiológica)

Classificação

Poluentes específicos, substâncias tóxicas para os organismos aquáticos*

Outras substâncias, não especificadas no TURH, que provoquem deterioração da qualidade da água de pelo menos um parâmetro de suporte ao estado ecológico da massa de água recetora

Substâncias prioritárias, prioritárias perigosas ou outros poluentes (DQA) ou substâncias muito persistentes ou substâncias altamente tóxicas, reprotóxicas, mutagénicas ou com potencial para disrupção endócrina ou hidrocarbonetos totais, derivados do petróleo de C₁₀ a C₄₀

Parâmetro > VLE (se este estiver definido no TURH) ou apresentar valor quantificável na ausência de VLE expresso no TURH (ou sem TURH)

7

9

* Substâncias classificadas pela legislação da rotulagem ou azoto amoniacal superior a 10 mg/L NH₄



Efeito Negativo – Tipo de ocorrência (dimensão temporal)

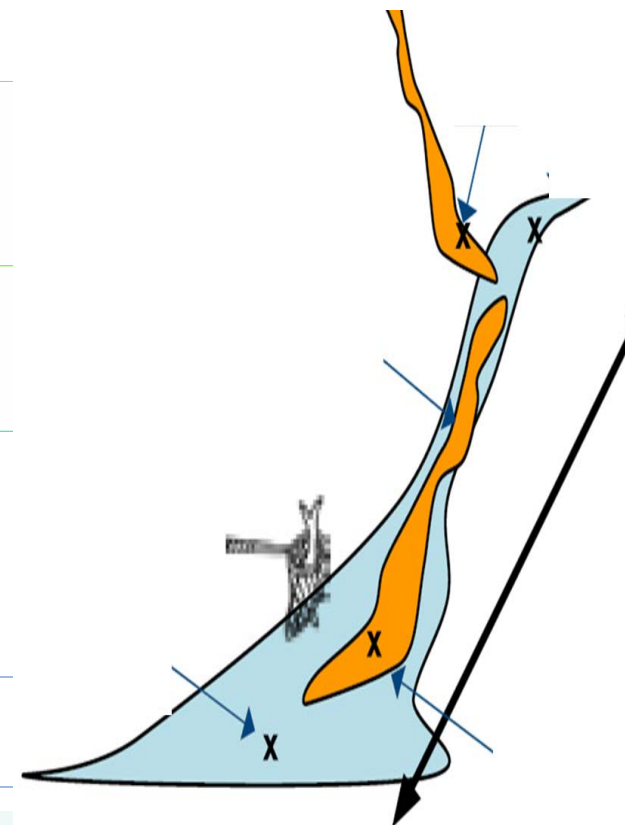
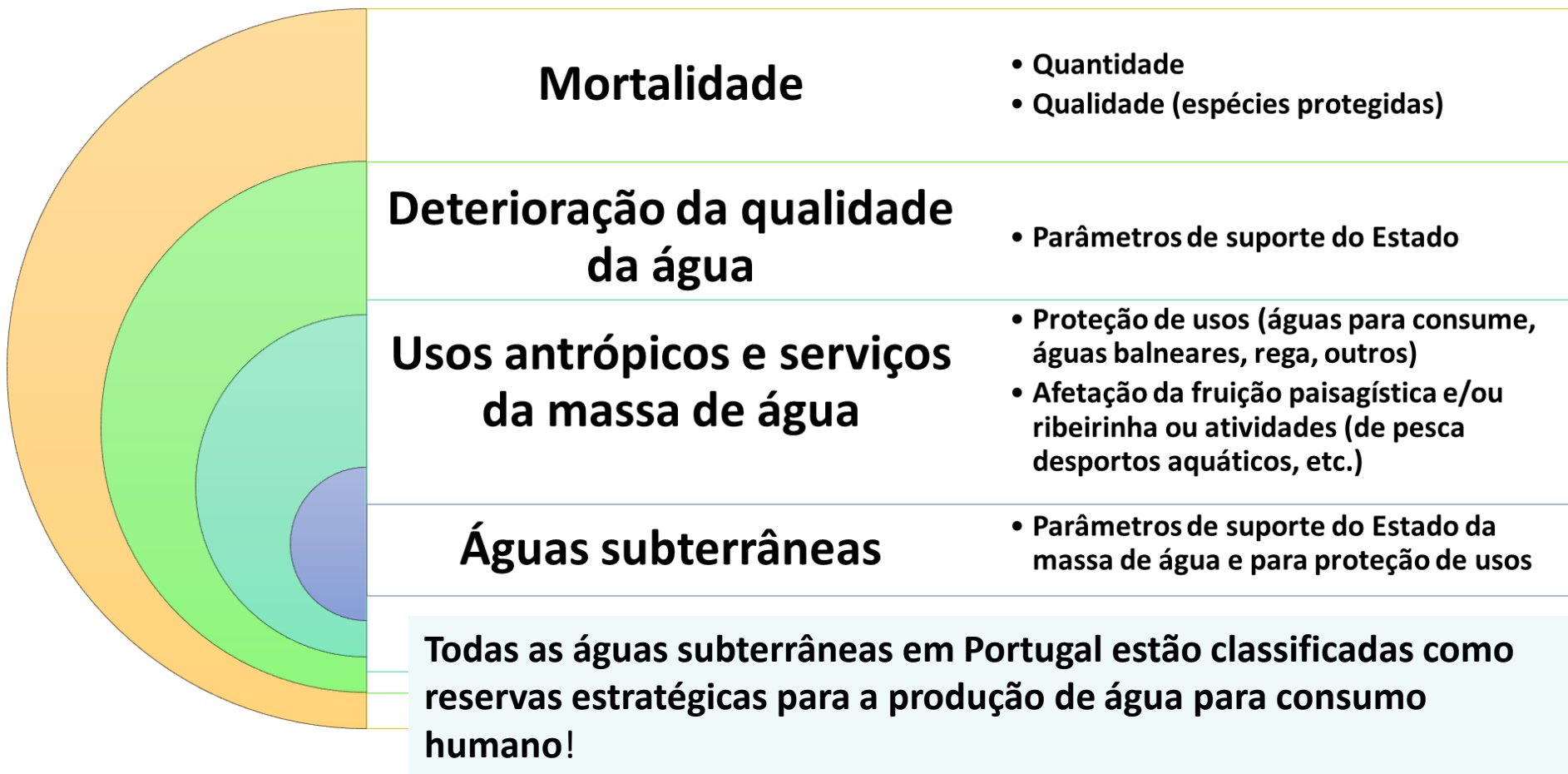
Descrição	Tipo	Classificação
Não há registos deste tipo de ocorrência nos últimos 12 meses	Ocorrência descontínua	3
Há registo de uma ocorrência nos últimos 12 meses	Ocorrência descontínua	5
Há registo de mais de uma ocorrência nos últimos 12 meses	Ocorrência descontínua	7
É uma rejeição de águas residuais em contínuo ou há registo de mais de seis ocorrências nos últimos 12 meses	Ocorrência contínua	9

Sempre que uma dada ocorrência se prolongue por um período superior a uma semana (7 dias), a mesma deverá ser classificada como contínua



Efeito Negativo – Severidade

“Medição do grau de afetação e extensão”



Fatores avaliados em função da distância

Efeito negativo

Resultado da "Tipologia"

	3	5	7	9
Resultado da " Severidade"	3	5	5	5
5	5	5	7	7
7	5	7	7	9
9	5	7	9	9

O resultado de quaisquer atos que afetem adversa e significativamente a qualidade da água, os ecossistemas aquáticos ou os respectivos usos ou serviços em presença

O efeito negativo dado pelo produto matricial da tipologia de ocorrência ou evento perigoso pela severidade do próprio efeito negativo



Potencial de afetação dos recursos hídricos

“medição da suscetibilidade dos recursos hídricos”



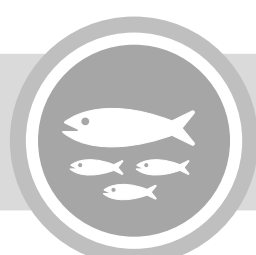
LOCALIZAÇÃO

Avaliação da distância da ocorrência a cursos de água, zonas de inundação, barragens, captação de águas subterrâneas



TIPOLOGIA DE ÁREA (RH)

Áreas sensíveis (DARU), áreas vulneráveis à poluição por nitratos, zonas de recarga de aquíferos



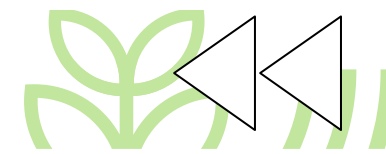
OUTRAS ÁREAS

Áreas de proteção de espécies de interesse económico, áreas de uso recreativo



PROTEÇÃO DA NATUREZA

Áreas protegidas e de conservação da natureza



Base matemática

$$I_{tc} = \frac{P_{ocorrência} \times Efeito_{neg} \times P_{afetação\ RH\ (sub\ ou\ sup)}}{81} \times f_{adicional}$$

$$f_{adicional} = 1 + \sum f_{i\ adicional}$$

$$P_{ocorrência} = \frac{\sum f_{oc_i}}{n_{f_{oc}}}$$

$$Severidade_{RH\ sup\ ou\ sub} = \frac{\sum f_{Sev_{sup\ ou\ sub_i}}}{n_{f_{Sev_{RH\ sup\ ou\ sub}}}}$$

$$P'_{afetação\ RH\ sup\ ou\ sub} = \frac{\sum f''_{RH\ sup\ ou\ sub_i}}{n_{f_{RH\ sup\ ou\ sub}}}$$

$$P''_{afetação\ RH\ (sup\ ou\ sub)} = \frac{P'_{afetação\ RH\ (sup\ ou\ sub)} \times f_{ZP}}{n_{afetação\ RH\ (sup\ ou\ sub)}}$$

Descarga de águas residuais urbanas ou não urbanas com e sem TURH (exceto carga microbiológica)

Classificação	
VLE < [Parâmetro] ≤ 2xVLE	3
2xVLE < [Parâmetro] ≤ 3xVLE	5
3xVLE < [Parâmetro] ≤ 4xVLE	7
[Parâmetro] > 4xVLE	9



Resultado da matriz "zona vulnerável/zonas de infiltração máxima"

	3	5	7	9
3	3	5	5	5
5	5	5	7	7
7	5	7	7	9
9	5	7	9	9

Resultado da "Tipologia"

Resultado da "Severidade"

	3	5	7	9
3	3	5	5	5
5	5	5	7	7
7	5	7	7	9
9	5	7	9	9

Resultado da matriz "zona sensível"

f' RH sup ou sub

	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Zonas não classificadas	3	5	5	5
Áreas de influência de zona sensível	5	5	7	7
Zonas sensíveis critério c	5	7	7	9
Zonas sensíveis critério a	5	7	9	9

Nível	Distâncias à linha de água
Nível 1	d > 500 m
Nível 2	250 m < d ≤ 500 m
Nível 3	50 m < d ≤ 250 m
Nível 4	d ≤ 50 m

P'' _{afetação RH (sup ou sub)}	P _{ind} _{afetação RH sup ou sub}
P'' ≤ 1	3
1 < P'' ≤ 3	5
3 < P'' ≤ 5	7
P'' > 5	9

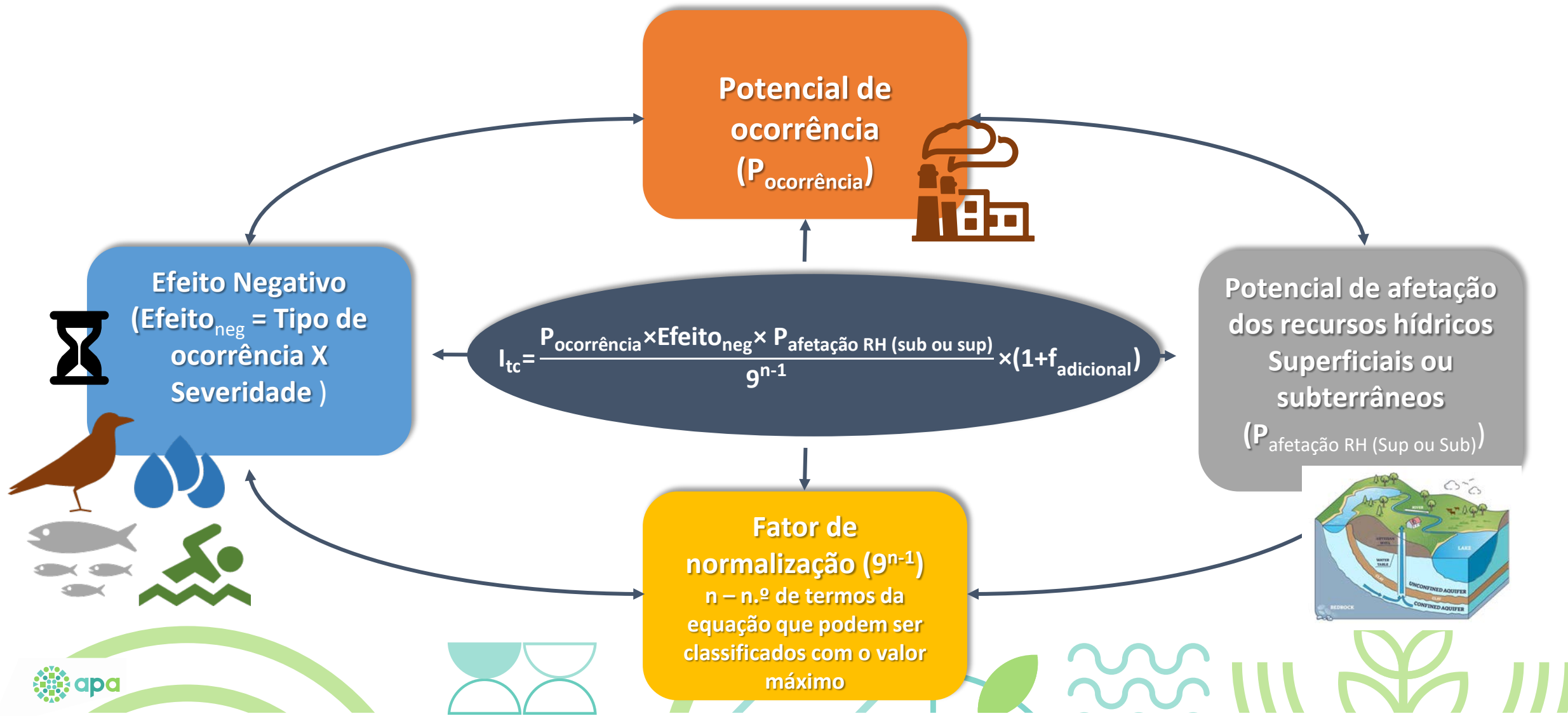
Fatores adicionais

Fator	Descrição	Fator adicional
A	Estado da massa de água inferior a bom	20%
B	O(s) parâmetro violado(s) forem coincidentes com que os suportam a classificação “inferior a bom”	30%
C	Estado da massa de água Bom ou superior e Severidade do efeito negativo sobre recursos hídricos (sup ou sub) igual ou superior a sete	50%
D	Reincidência de situação de descarga/deposição em violação da legislação em vigor	10%
E	O infrator não implementou na totalidade ou parcialmente medidas preventivas e/ou corretivas determinadas pela administração em consequência de anteriores descargas; ou não respeitou o prazo estabelecido	10%

Quanto aos fatores A a C, estes são aplicados do seguinte modo:

- A+B ou
- C

Índice técnico-científico de esclarecimento do ilícito (I_{tc})



Resultados do I_{tc} para as águas superficiais ou subterrâneas



$$I_{tc} < 4$$

Resultado intermédio a aceitável
para os recursos hídricos



$$I_{tc} \geq 4$$

Efeito negativo significativo:
Resultado inaceitável para os recursos hídricos, superficiais e/ou subterrâneos, pelo que pode/deve consubstanciar um dano significativo para os mesmos

Resultado intermédio

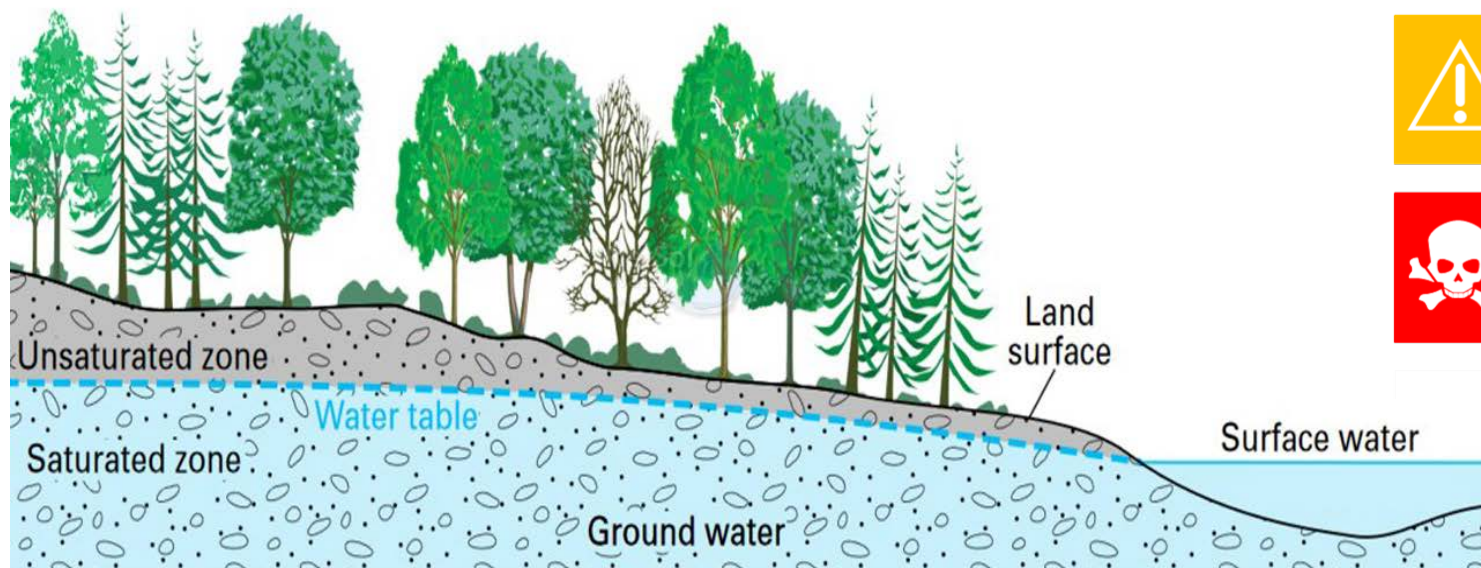


Efeitos Cumulativos



Efeitos Cumulativos : águas superficiais + subterrâneas

$$(I_{tc \text{ RH sup}} + I_{tc \text{ RH sub}})$$



Ground water and surface water



$$I_{tc} < 8$$

Resultado
intermédio a
aceitável



$$I_{tc} \geq 8$$

Efeito negativo significativo: Resultado inaceitável para os recursos hídricos (superficiais e subterrâneos)

Nível aceitável a intermédio: *Pode* definir um dano significativo para os recursos hídricos dependendo da magnitude da afetação da água (ver com maior detalhe a magnitude do fator de severidade)

Metodologia submetida a revisão por pares

Environmental Science
Advances



PAPER



Cite this: *Environ. Sci.: Adv.*, 2024, 3, 422

Substantial damage to surface water in the context of environmental crimes

Anabela Rebelo,¹ Andreia Franco,² Felisbina Quadrado,² Vanda Reis,² Sofia Batista,² Ana Isabel Garcia,² Rodrigo Ferreira,² António Quintas² and Albertina M. Marques¹

Water resources are very important for maintaining an adequate food supply and a for all living organisms. However, illicit activities can pose a severe threat to water c its uses through pollution with heavy metals, petroleum-derived oils, organic : microorganisms, etc. Environmental crimes rank fourth among international illi trafficking, counterfeiting of currency and art, and trafficking of human being pollution of water is one of the three most common types of water crimes countries. Assessing and measuring water damage is challenging due to the resources, including hydrogeological and hydromorphological characteristics, services and other characteristics. Therefore, this study portrays the develop framework supported by multicriteria decision analysis (MCDA) techniques to quantify the magnitude of water damage (surface water) caused by a suspect chemical products or waste disposal containing chemicals or other deposition, in or agricultural waste or by-products) and verify its feasibility through assessment c



Scopus Preview

Received 12th December 2023
Accepted 17th January 2024

DOI: 10.1039/d3va00381g

rsc.li/esadvances



Scan me!

4 documents have cited:

Substantial damage to surface water in the context of environmental crimes
Rebelo A., Franco A., Quadrado F., Reis V., Batista S., Garcia A.I., Ferreira R., (...), Marques A.M.
(2024) *Environmental Science: Advances*, 3 (3), pp. 422-435.



Notas Finais

I_{tc} pretende mensurar e classificar o resultado efetivo de uma ocorrência ou evento perigoso, suportada nos métodos clássicos de caracterização do risco (nas condições de probabilidade de ocorrência igual a um)

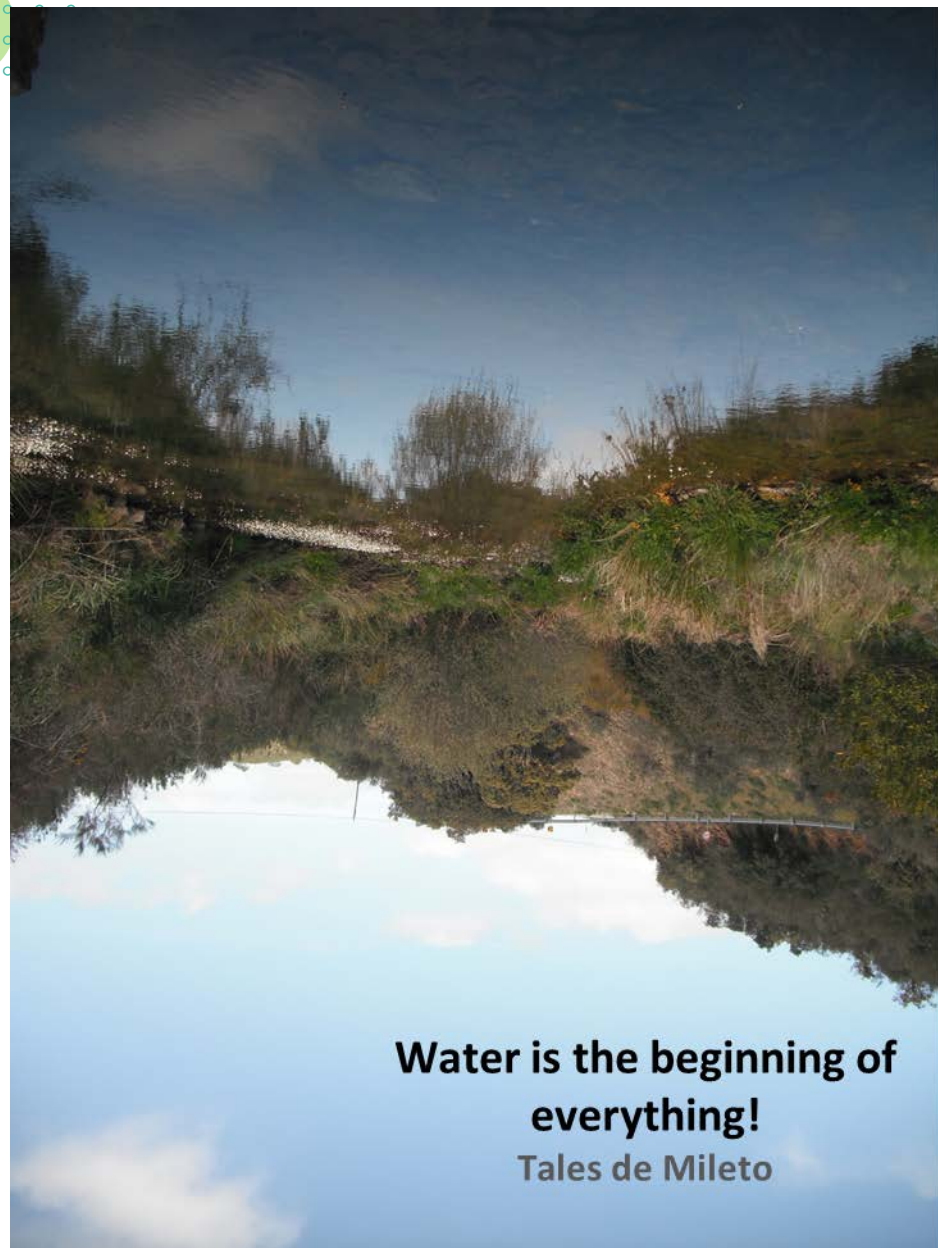
Definição de critérios & respetiva magnitude utilizando uma escala de importância suportada na comparação de factos/elementos (nomeadamente anteriores ou na ausência da ocorrência)

Quando o I_{tc} expressa um resultado inaceitável para os recursos hídricos, este traduz que a ocorrência ou evento perigoso originou efeitos negativos significativos sobre a água que podem ser considerados como um dano de magnitude significativa para os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos

Foram desenvolvidas ferramentas para auxiliar a investigação e apoiar os relatórios periciais (geovisualizador, ferramenta Excel e um guia na forma de check-list para suporte da inspeção e fiscalização)

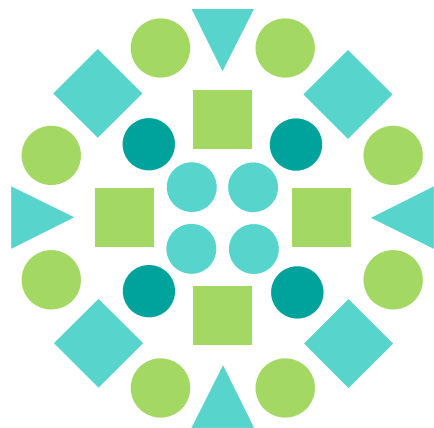
O processo de revisão por pares permitiu a validação científica da metodologia do I_{tc}

Divulgação internacional do trabalho: Conferência da Water & Land da Rede IMPEL e na Conferências das 4 Redes (ENPE, EnviCrimeNet, EFJUE e IMPEL)



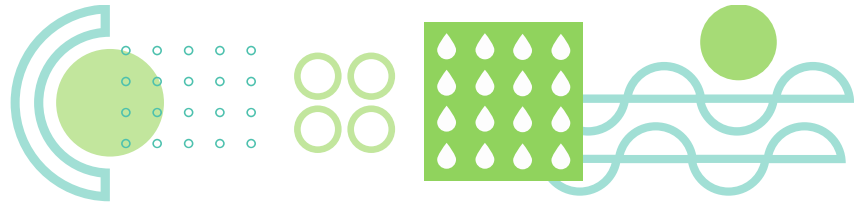
**Water is the beginning of
everything!**

Tales de Mileto



apa

agência portuguesa
do **ambiente**



Muito Obrigada!

apambiente.pt