

apa
agência portuguesa
do ambiente

Potencialidades da circularidade da água: Aplicação a casos práticos

Anabela Rebelo, PhD

Departamento de Recursos Hídricos

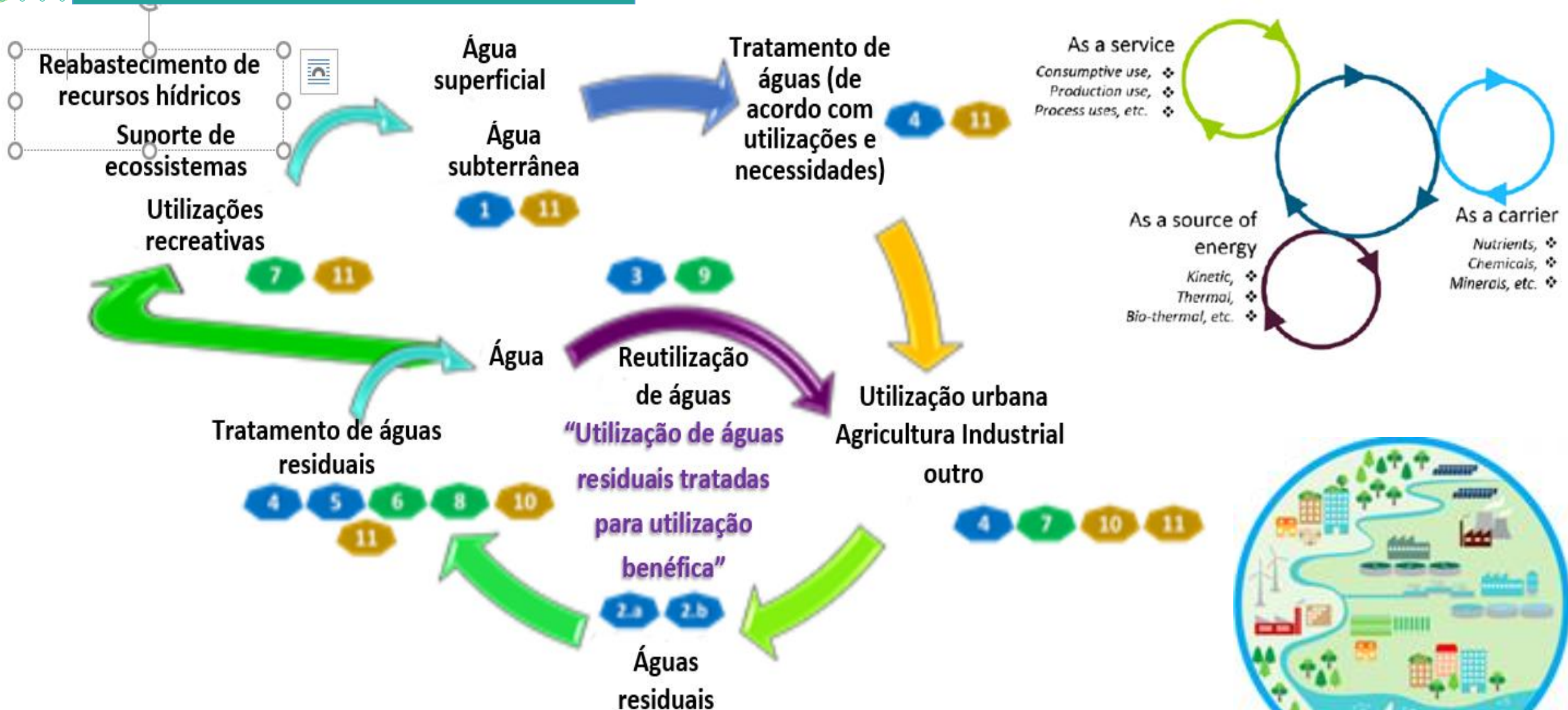
anabela.rebelo@apambiente.pt



**REPÚBLICA
PORTUGUESA**

AMBIENTE E
AÇÃO CLIMÁTICA

Circularidade da água



Wastewater in Natural Environment – WiNE

Índice de circularidade (I_c) desenvolvido para suportar a transição para a economia circular: Ferramenta para medir a circularidade de um determinado processo ou instalação (*Excel tool 1.0*)

1. Consumo de água doce
2. Descarga de águas residuais
 - a. Instalações não abrangidas pela DEI
 - b. Instalações abrangidas pela DEI
3. Reutilização de água
4. Melhores práticas e tecnologias de gestão
5. Substâncias prioritárias (SP)/substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS)/poluentes específicos (PE)
6. Microplásticos e/ou compostos de interesse emergente
7. Biodiversidade
8. Recuperação de nutrientes
9. Simbiose industrial interna
10. Lamas
11. Instrumentos voluntários e de incentivo

Caso de estudo	Instalação abrangida pela DEI	Instalação não abrangida pela DEI	Descrição de ETAR (Estação de tratamento de águas residuais)	I_c
A 1	X		Fábrica de celulose antes da revisão da licença	-1,24
A 2	X		Fábrica de celulose depois da revisão da licença	1,19
A 3		X	ETAR urbanas	1,91
B 1	X		Indústria de papel e celulose	0,35
B 2	X		Biorrefinaria	2,13
B 3	X		Refinaria de petróleo	-1,01
C 1		X	ETAR urbanas com ligações industriais	3,48
C 2	X		Empresa de limpeza e trituradora de barris de plástico	1,46
D 1	X		Indústria de papel e celulose e de águas residuais urbanas	1,39
D 2	X		Fábrica de fertilizantes	1,00
D 3	X		Empresa grande de fundição	2,94
E 1	X		Indústria de papel e celulose	0,52
E 2	X		Cervejaria	1,09



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

$$f_{i \text{ w}} = \frac{|f_{i \text{ s-key}_{+++ , ++or+}}|}{F_{\text{key}_{+++ , ++or+}} \times n_{\text{s-key app}_{+++ , ++or+}}} \quad \text{WEIGHTING FACTOR}$$

$$N_f = \frac{n_{F_{\text{key}_{+++}} \times 9} + n_{F_{\text{key}_{++}} \times 5} + n_{F_{\text{key}_{+}} \times 1}}{5 \times 9 + 4 \times 5 + 2 \times 1} = \frac{9n_{F_{\text{key}_{+++}}} + 5n_{F_{\text{key}_{++}}} + n_{F_{\text{key}_{+}}}}{67} \quad \text{NORMALIZATION FACTOR}$$



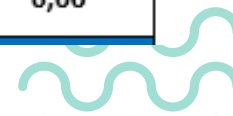
- $I_c < 0$ Circularidade negativa: Entradas negativas para a economia circular (impactos negativos para corpos de água)
- $I_c = 0$ Nenhuma entrada para a economia circular
- $0 < I_c \leq 0,85$ Circularidade baixa: Nível baixo de entradas para a economia circular
- $0,85 < I_c \leq 1,5$ Circularidade média: Nível médio de entradas para a economia circular
- $I_c > 1,5$ Circularidade elevada: Nível elevado de entradas para a economia circular

Fatores-chave & subfatores

	(F _{key})	
1	Consumo de água doce	9
	Medidas para reduzir o consumo sem vincular os impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a sua degradação	-9,00
	Medidas para reduzir o consumo sem vincular os impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa na qualidade das águas residuais, por exemplo, redução da captação de águas subterrâneas com pouco impacto nas águas residuais)	1,00
	Medidas para reduzir o consumo com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração de efluentes	4,00
	Redução da captação diretamente do corpo de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo o reabastecimento	4,00
2.a	Instalações de descarga de águas residuais não abrangidas pela DEI	9
	Conformidade dos VLE (Valores-limite de emissão) sem ligação com a DQA (valores fixos) e com efeitos no estado da água	-9,00
	Conformidade dos VLE sem ligação com a DQA (valores fixos) e sem efeitos conhecidos no estado da água	2,00
	Conformidade dos VLE com ligação com a DQA	7,00
	<small>SEM IMPLICACÖES DOS VALORES-LIMITES DE EMISSÃO COM A LISTA DE VERIFICAÇÃO</small>	
3	Reutilização de águas	9
	Promoção da reutilização da água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas com impacto negativo nas águas superficiais	-6,00
	Promoção da reutilização da água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas	-3,00
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas	3,00
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas	6,00



**Impactos
Negativos &
Positivos**

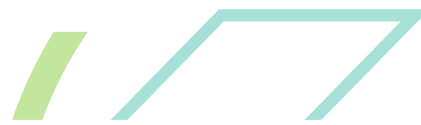


Fatores-chave & subfatores



7	Biodiversidade	5	
	Promoção da reutilização da água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00
8	Recuperação de nutrientes	5	
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nos corpos de água (diretamente ligados à instalação)		-5,00
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nos corpos de água sem utilizar outros nutrientes		0,50
	Somente recuperação de nutrientes para outras utilizações (sem influência nos corpos de água)		1,50
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nos corpos de água utilizando outros nutrientes (por exemplo, recuperação de estruvita)		3,00
9	Simbiose industrial interna	5	
	Sem promoção de abordagem integrada para vantagens competitivas.		-5,00
	Promoção de abordagem integrada para vantagens competitivas através do intercâmbio de água, materiais e energia entre os processos (por exemplo, águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00
10	Lamas	1	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia biotérmica a partir da digestão anaeróbia e reutilização de lamas tratadas da digestão anaeróbica com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00
	Minimização da produção de lamas, produção de energia biotérmica a partir da digestão anaeróbia e reutilização de lamas tratadas da digestão anaeróbica sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00



**Impactos
Negativos &
Positivos**



Circularidade elevada vs Circularidade negativa

- Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA)
 - Utilização de novas tecnologias
 - Com SPP e ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas
 - Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade
 - Promoção de abordagem integrada para vantagens competitivas
 - Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final dos efluentes
 - Adoção dos instrumentos voluntários e de incentivo 
- Medidas para reduzir o consumo de água com impacto negativo na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação do meio recetor
 - Conformidade dos VEA-MTD sem ligação com a DQA (instalações PCIP)
 - Promoção da reutilização da água com impactos negativos na concentração final com impacto negativo nas águas superficiais
 - Sem remoção de nutrientes e com efeitos negativos consequentes visíveis nas massas de água
 - Sem adoção dos instrumentos voluntários e de incentivo 

**ETAR Poente de
Albufeira**



Rega de campo de
golfe



Suporte de
ecossistemas



Lagoa dos Salgados: Proposta
de classificação como área
protegida de âmbito nacional

**Paisagem de Reutilização da Água: Todas as
águas residuais tratadas têm uma utilização
benéfica**



ETAR Poente de Albufeira

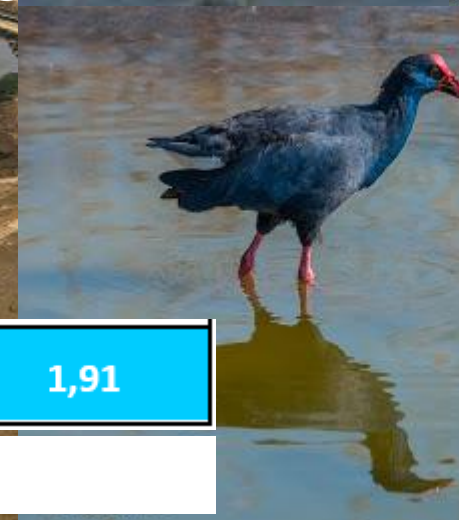
- ETAR com forte efeito de sazonalidade
- 140.000 e.p. (1 e.p. = 60g CBO₅/dia) | 25.000 m³/dia
- Tratamento biológico (lamas ativadas) com remoção biológica de N, remoção química de P e sistema de desinfecção por UV
- Águas residuais urbanas: Presença de algumas substâncias prioritárias, perigosas prioritárias, outros poluentes ou poluentes específicos (baixas concentrações devido a fontes difusas urbanas: lavagem de roupa, produtos cosméticos, de limpeza, escorrências urbanas, etc.)
- Licença: Impõe autocontrolo, incluindo substâncias prioritárias monitorização do meio recetor (e.g., nonilfenol, di-2-etilhexil ftalato, triclorometano, metais pesados, etc.)



Fonte: <https://www.aguasdoalgarve.pt/>

ETAR Poente de Albufeira

- As lamas estabilizadas são utilizadas na agricultura
- A nível urbano, são implementadas medidas para reduzir o consumo da água (e.g. campanhas de sensibilização pública, medidas para redução de perdas, etc.)
- Lagoa e área de drenagem: Zona sensível à eutrofização pela Dir 91/271/CEE (obriga à remoção de N & P)
- VLE tabelados, mas com efeitos positivos no estado da massa de água
- Entidade gestora: Certificação ISO 14001
- Projeto sujeito a AIA
- 100% Reutilização



Ic

1,91

Circularidade Elevada

Aplicação a várias ETAR urbanas

- O Índice permite medir algumas interligações importantes, tais como:
 - Conformidade dos VLE definidos de acordo com os princípios da DQA ou apenas valores fixos definidos na legislação atual, sem ligação com os efeitos no meio recetor
 - Remoção de nutrientes para prevenir efeitos negativos nas massas de água e/ou outras utilizações de nutrientes (com/sem influência nas massas de água)
 - Promoção da reutilização da água e sua relação com os impactos na concentração da descarga efluentes tratados e na biodiversidade
 - Remoção de SP/SPP, microplásticos e compostos de preocupação emergente

Considerando os efeitos da não remoção de microplásticos e compostos de preocupação emergente

Case study	IED Installation	NON IED Installation	Description of WWTP	Ic ¹	Ic ²
A 3		X	Urban WWTP	1,91	1,69
C 1		X	Urban WWTP with industrial connections	3,48	2,68
D 1	X		Pulp and paper industry and urban wastewater	1,39	1,08

Sem considerar os efeitos da não remoção de microplásticos e compostos de preocupação emergente



1ª fase do projeto WiNE vs 2ª fase

Instalações

- DEI
- Não-DEI

Produtos

Atividades



Atividades locais & sazonais: Aguardente de cana sacarina



PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR: RESÍDUOS E SUBPRODUTOS

- A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma das culturas agrícolas com maior relevância na História da Ilha da Madeira
- O cultivo da cana-de-açúcar na Ilha da Madeira remonta o século XV, tendo contribuído de forma inexorável para o desenvolvimento económico, social e cultural da Região através das trocas comerciais e exportação do açúcar. Atualmente a cana-de-açúcar é utilizada, fundamentalmente, na produção de mel de cana e aguardente de cana (rum agrícola)



Atividades locais & sazonais: Aguardente de cana

- **Atividades locais e/ou sazonais com impacto significativo em termos de utilização da água mas importantes para a economia local**
- **Problemas: Bagaço & Vinhaça**
 - **Bagaço (usos em estudo):** Substrato para a produção de cogumelos, produção de pellets ou indústria cosmética
 - **Vinhaça:** Requer tratamento específico (pH e carga orgânica muito elevada) antes da descarga no meio recetor. Proáveis usos em estudo: Fertilizante para produção de banana



Índice de circularidade: Permite encontrar as soluções que promovem uma maior transição para um modelo circular e identificar melhores sinergias. Também ajuda a indústria a compreender a importância da conformidade ambiental para a "sustentabilidade" dos seus produtos

Podará este índice tornar-se num "rótulo"?



Notas finais

O índice permite avaliar o efeito de abordagens integradas no uso da água. Confirma a promoção da circularidade da água em função das opções de gestão tomadas

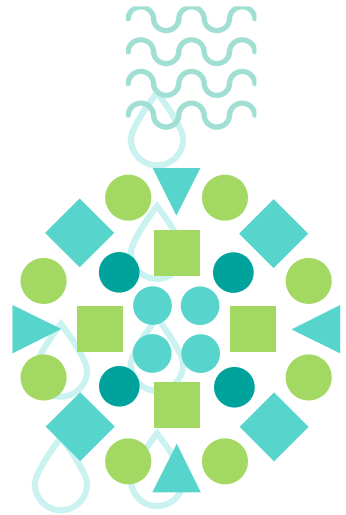
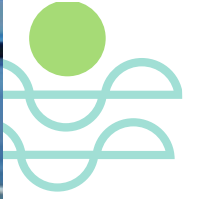
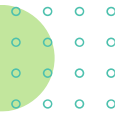
A aplicação a ETAR urbanas e a soluções de reutilização de água permite avaliar os impactos cumulativos do uso eficiente da água em termos quantitativos e qualitativos

O índice pode/deve ser refinado para inclusão de aspetos relativos à energia e uma maior integração dos impactos nas emissões de CO₂

A definição de fatores aplicáveis ao nível do produto final poderá ajudar na adoção de melhores práticas no uso da água com relevância para os produtos regionais e/ou sazonais

Um indicador que promove o cumprimento integrado da legislação ambiental

Relatórios disponíveis em: <https://www.impel.eu/en/projects/wastewater-in-natural-environment-wi-ne> (língua inglesa e dois em língua portuguesa)



apa
agência portuguesa
do ambiente

MUITO OBRIGADA